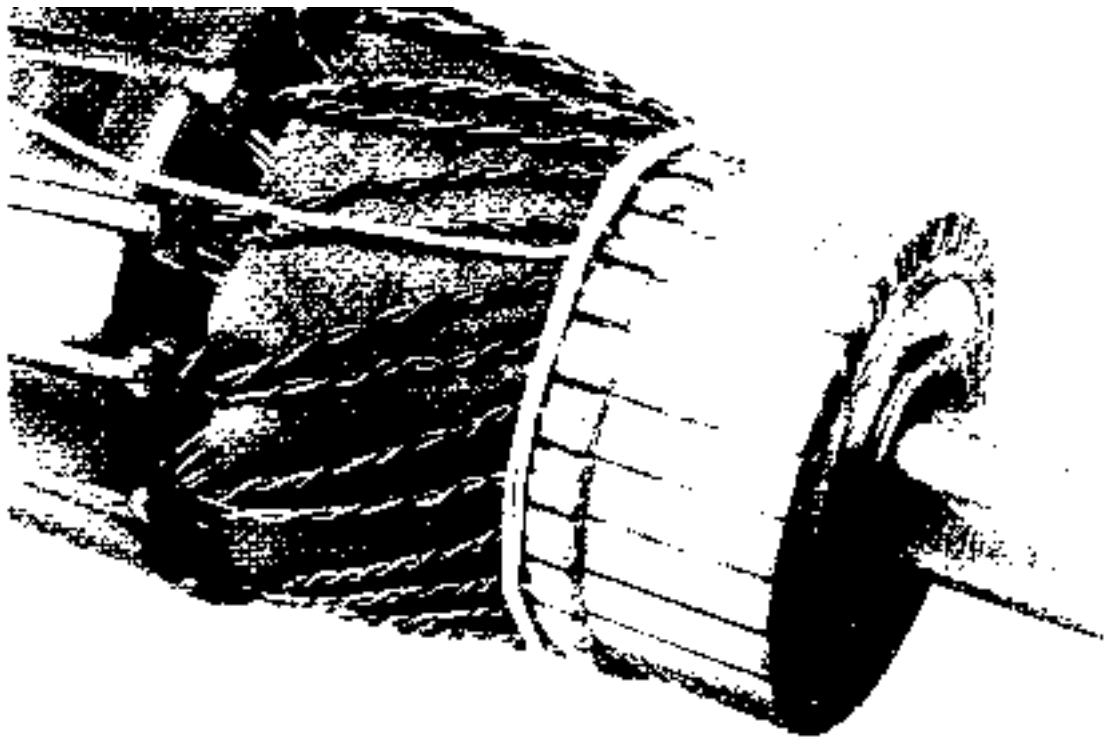




# Eletricista de manutenção

## Preparação e bobinagem de armaduras de máquinas C.C.



## Preparação e bobinagem de armaduras de máquinas C.C.

© SENAI-SP, 1986

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

### Equipe responsável

Coordenação geral	Marcos Antonio Gonçalves
Coordenação do projeto	Célia Regina Domingues Talavera
Elaboração	Antonio da Conceição Vieira Antonio Moreno Neto Francisco de Assis Costa e Silva Hernani Rossi Contrucci José Carlos de Souza
Revisão técnica	Antonio Moreno Neto Iradi Dutra
Texto final	Célia Regina Domingues Talavera
Revisão	Luiz Thomazi Filho
Planejamento gráfico	Marcos Luesch Reis
Composição	Cleide Aparecida da Silva Vanzelli
Produção gráfica	Sílvia Regina de Oliveira Simões
Ilustração	José Antonio 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

S47p SENAI-SP . Divisão de Material Didático. **Preparação e bobinagem de armaduras de máquinas C.C.**; São Paulo, 1986. (Série metódica ocupacional de Eletricista de Manutenção)

1. Motor elétrico. 2. Armadura l.t. ll.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	<a href="http://www.sp.senai.br">http://www.sp.senai.br</a>

# Sumário

Introdução	5
Máquinas de corrente contínua	7
Desfazer enrolamentos	29
Bobinar rotor com bobinas consecutivas (fio grosso)	33
Baixar saídas de bobinas do coletor	37
Ferramentas para bobinar	41
Ajustar escovas de coletores	43
Defeitos internos nos motores de corrente contínua	45
Preparação e bobinagem de rotor de máquina de corrente contínua	49
Ensaio de máquina de corrente contínua	55



# Introdução

O motor de corrente contínua é indicado para quando se necessita de constantes variações de velocidade.

Esse motor também pode funcionar como gerador de corrente contínua.

Estudando esta tarefa, você vai aprender a bobinar rotor com fio grosso.

**Bobinar rotor de máquinas de corrente contínua é dispor os condutores, espira por espira, nas ranhuras do rotor.**

Você vai ter informações sobre:

- Máquinas de corrente contínua
- Ferramentas para bobinar
- Defeitos internos nos motores de corrente contínua

Para realizar a tarefa, você aprenderá as seguintes operações:

- Bobinar rotor com bobinas consecutivas - fio grosso
- Baixar saídas de bobinas do coletor

E no final você vai ensaiar máquina de corrente contínua.

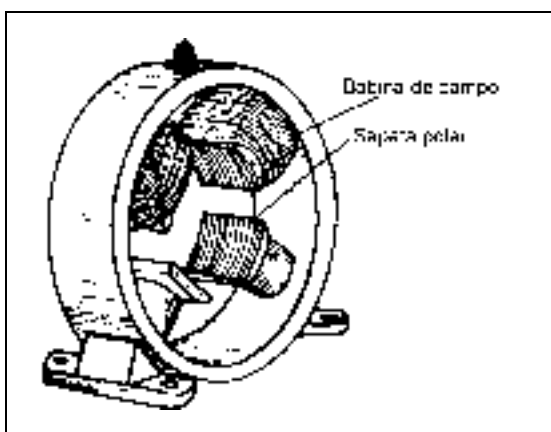


# Máquinas de corrente contínua

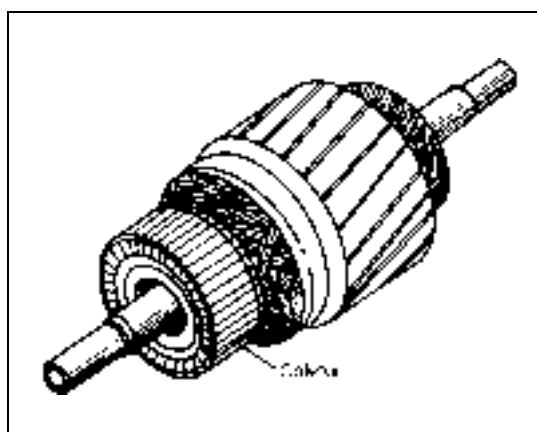
As máquinas de corrente contínua podem funcionar como geradores ou motores. Os **geradores de C.C.** são utilizados para transformar a energia mecânica em energia unidirecional. Os **motores de C.C.** são utilizados para a transformação da energia elétrica em energia mecânica.

As máquinas de corrente contínua são compostas por um estator ou carcaça, onde estão localizadas as sapatas polares, as bobinas de campo e um rotor induzido, construído de chapas de aço-silício isoladas e superpostas, que formam um cilindro com ranhuras em sua periferia, onde são alojadas as bobinas que estão ligadas às lâminas do coletor.

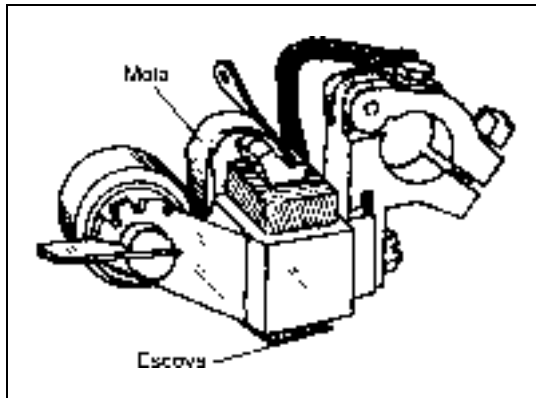
Em uma das tampas está fixado o porta-escova e em seu interior é colocada a escova. Observe os componentes da máquina de corrente contínua nas figuras a seguir.



*Estator*



*Rotor*



Porta-escova

### Funcionamento dos geradores de corrente contínua

A f.e.m. gerada é proporcional ao número de linhas magnéticas cortadas na unidade de tempo, à velocidade de rotação e ao fluxo por pólos.

$$E_o = K n \phi$$

$E_o$  = tensão gerada em vazio

$n$  = rpm

$\phi$  = fluxo por pólo

$K$  = constante

A constante  $K$  é própria de cada gerador, dependendo, essencialmente, do número de condutores em série entre escovas e do número de pólos do gerador.

A constante  $K$  é encontrada pela fórmula:

$$K = \frac{Z}{\text{ramais}} \times \text{pólos} \times \frac{10^8}{60}$$

Onde:

$Z$  = número de condutores do induzido (cada espira, 2 condutores)

ramais = número de percursos em paralelo através do induzido

pólos = número de pólos do estator

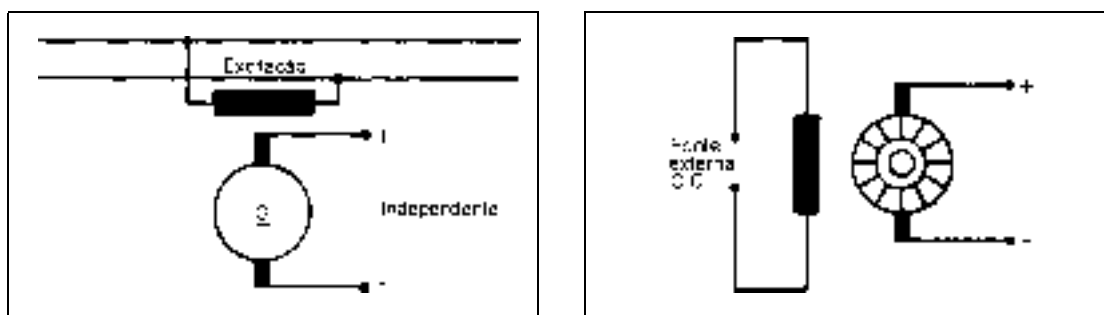
Sendo a velocidade de rotação constante, a tensão gerada varia com a corrente de excitação, que é a corrente necessária para produção do fluxo magnético.



Os geradores são classificados, conforme sua excitação, em: geradores com excitação independente e geradores auto-excitados. Nos geradores com excitação independente, a corrente é fornecida por uma fonte externa e, nos auto-excitados, a corrente é fornecida pelo próprio gerador.

### Gerador de corrente contínua com excitação independente

As bobinas de campo (excitação) deste gerador são construídas com muitas espiras de fio relativamente fino e são alimentadas por uma fonte externa. Observe o esquema da figura abaixo.



No início de funcionamento do gerador, mas antes que ele seja excitado, surge uma f. e. m. de pequeno valor, devido ao magnetismo remanente. Excitando -se gradativamente o gerador, haverá um aumento, também gradativo, do fluxo e, conseqüentemente, uma elevação gradativa na tensão gerada. Isto ocorrerá até o momento em que houver a saturação magnética, quando um acréscimo da corrente excitadora não mais provocará um acréscimo do fluxo magnético. Quando o gerador é posto em carga, a tensão fornecida pelo gerador diminui, devido à resistência do enrolamento do induzido, à resistência de contato nas escovas e à diminuição do fluxo indutor pela reação do induzido.

Nestes geradores, para que a tensão se mantenha constante, a todo aumento de carga deve haver, manual ou automaticamente, um aumento na excitação. A relação entre a tensão em vazio e em carga de um gerador é denominada tensão de regulação e é dada em porcentagem por:

$$\text{Regulagem de tensão} = \frac{E_o - E_t}{E_t}$$

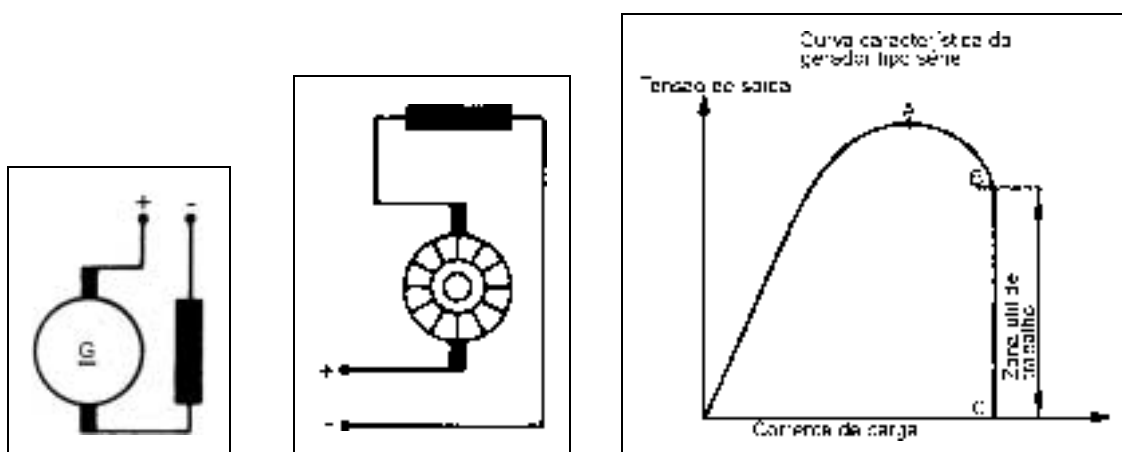
$E_o$  = tensão em vazio

$E_t$  = tensão em carga

### Geradores de corrente contínua auto-excitados

Nestes geradores, as bobinas de campo (excitação) são ligadas com o induzido, pois o próprio gerador alimenta a excitação. Conforme o tipo de ligação entre as bobinas de campo e o induzido, o gerador é classificado como gerador em série, gerador em paralelo e gerador misto.

No gerador em série, as bobinas de campo são constituídas por poucas espiras de fio relativamente grosso, ligadas em série com o induzido. Observe a ligação no esquema abaixo.

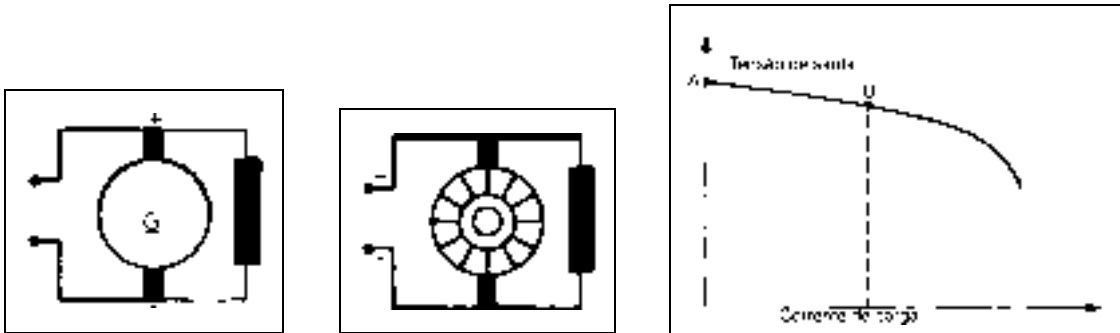


A corrente de carga é a própria corrente de excitação.

Portanto, este gerador, trabalhando em vazio, tem a f.e.m. gerada apenas pelo magnetismo residual das sapatas polares. Acrescentando-se carga ao gerador, pela carga e pela bobina de excitação circulará uma corrente que fará aumentar o fluxo indutor e, conseqüentemente, a tensão gerada. Elevando-se a tensão, eleva-se a corrente e, em conseqüência, o fluxo indutor. Isto ocorrerá até que haja a saturação magnética, quando, então, a tensão se elevará novamente.

A tensão pode alcançar valores perigosos antes que ocorra a saturação magnética. Para evitar-se que a tensão se eleve quando ao circuito é acrescentada uma carga, coloca-se um reostato em paralelo com a excitação.

No gerador em paralelo, as bobinas de campo são constituídas de muitas espiras de fio relativamente fino e ligadas em paralelo com o induzido. Observe as figuras abaixo.



A corrente de excitação é uma pequena parcela da corrente da máquina, podendo chegar a 5%. Pode ser controlada por um reostato ligado em série com o campo. A tensão é gerada em vazio, no início do funcionamento, pelo magnetismo remanente.

Essa tensão fará circular, pela bobina de excitação, uma corrente que irá forçar o fluxo magnético, elevando a tensão gerada até que haja saturação do fluxo, quando a tensão se estabilizará.

Neste gerador, a tensão gerada varia indiretamente com a carga, pois a carga e a excitação estão em paralelo e a corrente do gerador deve alimentar as duas. A cada aumento de carga há uma diminuição na excitação e, conseqüentemente, uma queda de tensão. Se houver um curto-circuito, haverá uma elevação instantânea da corrente e, logo após, o gerador deixará de gerar. Uma vez que a tensão nos terminais será nula, não haverá excitação.

### **Gerador de corrente contínua com excitação mista**

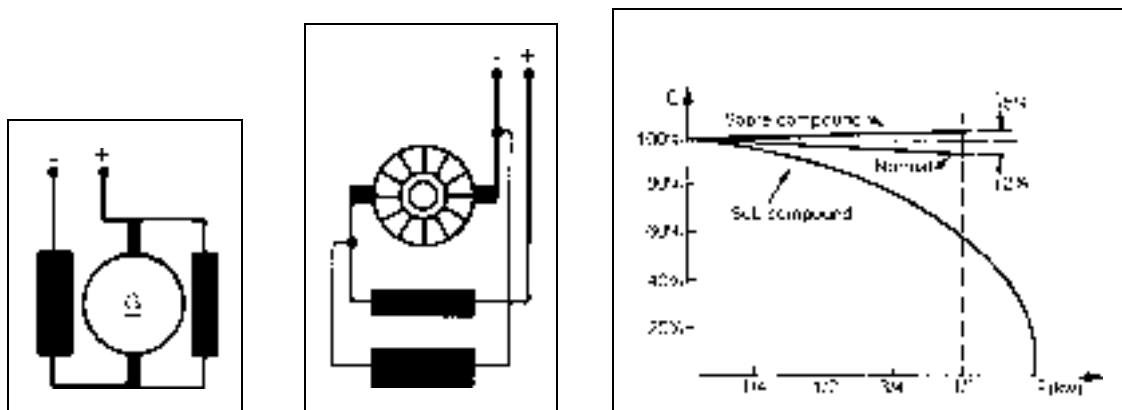
Neste tipo de gerador, a excitação é composta por dois enrolamentos. Um deles é constituído de fio grosso e poucas espiras, ligado em série com o induzido, e o outro é constituído de fio fino e muitas espiras, ligado em paralelo com o induzido.

Neste gerador, a tensão mantém-se praticamente constante, tanto em carga com em vazio, uma vez que são utilizadas as características do gerador em série e em paralelo. Na ligação normal temos  $\Delta E$  de -2%; para a ligação sobrecompound, uma  $\Delta E$  de +5%.

Através do reostato em série com a bobina do campo paralelo e do reostato em paralelo com o campo em série, controla-se a tensão gerada. Os bobinados em série e em paralelo são enrolados um sobre o outro sobre a sapata polar. Podem ser ligados no mesmo sentido ou em sentido oposto e, assim, os enrolamentos de derivação ou em série se enfraquecem ou se tornam mais intensos, respectivamente.

Quando a bobinagem é feita no mesmo sentido, é possível fazer a ligação compound normal (-2% de  $\Delta E$ ), ou sobrecompound (+5% de  $\Delta E$ ).

As ligações são feitas de acordo com a aplicação do gerador, como, por exemplo, para compensar queda de tensão da rede, quando se usa ligação sobrecompound. Na ligação compound normal, a tensão gerada decresce com a carga e um curto-circuito não danifica o gerador. Observe o esquema dessas ligações nas figuras abaixo.

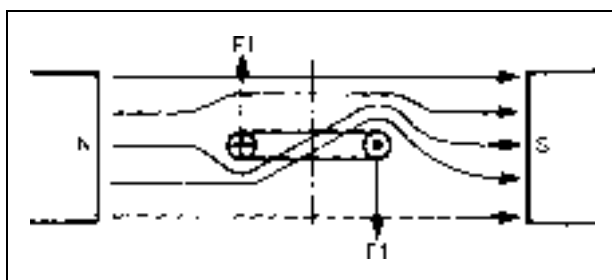


## Motores de corrente contínua

Esses motores são empregados ilimitado na indústria, onde é necessário o controle de velocidade e a automatização por meio de comandos eletrônicos. Os motores de corrente contínua são utilizados, também, para elevadores, tração de trens, bondes e ônibus elétricos.

O princípio de funcionamento desses motores baseia-se na força que age sobre o condutor quando está imerso em um campo magnético e pelo mesmo circula uma corrente elétrica.

Se um condutor, por onde circula uma corrente elétrica, é colocado em um campo magnético qualquer, as linhas de campo por ele produzidas interferem com as do outro, produzindo, em um lado, um acúmulo de linhas de força e, no outro, uma rarefação dessas linhas. Ocorre, então, uma distorção no campo resultante, imprimindo na espira uma força  $F_1$  que produz a torção. Observe esse princípio na figura a seguir.



Os motores de corrente contínua são fabricados em três tipos: motor em série, motor em paralelo (derivação ou shunt) e motor misto (composto ou compound). Externamente, os três tipos têm a mesma aparência e só diferem, internamente, na construção das bobinas de campo e nas conexões das mesmas com o rotor (induzido).

O arranque do motor de C.C. não pode ser feito com ligação diretamente à rede, porque no arranque a intensidade de corrente fica limitada somente pela resistência ôhmica do motor, que é muito baixa. Deve-se fazê-lo através de reostatos ligados em série com o motor. O motor de corrente contínua, quando em movimento, produz uma f. c. e. m (força contra-eletromotriz) dirigida em oposição à tensão aplicada, fazendo com que a intensidade de corrente seja dada pela equação:

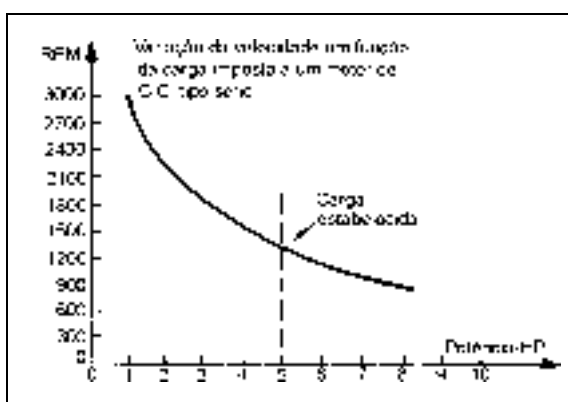
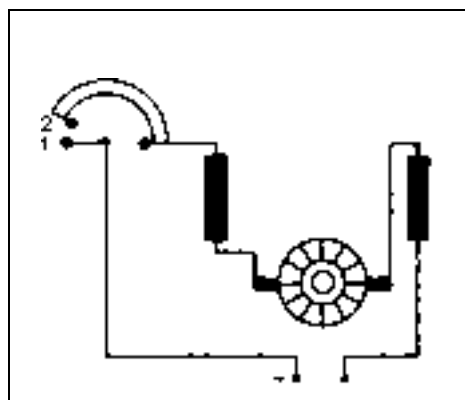
$$I = \frac{U - E_c}{R}$$

Onde

- I = corrente, em ampères
- U = tensão aplicada, em volts
- $E_c$  = f. c. e. m. gerada em volts
- R = resistência da máquina, em ohms

### Motor em série

No motor em série, as bobinas de campo são constituídas por espiras de fio grosso e são ligadas em série com o rotor (induzido), conforme mostram as figuras a seguir.

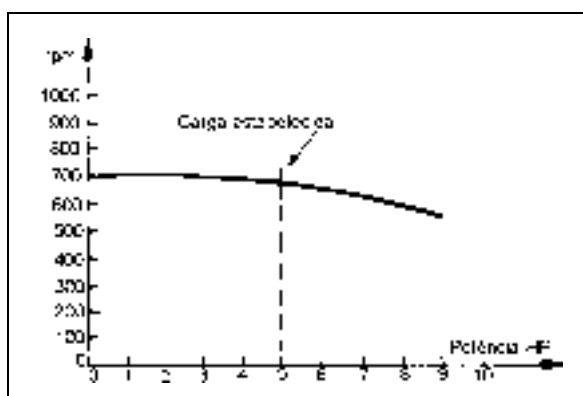
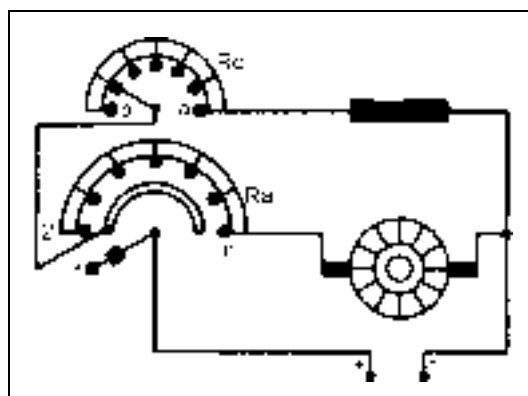


Estes motores possuem arranque muito vigoroso. A partida e a regulação de velocidade são feitas por meio de reostato, intercalado no circuito. O conjugado, pela ação eletromagnética, é diretamente proporcional ao fluxo indutor e à corrente que circula pelo induzido. Observe no gráfico que, no arranque, o valor da corrente é elevado e, por conseqüência, o fluxo magnético também, fornecendo, desta maneira, um alto conjugado ao motor.

Por isso, este motor é indicado nos casos em que o mesmo deve partir com toda carga, sendo utilizado em guindastes, elevadores, locomotivas, bondes, etc. Este motor tende a disparar (aumentar sua rotação), não sendo, portanto, recomendado seu funcionamento em vazio, pois há necessidade constante de reajuste no **reostato** para controle da velocidade através da variação da tensão aplicada.

### Motor em paralelo

Neste motor, as bobinas de campo são constituídas por muitas espiras de fio fino, que são ligadas em paralelo com o induzido, como mostram as figuras a seguir.



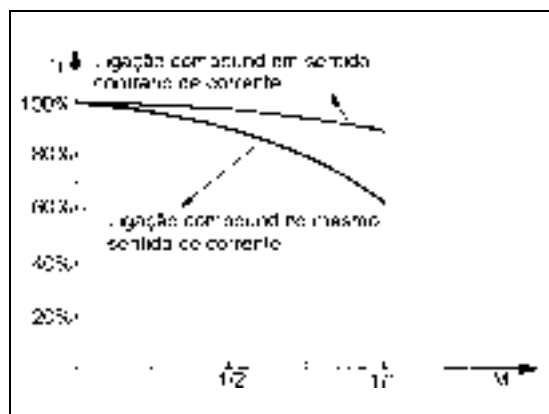
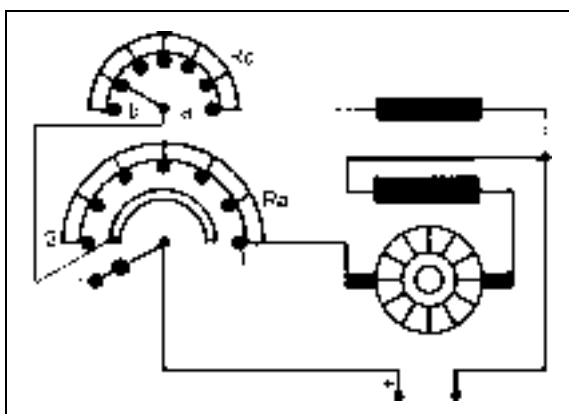
Este motor não possui um arranque muito vigoroso. A partida é feita pelo reostato ligado em série com o rotor induzido ( $R_a$ ) e a regulação de velocidade é feita pelo reostato ligado em série com o campo ( $R_c$ ). O conjugado, pela ação eletromagnética, é proporcional ao fluxo e à corrente. Com a corrente no induzido deve ser limitada pelo reostato no momento da partida (diminuindo o conjugado), recomenda-se que este motor inicie seu funcionamento em vazio (sem carga).

Na partida, o cursor do reostato de campo ( $R_c$ ) deve estar no ponto médio e o cursor do reostato  $R_a$  deve ser deslocado de 1 para n. O ajuste final da velocidade é feito deslocando-se o cursor de  $R_c$ : para aumentar a velocidade, deve-se movê-lo para b e, para reduzi-la, deve-se movê-lo para a.

Este motor possui velocidade constante depois de ajustado e, dentro de certos limites, independe da variação de carga.

### Motor misto

No motor misto, as bobinas de campo são constituídas de dois enrolamentos montados numa mesma sapata polar, sendo um deles de fio grosso, ligado em série com o induzido, e o outro de fio fino, ligado em paralelo com o induzido. Observe as figuras a seguir.



Este tipo de motor é a combinação do motor em série com o motor em paralelo, apresentando as características de ambos, isto é, possui arranque vigoroso, pode partir com carga e sua velocidade é estável a qualquer variação da carga.

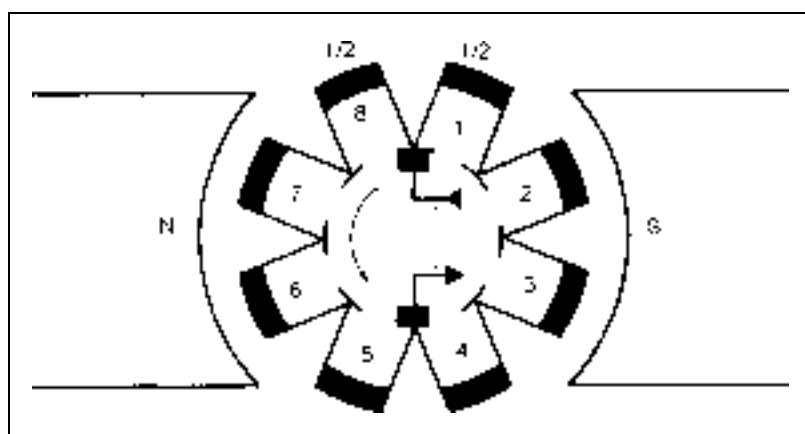
Na partida, o cursor do reostato do campo em paralelo ( $R_c$ ) deve estar deslocado para o ponto b. Isto permite que o motor se comporte como motor em série sem o perigo de disparar mesmo quando a carga é pequena ou ausente. O cursor do reostato do campo em série ( $R_a$ ) deve ser deslocado de 1 para n. Após a partida, desloca-se o cursor  $R_c$ , ajustando a velocidade.

No caso em que os dois bobinados estão sendo percorridos por correntes no mesmo sentido, a rotação cai acentuadamente com o aumento da carga, devido ao efeito mais intenso do campo do enrolamento em série.

Quando os dois bobinados estão sendo percorridos por correntes em sentidos contrários, com o aumento da carga o enrolamento em série irá enfraquecer o fluxo do enrolamento de derivação. Neste comportamento, existe o perigo do motor disparar, não sendo recomendado este tipo de ligação.

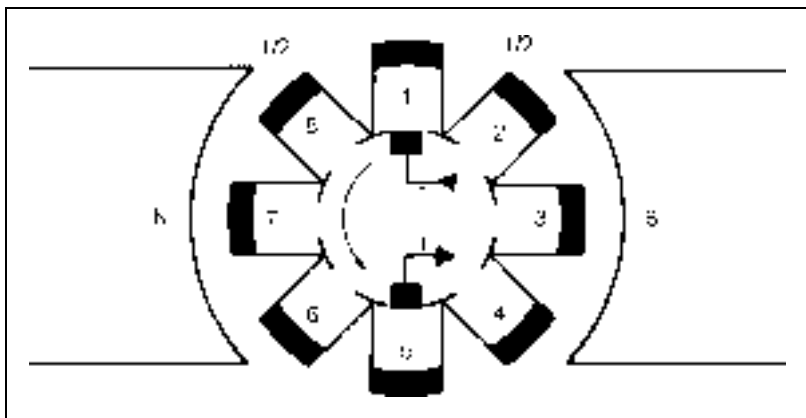
Quando os extremos da bobina do induzido de um motor ou gerador passam sobre a escova através do coletor, nessa bobina há a inversão do sentido da corrente.

Em um motor, a f. e. m. aplicada às escovas faz circular pelo induzido uma corrente  $I$  que é subdividida pelos dois ramos do enrolamento em  $I/2$ .

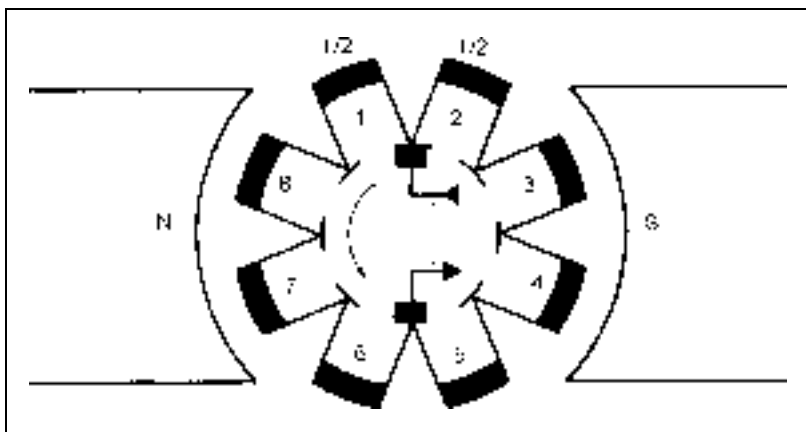




Com o movimento de rotação imprimido ao rotor, as bobinas 1 e 5 são curto-circuitadas pelas escovas, deixando de pertencer a qualquer dos ramos.



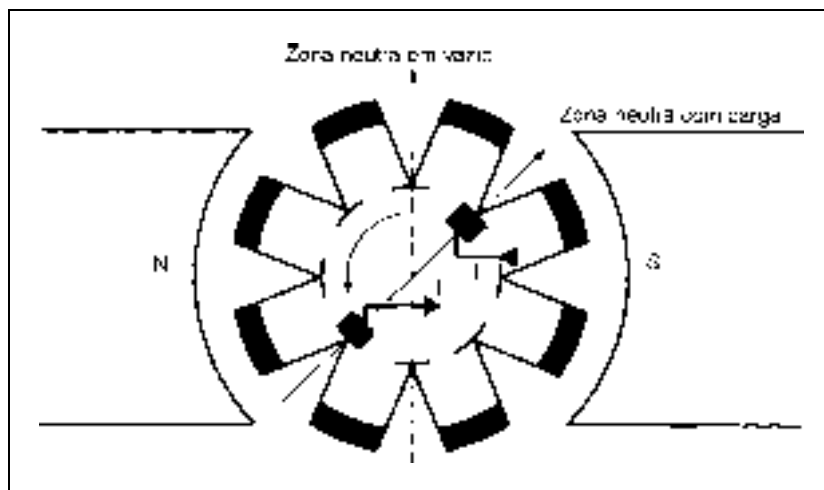
Continuando o movimento de rotação do rotor, as bobinas 1 e 5 são novamente colocadas no circuito, pertencendo agora ao ramo contrário do enrolamento.



Houve, portanto, nas bobinas 1 e 5, e haverá nas outras, uma inversão no sentido da corrente quando as mesmas passarem pelas escovas. Essa inversão é denominada comutação. A comutação das bobinas é feita pela escova e lâminas do coletor, sendo que a escova deve estar posicionada de forma que a bobina que está sendo comutada não corte o campo magnético, mas apenas o tangencie.

O ponto onde a bobina se movimenta tangencialmente em relação ao campo magnético é denominado zona neutra.

Devido à interação dos campos magnéticos, a zona neutra com carga nos motores não é perpendicular às sapatas polares, mas tem um pequeno deslocamento em sentido contrário à rotação do motor.



Um gerador, para produzir uma corrente de mesmo sentido que a do motor apresentado, deverá ter sentido de rotação contrário ao do motor. A zona neutra com carga nos geradores sofre, também, um pequeno deslocamento no sentido da rotação.

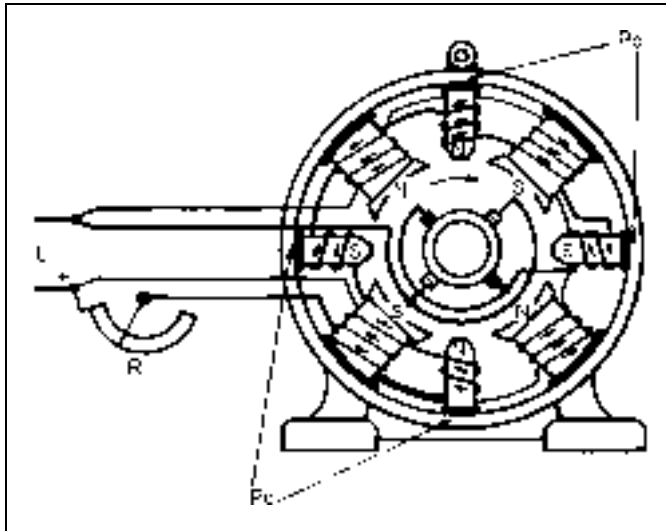
### **Pólos de comutação, interpólos ou pólos auxiliares**

Praticamente, todos os motores de corrente contínua, exceto os de pequena potência, são equipados com pólos de comutação ou interpólos quando a reação do induzido é muito grande ou quando a tensão de reatância é maior que dois volts, aproximadamente.

Os interpólos são colocados entre os pólos principais (onde existia a zona neutra). Os pólos auxiliares ou pólos de comutação são menores e mais estreitos que os pólos principais, sendo construídos de modo a produzirem uma densidade de fluxo superior à necessária.

Os entreferros dos interpólos são de dimensões maiores que as usuais, para que o fluxo gerado se conserve proporcional à intensidade da corrente que circula no induzido.

Os pólos de comutação são ligados em série com o induzido e, como por suas bobinas circula a corrente da linha, são enroladas com poucas espiras de fio relativamente grosso, conforme mostra a figura a seguir.



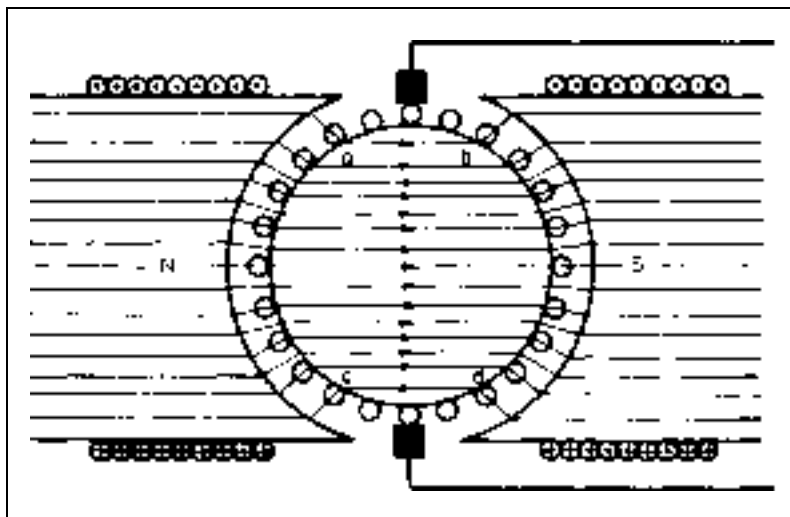
O campo magnético dos pólos de comutação é da mesma polaridade do pólo principal anterior, no sentido da rotação do motor, e induz nas bobinas que passam pela zona de comutação uma f. e. m. dirigida contra o efeito (reação do induzido) das bobinas induzidas, quando elas são postas em curto-circuito pelas escovas, atenuando em grande parte a corrente de auto-indução.

### **Vantagens dos pólos de comutação**

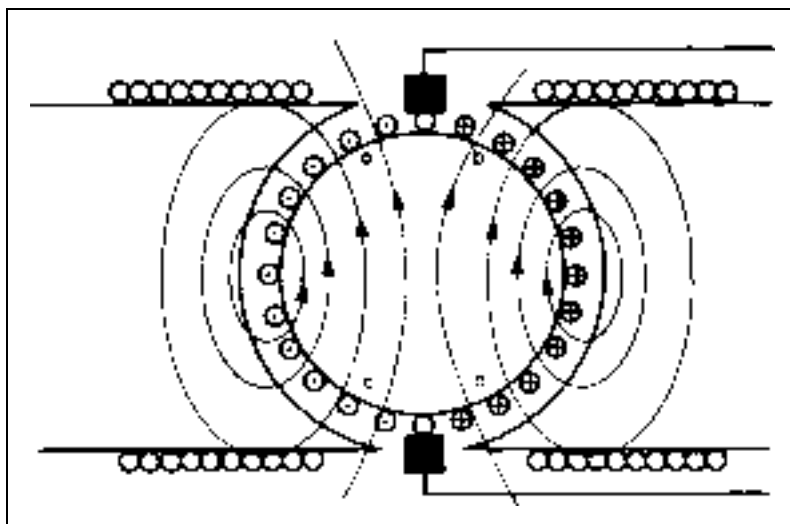
Como os interpólos são excitados pela corrente de linha, induzem uma força eletromotriz exatamente oposta à gerada pela reação do induzido para todos os valores de carga, mantendo uma comutação adequada com qualquer carga. Não é preciso decalar as escovas, permitindo-se conservá-las em posição fixa (na posição que corresponde às zonas neutras) com qualquer carga, o que melhora bastante a característica do motor.

### Reação do induzido

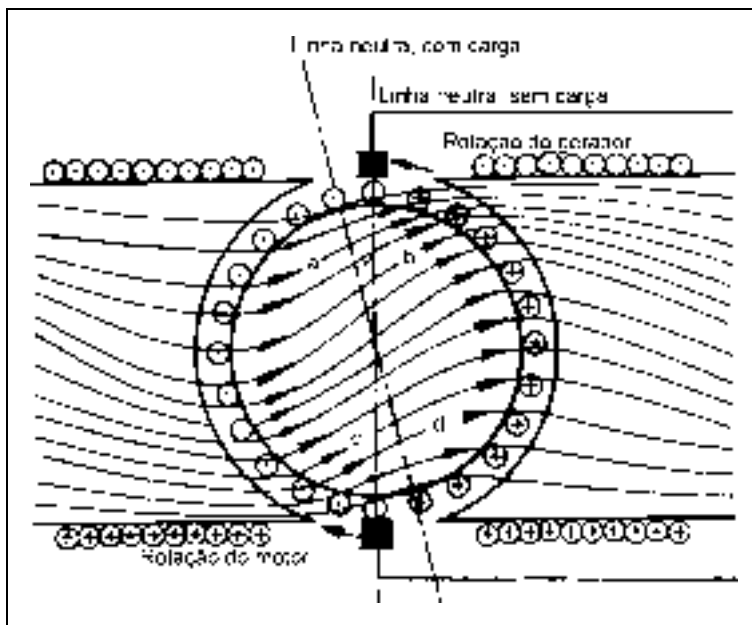
Em uma máquina de C.C., quando não circula corrente pelo induzido, o campo magnético produzido pelas bobinas do estator é constituído por linhas retas e a densidade do fluxo é praticamente uniforme, como mostra a figura a seguir.



Aplicando-se corrente ao induzido por uma fonte externa qualquer e interrompendo-se a corrente das bobinas do estator, o campo magnético produzido no induzido será constituído por linhas concêntricas, como mostra a figura a seguir.



Estando a máquina em funcionamento e com carga, portanto, circulando corrente nas bobinas do estator e nos condutores do induzido, os campos magnéticos interagem, formando um novo campo com distorção e sem uniformidade, como mostra a figura a seguir.

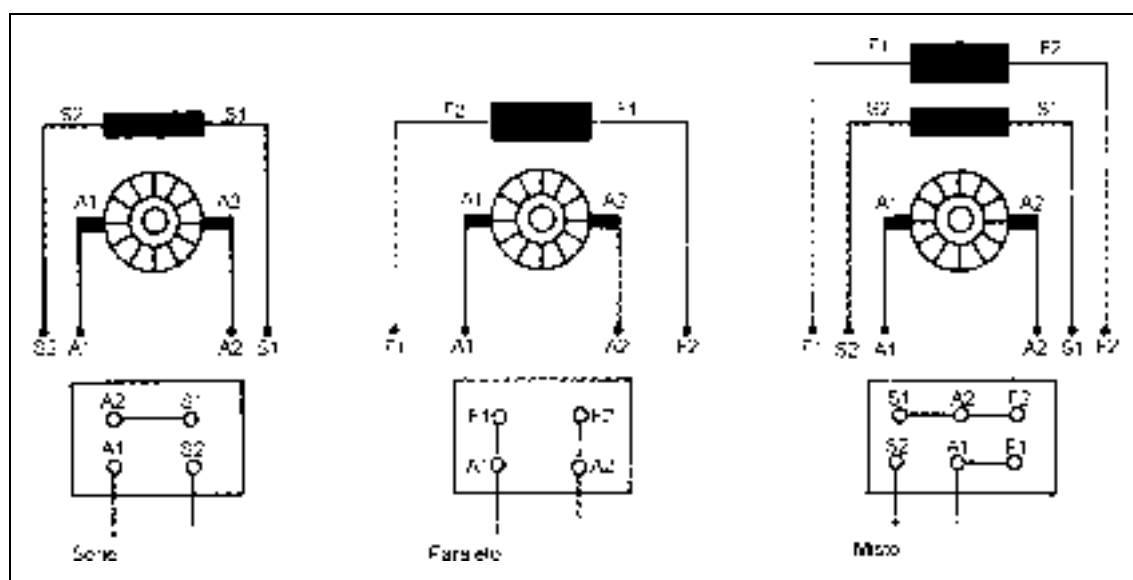


Nas extremidades polares a e d, o campo magnético, devido à corrente no induzido, tem sentido oposto ao produzido pela corrente que circula nas bobinas do estator, enquanto nas extremidades b e c ambos os campos têm o mesmo sentido. Em consequência, há uma redução do campo magnético sob as extremidades a e d.

A intensificação do campo magnético nas extremidades b e c não compensa a redução que ocorre nas extremidades a e d, devido à saturação, havendo uma redução do fluxo total. A reação do induzido provoca, portanto, a redução do fluxo total e a necessidade de deslocamento nas escovas.

## Motores de corrente contínua - ligações

Veja, nas ilustrações a seguir, as ligações dos três tipos de motores já referidos anteriormente.



## Normalização de bornes

Equivalência entre as normas alemã (DIN) e americana (ASA)

Norma	DIN	ASA
Armadura ou induzido	A.B.	A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>
Campo de derivação	C.D.	F <sub>1</sub> F <sub>2</sub>
Campo em série	E.F.	S <sub>1</sub> S <sub>2</sub>

Caso o motor compound tenha sua velocidade reduzida e acentuado faiscamento, poderá estar ocorrendo que os campos em série e em paralelo estejam se contrariando. Faz-se a correção desse inconveniente trocando-se as ligações dos terminais F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub> do campo em paralelo. Quando as escovas estão fora de posição (fora de calagem), aparece um faiscamento muito acentuado no coletor e o motor perde rotação.

Para a colocação ou formação das bobinas nas ranhuras da armadura e para se efetuarem as ligações ao coletor, deve-se levar em conta os fatores a seguir.

### Passo polar

Ao número de ranhuras correspondente a 180° elétricos dá-se o nome de passo polar ( $Y_p$ ), que vale:

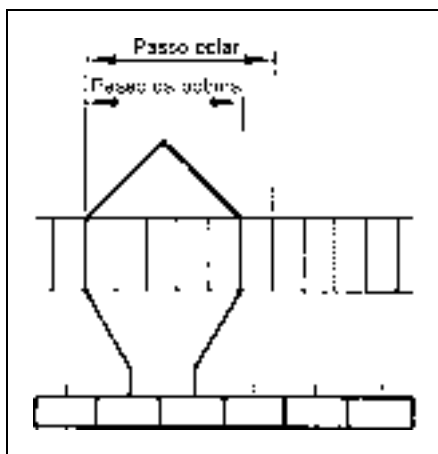
$$Y_p = \frac{N_r}{p}$$

Onde:

$Y_p$  = passo polar

$N_r$  = número de ranhuras

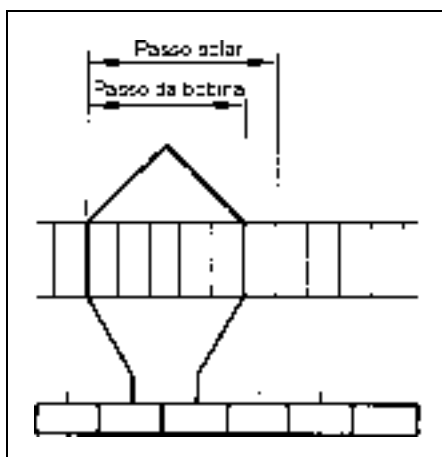
$p$  = número de pólos



### Passo da bobina

Passo da bobina ( $Y_n$ ) é a distância, expressa em número de ranhuras, entre dois lados de uma mesma bobina. Pode ser igual ao passo polar, ou curto.

$$Y_n = \frac{N_r - 1}{p}$$



### Passo do coletor

Distância expressa em número de lâminas entre as duas lâminas a que vão soldados os terminais de uma mesma bobina.

### Formas de enrolamento

Há várias formas de enrolamento de induzidos nas máquinas de C.C. Vamos estudar duas: enrolamento em série e enrolamento em paralelo.

O **enrolamento em série** é usado para tensões média ou elevada, de moderada corrente. Esse enrolamento se caracteriza por suas bobinas formarem, através das escovas, dois únicos ramos em paralelo, independentemente do número de pólos. A corrente que circula pelos condutores será:

$$I = \frac{I_n}{2}$$

Onde

I = corrente nos condutores

I<sub>n</sub> = corrente nominal no induzido

Nesse enrolamento, bastaria usar apenas duas escovas, porém, para diminuir a corrente por escova, costuma-se usar maior número. Os extremos dos condutores de uma bobina vão ligados às lâminas do coletor. A distância entre lâminas, onde são ligados os extremos da bobina, chama-se **passo do coletor** que para o enrolamento ondulado vale:

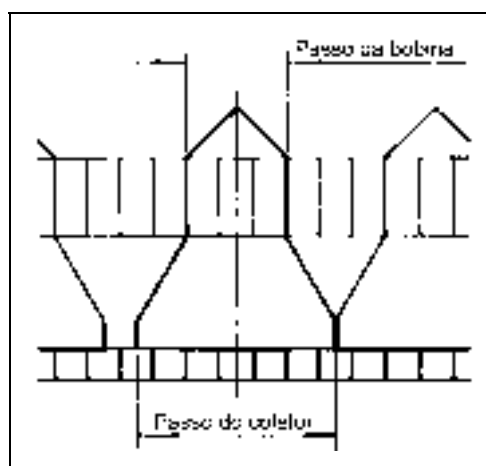
$$Y_c = \frac{N_c \pm 1}{pp}$$

Onde

Y<sub>c</sub> = passo coletor

N<sub>c</sub> = número de lâminas do coletor

pp = pares de pólos





O **enrolamento em paralelo** é empregado para fortes correntes de tensão moderada. É um enrolamento que possui tantos ramos em paralelo quantos forem os números de pólos. A distribuição da corrente para cada ramo é feita através das escovas que, obrigatoriamente, deve ser igual ao número de pólos.

A corrente que circula pelos pólos condutores do induzido é:

$$I = \frac{I_n}{2a}$$

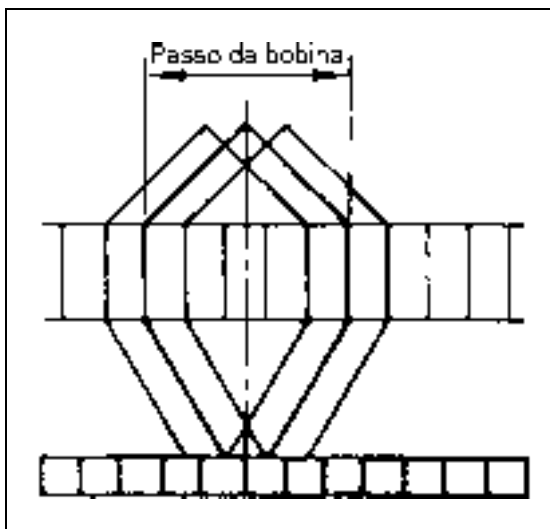
onde

I = corrente nos condutores

$I_n$  = corrente nominal no induzido

$2a$  = número de ramos no paralelo que  
é igual ao número de pólos

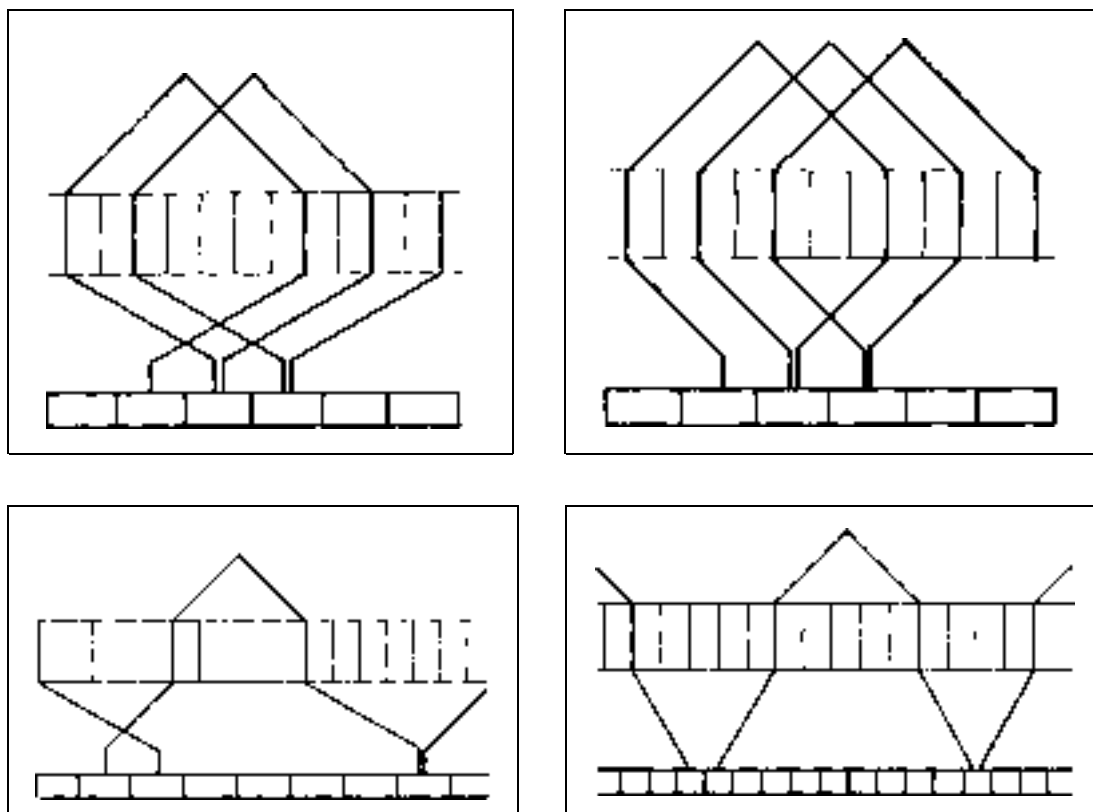
O passo do coletor no enrolamento em paralelo é sempre igual a  $\pm 1$ .



Os enrolamentos ondulados e imbricados podem ser **regressivos** ou **progressivos**. Na equação do passo do coletor encontramos o duplo sinal  $\pm$  (mais ou menos).

Usa-se o sinal positivo (+) para os enrolamentos progressivos e, quando se conectam as pontas do fio ao coletor, observa-se o cruzamento delas no enrolamento ondulado. O sinal negativo (-) é usado para os enrolamentos regressivos e o cruzamento das pontas dos fios é feito, agora, no enrolamento em paralelo.

Elétricamente é indiferente usar o progressivo ou regressivo, porém, na prática, é sempre preferível usar aqueles que não dão cruzamento. Observe esses enrolamentos nas figuras abaixo.



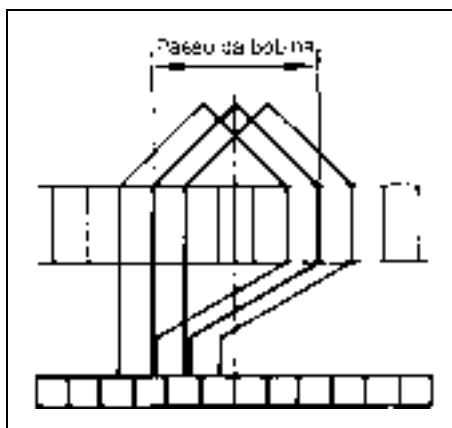
Para o traçado de esquema e confecção do enrolamento devemos conhecer o número de lados da bobina em cada ranhura, que é dado em função do número de lâminas do coletor e do número de ranhuras.

A equação será:

$$m = \frac{2Nc}{Nr}$$

### Calagem

Os induzidos que funcionam tanto com C.C. quanto com C.A., chamados universais, possuem muitas vezes as escovas fixas, não podendo, portanto, serem deslocadas para a zona neutra. Neste caso, a calagem é feita nas ligações ao coletor. As pontas das bobinas devem ser descoladas no mesmo sentido de rotação do motor. A esse deslocamento em lâminas, contados a partir do centro da bobina, dá-se o nome de calagem das ligações no coletor. Observe a figura abaixo.





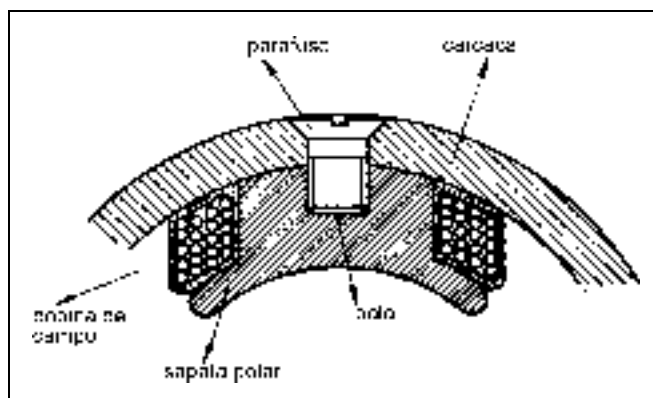
# Desfazer enrolamentos

## Máquinas de pólos salientes

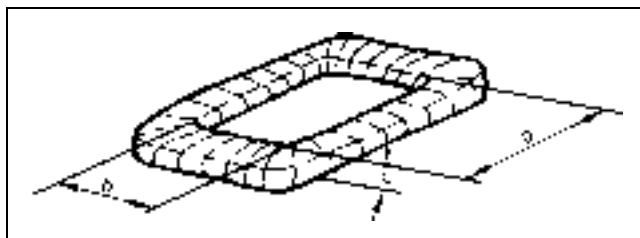
1. Solte a bobina e retire-a do núcleo.

### Observação

Se a sapata polar for aparafusada na carcaça, solte-a para retirar a bobina.



2. Faça, no verso da ficha, um esboço das ligações.
3. Meça as medidas da bobina com paquímetro e escala e anote.



4. Desencadearce a bobina.

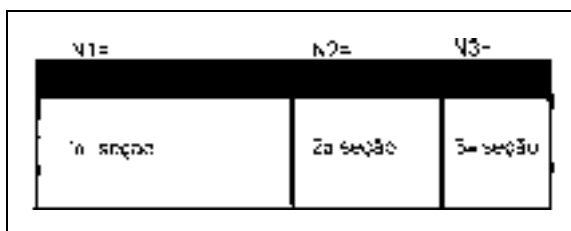
5. Conte as espiras da bobina e anote na ficha.

### Observações

Conte espira por espira e faça amarelo, de 10 em 10 espiras, para não se perder na contagem.



Existem bobinas compostas de duas ou mais seções; conte e anote as espiras de cada seção.



6. Verifique, e anote na ficha, o diâmetro ou o número do fio.

### Máquinas com núcleos ranhurados

1. Anote os dados do bobinado.
2. Faça o esquema das conexões.
3. Conte o número de ranhuras.
4. Meça os passos da bobina e o tipo do bobinado.
5. Conte o número total de bobinas.

6. Conte o número de bobinas de cada grupo.

7. Retire as cunhas.

**Observação**

Quando o verniz de impregnação estiver muito duro, deve-se carbonizá-lo. Para isso, coloque o bobinado numa estufa, a uma temperatura de 200°C, aproximadamente.



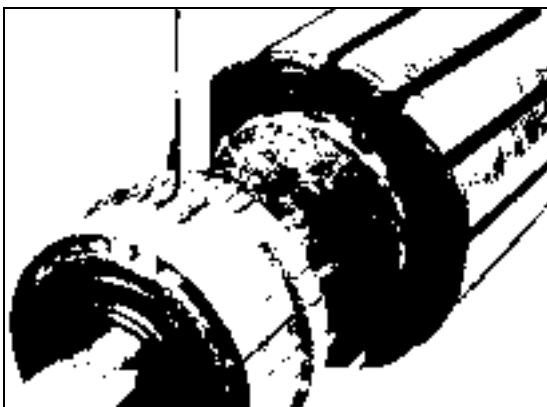


# Bobinar rotor com bobinas consecutivas (fio grosso)

1. Isole o rotor
2. Ponha o rotor sobre o suporte, com o coletor saltado para seu corpo e com as ranhuras marcadas para cima.
3. Retire o isolamento da ponta do 1º condutor para enrolar a 1ª bobina.
4. Ponha a ponta do condutor na lâmina correspondente, com auxílio de um bedame.

## Observação

Use um bedame com espessura um pouco inferior à da abertura do entalhe da lâmina.

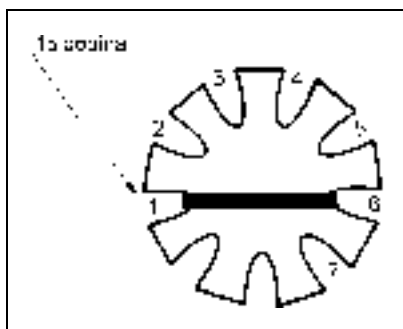


5. Enrole o condutor da esquerda para a direita, nas ranhuras marcadas, dando ao bobinado o passo e o número de espiras obtidos ao tomar os dados.

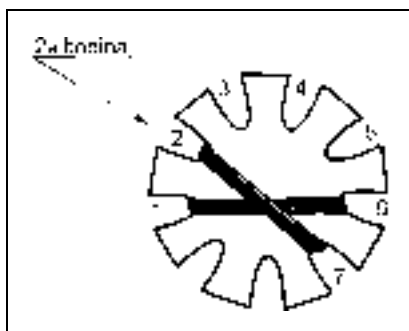
### Observação

Acomode as espiras no interior das ranhuras usando uma espátula, para evitar o cruzamento de fios.

6. Corte o condutor no comprimento do eixo do lado do coletor e coloque esta ponta na ranhura esquerda.
7. Retire o isolamento do 2º condutor e fixe-o na lâmina correspondente.
8. Enrole a 2ª bobina nas ranhuras contíguas do lado direito.



9. Repita o passo 5 para concluir a 2ª bobina.



10. Enrole a 3ª, 4ª e 5ª bobinas.

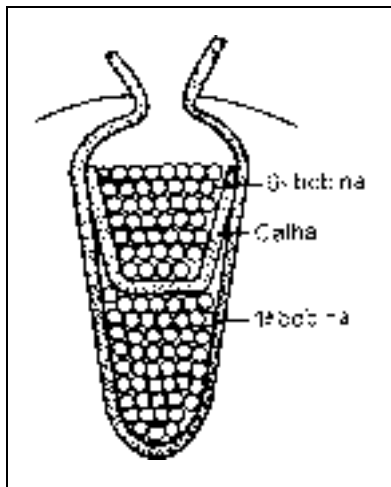
11. Coloque a 6ª bobina.

### Observação

Para esta operação, tomou-se como exemplo um induzido com passo de bobina de 1 a 6. Deste passo em diante, começa o acabamento de bobinas, isto é, teremos dois lados da bobina numa mesma ranhura:

- Levante e retire, para trás, a ponta final da 1ª bobina;
- Pressione, com um acamador, o lado da 1ª bobina;

- Coloque uma calha isolante sobre o lado da 1ª bobina e enrole a 6ª bobina;



- Volte a ponta final da 1ª bobina a seu lugar primitivo, por cima da 6ª bobina.

12. Coloque a 7ª bobina:

- levante a ponta final da 2ª bobina;
- enrole a 7ª bobina repetindo o passo 10.

13. Enrole as bobinas.

### **Observação**

Ao enrolar as bobinas, dê pressão aos fios para dar firmeza ao enrolamento.



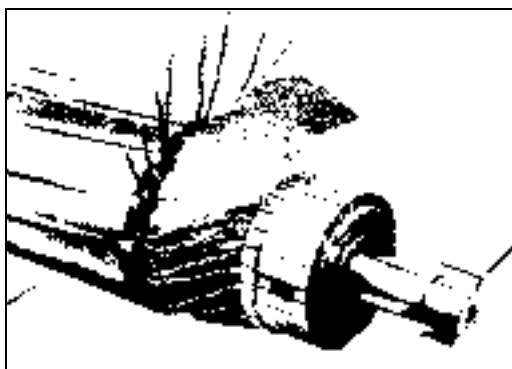
# Baixar saídas de bobinas ao coletor

## Enrolamento ondulado ou em série

1. Teste o coletor, usando o megôhmetro ou lâmpada de prova:
  - verifique se há curto-circuito entre as lâminas do coletor;
  - verifique se há contato entre as lâminas e o eixo do induzido (contato à massa).



2. Prepare o cone.
3. Coloque o cone.



4. Baixe a ponta final da primeira bobina colocada.
5. Localize, no núcleo, as marcas da primeira bobina.
6. Localize, no coletor, as marcas da calagem.

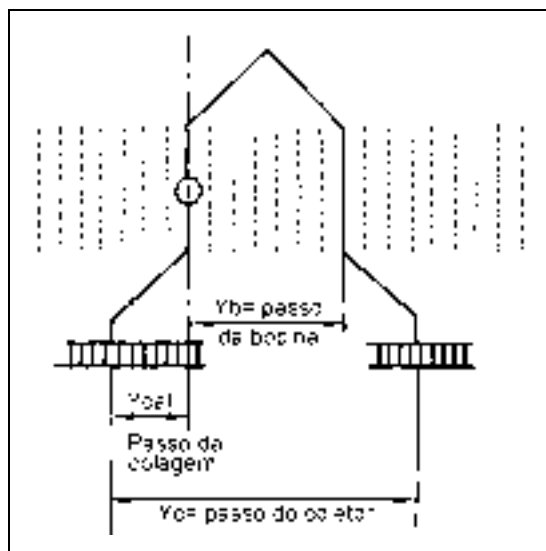
### Observação

Essas marcas deveriam ter sido feitas ao se desfazer o enrolamento original. Caso elas não existam, determine as lâminas que satisfaçam corretamente à calagem de acordo com dados obtidos do enrolamento original.

7. Conte, para a direita da 1ª lâmina, o número de lâmina que satisfaça ao passo do coletor e ligue a saída da 1ª bobina.

### Observações

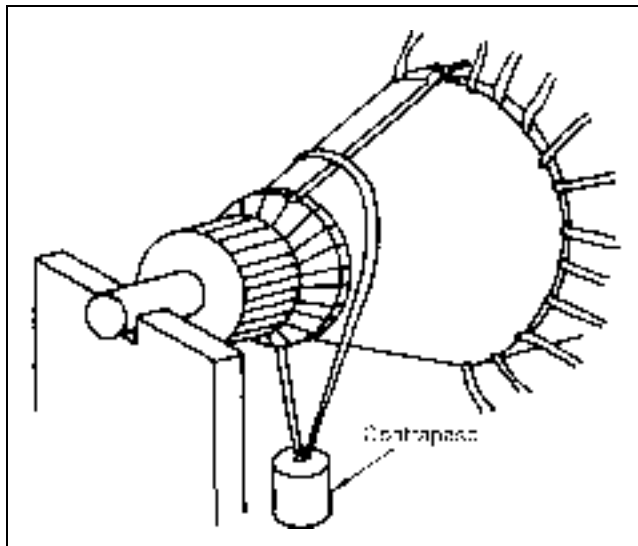
- Raspe a parte do condutor que entrará no entalhe da lâmina.
- Como todas as pontas das entradas das bobinas foram ligadas ao coletor por ocasião do enrolamento, esta operação se limita aos fios de saída das bobinas.



8. Baixe a ponta seguinte, à direita, e coloque-a na lâmina correspondente.

### Observação

Se as pontas das bobinas escapam dos entalhes das lâminas, coloque um cordel com um contrapeso.



9. Coloque as pontas restantes.

10. Solde as pontas no coletor.

### Enrolamento inclinado ou em paralelo

1. Teste o coletor.
2. Coloque o cone de acabamento.
3. Baixe a derivação inicial da ranhura.
4. Localize no núcleo a marca referente à 1ª ranhura.
5. Localize no coletor a marca referente à 1ª lâmina.

### Observação

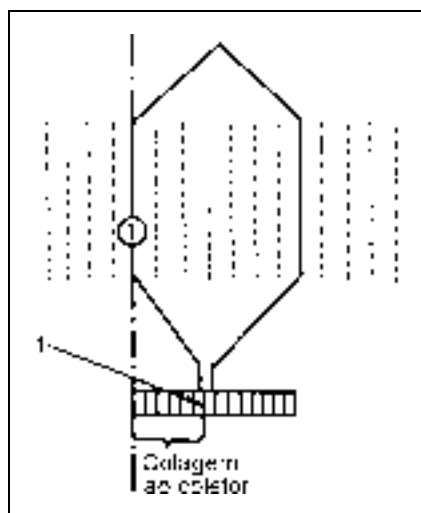
Essas marcas deveriam ter sido feitas ao se desfazer o enrolamento original.

Caso elas não existam, determine as lâminas que satisfaçam corretamente à calagem de acordo com dados obtidos do enrolamento original.

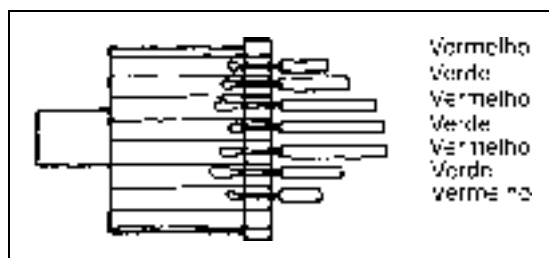
6. Leve a derivação inicial da ranhura 1 ao rasgo da lâmina 1 para determinar onde começar a raspar.
7. Corte o excesso de espaguete e raspe a parte do condutor que irá penetrar no entalhe da lâmina.
8. Coloque o extremo raspado no entalhe. Se as pontas das bobinas escaparem dos entalhes das lâminas, coloque um cordel com um contrapeso.

### Observações

- A derivação inicial da 1ª ranhura é reconhecida pela cor do espaguete.
- Nem sempre a derivação de entrada da ranhura 1 coincide com a ponta inicial do enrolamento. Isto só acontece quando se começa o enrolamento a partir da ranhura 1.



9. A partir da 1ª derivação baixada, prossiga baixando as demais pontas, seguindo a ordem da marcação feita no enrolamento, isto é, pela cor do espaguete.



10. Solde as pontas ao coletor.

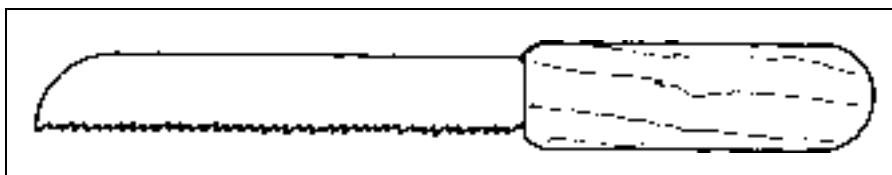


# Ferramentas para bobinar

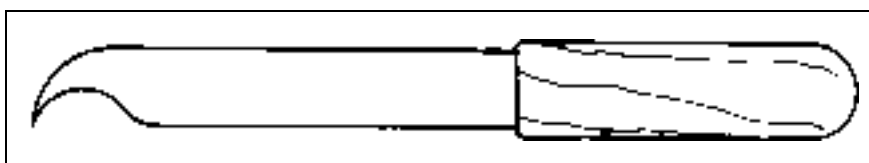
O bobinador utiliza ferramentas de uso comum, como chaves de fenda, chaves de boca e estrias dos alicates, e também ferramentas específicas, que lhe possibilitam construir ou reparar partes dos componentes das máquinas elétricas ou de seus bobinados. Estas ferramentas especiais se encontram à venda nas casas do ramo; porém, muitos bobinadores preferem eles mesmos construí-las, para adaptá-las conforme a necessidade de cada caso.

As ferramentas específicas mais usadas são o rebaixador de mica, o limpador de coletor, a espátula ou cunha, o assentador de isolantes e o assentador de fios ao coletor.

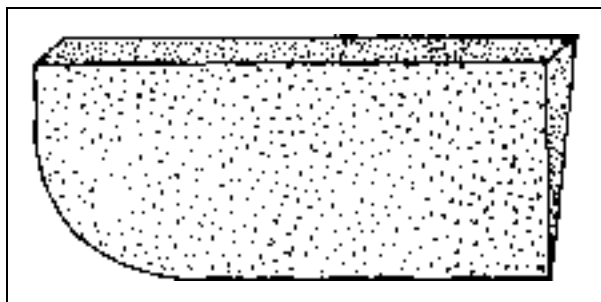
O **rebaixador de mica** é formado por uma lâmina de serra com uma empunhadadeira ou cabo. Pode ser construído com um pedaço de lâmina de serra para metais, da qual se tira a trava dos dentes, no rebolo. A espessura da lâmina deve ser a mesma da mica a rebaixar. Os dentes devem inclinar-se com relação ao cabo na forma indicada pela figura abaixo.



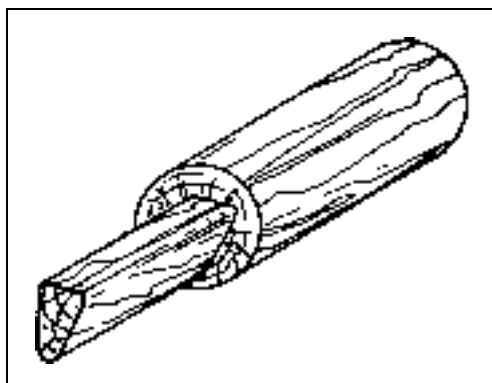
O **limpador de coletor** é semelhante à ferramenta anterior e consta de uma lâmina de aço com cabo. Pode ser construído com uma lâmina de serra para metais.



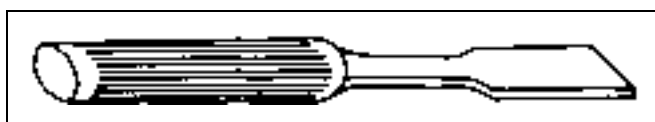
A **espátula** serve para introduzir e alinhar os fios dentro da ranhura. É construída de fibra, madeira dura ou materiais não-metálicos, em forma de cunha, com uma espessura tal que permita ser introduzida com facilidade na ranhura. Para facilitar sua manipulação dentro da ranhura, é conveniente arredondar uma de suas extremidades inferiores.



O **assentador de isolantes** é construído de madeira e sua forma deve ajustar-se à da ranhura que se quer isolar. Suas dimensões laterais devem ser inferiores às da ranhura, tanto quanto o requerido pela espessura do isolante a utilizar. O comprimento deve ser tal que ultrapasse, em 10mm, o comprimento da ranhura.

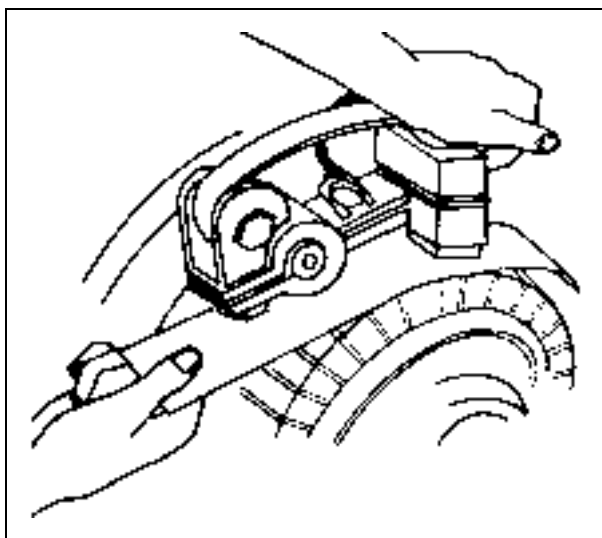


O **assentador de fios ao coletor** é utilizado para introduzir fios na parte estreita dos entalhes dos coletores. Pode ser construído com um pedaço de aço, por exemplo esmerilhando-se a ponta de um prego, cuja espessura deve penetrar no entalhe sem deformá-lo.



# Ajustar escovas de coletores

1. Coloque a escova no porta-escova.
2. Coloque uma lixa entre o coletor e a escova, com a face áspera voltada para a escova.
3. Fixe a mola, dando a necessária pressão à escova.
4. Lixe a escova, puxando a lixa no sentido da rotação do induzido, forçando a escova com a mão.

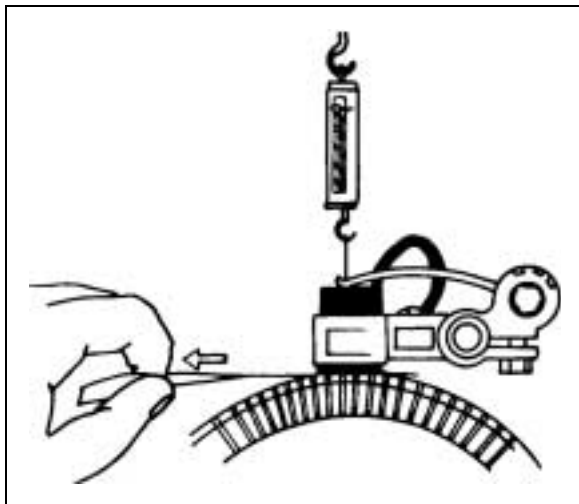


## Observação

Inicie o trabalho com lixa grossa e termine com lixa fina, deixando a superfície de contato da escova sem arranhões.

5. Limpe a escova, o porta-escova e o coletor.

6. Inicie o ajuste da pressão da mola: verifique se a escova desliza levemente no porta-escova.
7. Monte a mola e prenda um dinamômetro no carvão.
8. Coloque um papel entre a escova e o coletor; puxe o papel. No momento em que o papel começar a movimentar-se, faça a leitura do dinamômetro, verificando a força da pressão da mola.



### Observação

A pressão da mola deve ser de 150 gramas por centímetro quadrado de escova.

9. Coloque o rotor com os lados da bobina marcada no ponto central dos pólos auxiliares.
10. Afrouxe o colar de fixação do porta-escova e desloque o conjunto, até que uma das escovas fique tocando nas 2 barras do coletor, onde são ligadas as pontas da bobina condensada.

### Observações

- Nas máquinas sem pólos auxiliares a calagem é feita um pouco avançada no sentido da rotação para os geradores e atrasada para os motores. Nestas máquinas há geralmente uma marca no colar do porta-escova indicando a posição exata da calagem.
- Nem sempre a lâmina do coletor fica no centro geométrico da bobina. Quando a escova é mal calada, produz-se no coletor um intenso faiscando.

# Defeitos internos nos motores de corrente contínua

Além dos defeitos externos, provocados por falhas nas ligações já estudadas, podem ocorrer também os seguintes defeitos internos nos motores de C.C.

## **Fiscamento nas escovas**

As escovas são responsáveis, na maioria das vezes, pelo fiscamento que se origina entre elas e o coletor.

Caracterizam uma boa escova a sua resistência ao desgaste, ao aquecimento e à fricção e sua condutibilidade elétrica. As máquinas que trabalham com baixas correntes e tensão não muito elevada suportam escovas semiduras de carvão que contêm pouco grafite e são de baixo preço.

Para máquinas de grande potência e alta velocidade, a construção será boa com o uso de escovas com alta porcentagem de grafite e preço elevado. Em máquinas de grandes correntes e baixa tensão usam-se escovas compostas de uma mistura de carvão e cobre comprimidos.

## **Escovas fora da linha neutra**

Ajuste as escovas no plano de comutação.

## **Isolamento defeituoso entre escovas**

Desmonte o porta-escovas, verifique a isolação e dê polimento cuidadoso nos isolantes que separam as escovas da máquina.

## **Pressão irregular das escovas**

Verifique o porta-escovas e regule a pressão das escovas.

### **Mau contato das escovas com o coletor**

Verifique a superfície de contato das escovas. Coloque sobre o coletor uma lixa fina e, sobre ela, apoie as escovas sob pressão. Gire o eixo com a mão, procurando ajustar as escovas para que todas suas superfícies apoiem-se sobre o coletor.

### **Coletor sujo ou com a superfície irregular**

O faiscamento neste caso é intermitente. Quando sujo, desengraxe com benzina ou dê um polimento com lixa fina. No caso de ser a superfície rugosa, desmonte a máquina e leve-a a um torno para dar-lhe um breve desbaste. Tenha cuidado para que as lâminas do coletor não se tornem muito finas. O melhor é retificar com rebolo de carborundo de grãos finos.

### **Enrolamento do induzido com solda defeituosa ou dessoldado do coletor**

O faiscamento devido à solda defeituosa provoca um escurecimento nas lâminas correspondentes. Quando as pontas forem dessoldadas, o faiscamento aparece em outras duas lâminas consecutivas.

Desmonte o induzido a faça a prova de continuidade. Esta se faz enviando-se corrente contínua de baixa tensão às lâminas onde deveriam estar as escovas. A seguir, mede-se, com o milivoltímetro, a tensão entre duas lâminas adjacentes e assim por diante. As leituras devem ser iguais, salvo nas pontas defeituosas em que a tensão venha a ser diferente de zero. Refaça ou efetue a solda.

### **Curto-circuito no induzido**

Este defeito pode ser provocado devido a um aquecimento excessivo ou por um isolamento fraco ou defeituoso. O curto-circuito do induzido, além do faiscamento, provoca um consumo de corrente maior que o normal, que pode provocar a queima do enrolamento. A localização deste defeito se faz com a prova eletromagnética (com o eletroímã). Substitua as bobinas defeituosas ou, se necessário, refaça o enrolamento.

### **Enrolamento do induzido ligado à massa**

Com uma lâmpada de prova, verifique se há contato entre condutores e massa. Localize a bobina defeituosa ou isolada e substitua-a por outra, nova, conforme a necessidade.

### **Curto-circuito no indutor ou dissimetria do fluxo**

A extracorrente de abertura, devido ao fenômeno de auto-indução, é a maior responsável pelo curto-circuito provocado no indutor. O curto-circuito nos indutores

também pode ser provocado por causas acidentais como umidade, excesso de aquecimento, etc.

A dissimetria do fluxo pode ter como origem curto-circuito entre algumas espiras ou desigualdade de espiras nos pólos. Este defeito é mais acentuado nos motores com o enrolamento do induzido em paralelo. Verifique o defeito com lâmpada de prova e eletroimã e proceda à reparação.

### **Excesso de velocidade**

Bobina de campo interrompida. Localize o defeito e repare-o.

### **Mica saliente**

Provoca falta de corrente contínua entre coletor e escovas, causando, além de faiscamento, funcionamento rumoroso. Rebaixe a mica.

### **Aquecimento anormal**

#### **Mancais ou rolamentos gastos**

Verifique a folga nos mancais e rolamentos e proceda à reparação do mancal ou substitua o rolamento.

#### **Defeitos da lubrificação**

Verifique os órgãos da lubrificação e repare-os.

#### **Defeito de ventilação**

Verifique o funcionamento da ventilação e repare-o.

#### **Umidade ou óleo nos enrolamentos**

Umidade ou óleo nos enrolamentos baixam a resistência de isolamento, provocando aquecimento anormal na máquina. Quando a máquina fica depositada em lugar pouco arejado e úmido, os enrolamentos adquirem umidade. É de boa norma efetuar-se um teste de isolamento antes de se colocar a máquina em funcionamento.

No caso do óleo lubrificante escorregar dos mancais, este penetra nos enrolamentos; aqui também é necessário efetuar-se um teste de isolamento, pois tanto a umidade quanto o óleo lubrificante estragam o verniz dos enrolamentos. Para reparar estes inconvenientes, é necessário colocar-se a máquina em estufa, tendo-se o cuidado de

retirar as partes que podem se danificar com a temperatura que vai, aproximadamente, a 100°C. Em alguns casos, torna-se necessário efetuar-se novo envernizamento nos enrolamentos.

### **Curto-circuito do induzido**

Pode ser por contato entre lâminas ou entre elas e a massa, provocado pela falta ou má isolamento, ou ainda por material condutor interposto, provocando elevado aquecimento em todo o enrolamento. Também espiras em curto-circuito podem ser causa de aquecimento. Verifique o defeito com lâmpada de prova e eletroimã e repare-o

### **Curto-circuito nos enrolamentos dos campos**

Um curto-circuito, mesmo pequeno, provoca aumento da corrente de excitação e, por conseguinte, a corrente se eleva. Com um eletroimã, localize o defeito e repare-o.

### **O motor não arranca**

#### **Mancais ou enrolamentos gastos**

A folga existente nas partes que suportam o eixo do motor provoca atração do induzido contra as expansões. Verifique o defeito e repare-o.

#### **Interrupção ou curto-circuito no induzido ou no indutor**

Com uma lâmpada de prova e eletroimã, verifique o defeito e repare-o.



# Preparação e bobinagem de rotor de máquina de corrente contínua

## Resumo para execução

1. Desmonte o motor.

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

2. Desfaça o bobinado do rotor anotando os dados.

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

3. Prepare o coletor.

<b>Operação</b>	<b>Ferramentas/instrumentos</b>	<b>Materiais</b>
Preparar coletor laminado com fio grosso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedame</li> <li>• Martelo</li> <li>• Lâmpada em série</li> <li>• Rebaixador de mica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solvente</li> <li>• Estopa</li> <li>• Lixa</li> <li>• Solda</li> </ul>

4. Faça o isolamento dos canais.

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

5. Faça a bobinagem do rotor

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

6. Prepare o cone de acabamento

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

7. Solde os fios no coletor.

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

8. Arremate o bobinado.

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

9. Rebaixe a mica.

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

10. Teste o isolamento e o curto-circuito entre espiras.

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

11. Faça o balanceamento.

	<b>Ferramenta</b>	
	<ul style="list-style-type: none"><li>Máquina de balancear rotores.</li></ul>	

**Verificação**

**Preparação e bobinagem de máquinas de corrente contínua**

1. Assinale com X as alternativas corretas.

- ( ) As máquinas de corrente contínua podem funcionar como geradores ou como motores.
- ( ) Os geradores de corrente contínua são utilizados para transformar energia mecânica em energia mista.
- ( ) Os motores de corrente contínua são utilizados para transformar energia elétrica em energia mecânica.

2. Complete as frases.

- a) Os geradores de corrente contínua podem ser:  
Com excitação independente, \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_.
- b) Os motores de corrente contínua pode ser:  
\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_.
- c) O motor misto possui um enrolamento de fio grosso, que é o \_\_\_\_\_, e um enrolamento de fio fino, que é o \_\_\_\_\_.

3. Responda às perguntas.

- a) O que acontece com a rotação do motor em paralelo quando se aumenta a carga até a nominal?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

b) O que é comutação?

---

---

c) Qual é a finalidade dos interpólos?

---

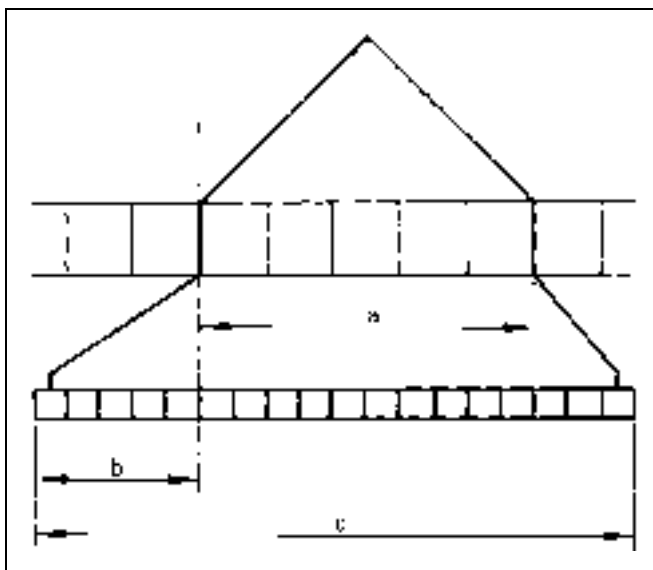
---

d) Como se inverte o sentido da rotação dos motores de C.C?

---

---

4. Observe o esquema abaixo.



Preencha os espaços indicados citando os nomes e os passos.

a = y \_\_\_\_\_ = 1 a \_\_\_\_\_

b = y \_\_\_\_\_ = 1 a \_\_\_\_\_

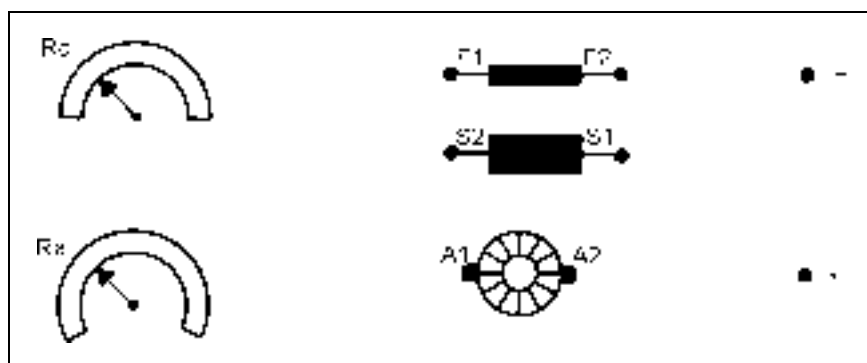
c = y \_\_\_\_\_ = 1 a \_\_\_\_\_

5. Cite três defeitos que podem causar faiscamento das escovas.

---

---

6. Complete o circuito abaixo.



# Ensaio de máquina de corrente contínua

## Introdução

Estas máquinas, tanto os geradores quanto os motores, devem ser testadas à medida que suas partes estão sendo reparadas: armadura, mecanismos dos porta-escovas, enrolamentos da carcaça em série, em paralelo ou interpolos, etc. Porém, convém sempre fazer um teste final com a máquina funcionando na modalidade em que foi concebida: gerador ou motor.

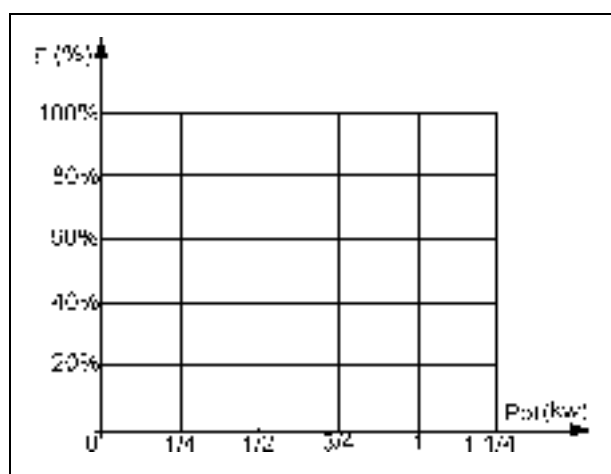
Primeiramente, o teste deve ser feito sem carga e, depois, dentro das possibilidades da oficina, com carga. Convém lembrar que se deve ter todo cuidado ao se energizarem as máquinas de C.C., principalmente aquelas com conexões que podem disparar.

## Motores

Os motores de C.C. podem ser testados, a exemplo dos motores de C.A. assíncronos, no freio de Prony. Deve-se, neste caso, ter uma fonte de C.C. compatível com a tensão e potência do motor a ser testado. Deve-se ligar o motor para a conexão recomendada pelo fabricante, colocar carga gradativamente, com os valores indicados nos instrumentos, e traçar uma curva da rotação, colocando-se, no eixo X, a potência em KW e, no eixo Y, a tensão elétrica. Compara-se a curva com as curvas características da conexão e ainda calcula-se o rendimento em porcentagem.

## Geradores

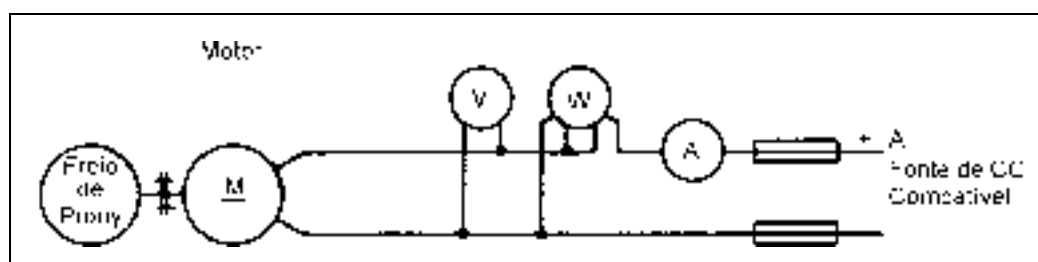
Os geradores de C.C. podem ser testados desde que acoplados convenientemente a um motor, com rotação e potência compatíveis a seus dados de placa. Fazem-se todas as verificações prévias, tanto mecânicas quanto elétricas, como se fazem para os motores. Conectam-se o gerador de acordo com as ligações recomendadas pelo fabricante; liga-se o motor no sentido indicado para o gerador, coloca-se carga gradativamente e, com os dados colhidos, traça-se a curva de rotação sobre o eixo x, colocando-se a potência, e no eixo y, colocando-se a tensão elétrica.



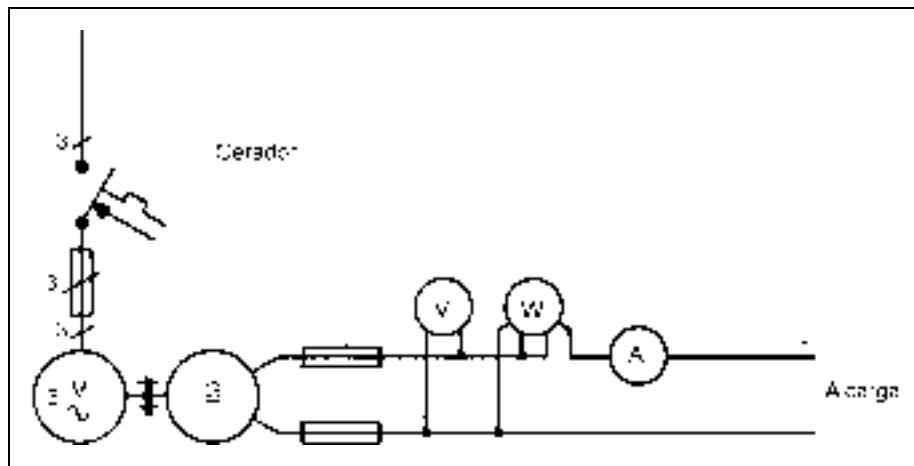
A carga colocada pode ser lâmpadas incandescentes, fogareiros ou soldadores com tensão compatível à gerada. Analisa-se se a curva levantada está de acordo com as características da ligação executada no gerador.

O rendimento pode ser calculado a partir dos dados do motor. Alguns geradores, por ficarem muito tempo parados para reparos, poderão perder o magnetismo residual de seus núcleos. Então, será necessário fazer circular uma corrente contínua em seus bobinados em série para criar o campo inicial magnetizante.

## Execução







1. Faça as conexões conforme o diagrama.
2. Faça as verificações mecânicas e elétricas.
3. Energize o circuito.
4. Coloque carga gradativamente.
5. Efetue as medições e anote os dados.

### **Aparelhos**

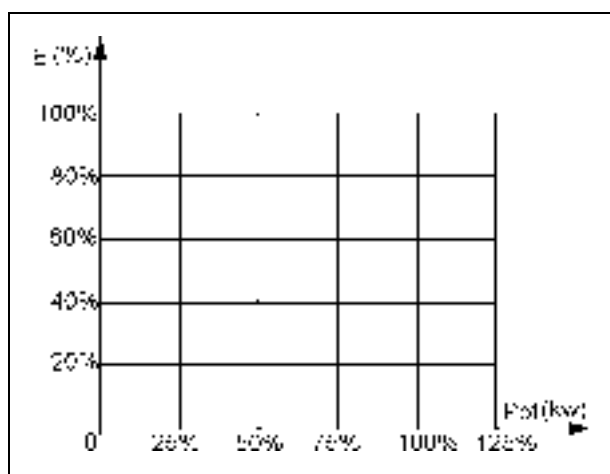
- Voltímetro
- Amperímetro
- Wattímetro
- Megôhmetro
- Tacômetro

### **Equipamento**

- Jogo de chave de boca fixa, cachimbo ou allen
- Chave de fenda
- Base de fusíveis
- Freio de Prony
- Fonte de corrente contínua
- Banco de resistores
- Cabinhos com pinos-banana nas pontas

### Ensaio - Exercícios

1. A pressão teórica sobre as escovas dessa máquina é de \_\_\_\_\_ e a medida foi de \_\_\_\_\_.
2. A resistência de isolamento teórica para a máquina é de \_\_\_\_\_ MΩ e a medida a \_\_\_\_\_ °C foi de \_\_\_\_\_ MΩ.
3. O gerador/motor foi testado e apresentou os valores do gráfico que representa a curva de rotação abaixo:



4. Analise o gráfico acima e confronte a curva com a curva característica da ligação. Faça o seu comentário.

---

---

5. Quanto ao rendimento, a máquina se apresenta satisfatoriamente? Justifique.

---

---

6. A máquina a plena carga teve rendimento de \_\_\_\_\_ %.



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.**