

Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR

Núcleo de Tecnologia –NT

Departamento de Engenharia Elétrica – DEE

Bacharelado em Engenharia Elétrica

ROTEIRO DE LABORATÓRIO DE MÁQUINAS ELÉTRICAS

Docente: M.Sc. Eng. Viviane Barrozo da Silva

Técnico: Marcus Vinicius Oliveira Braga

Porto Velho

2016

1. FUNCIONAMENTO A VAZIO DO GERADOR DE CORRENTE CONTÍNUA COM EXCITAÇÃO EM SEPARADO

Material utilizado:

1. Gerador de corrente contínua;
2. Motor de acionamento com pertences;
3. Voltímetro;
4. Miliamperímetro;
5. Fonte de tensão ajustável;
6. Tacômetro.

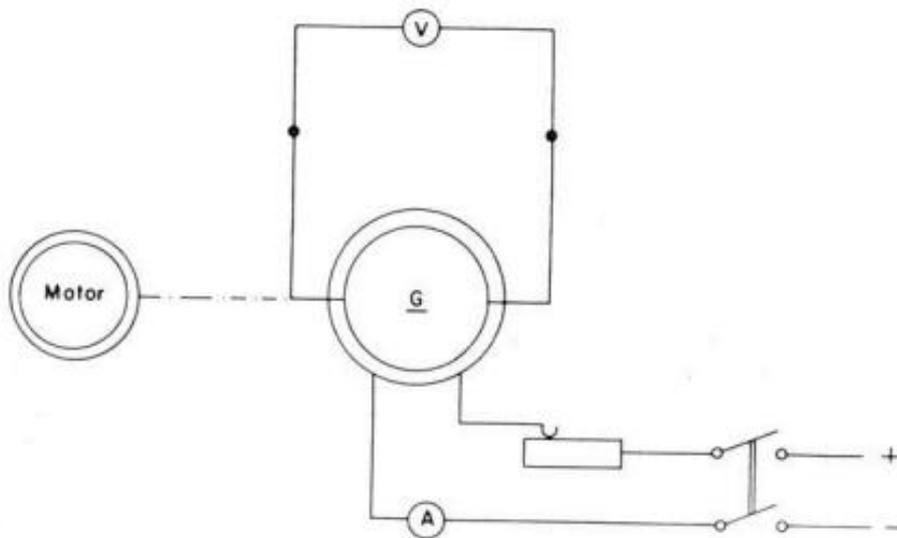


Fig. 1

Etapas de realização:

- a) Ler o esquema do circuito;
- b) Selecionar o equipamento e registrar as características do mesmo na lista da folha de ensaio;
- c) Executar as ligações;
- d) Abrir o circuito de excitação do gerador;
- e) Consultar o professor e, se este aprovar, continuar o ensaio;
- f) Dar partida ao motor de acionamento;
- g) Ajustar e manter a velocidade do grupo à velocidade nominal do gerador, utilizando um tacômetro para o controle;
- h) Observar o valor da tensão existente nos bornes do gerador;
- i) Inserir totalmente a fonte de tensão no circuito de excitação do gerador (excitação mínima);

2. FUNCIONAMENTO DO GERADOR DE CORRENTE CONTÍNUA COM EXCITAÇÃO EM SEPARADO, COM CARGA VARIÁVEL

Material utilizado:

1. Gerador de corrente contínua;
2. Motor de acionamento com pertences;
3. Voltímetro;
4. Interruptor bipolar;
5. Amperímetro;
6. Miliamperímetro;
7. Resistência de carga;
8. Fonte de tensão ajustável;
9. Tacômetro.

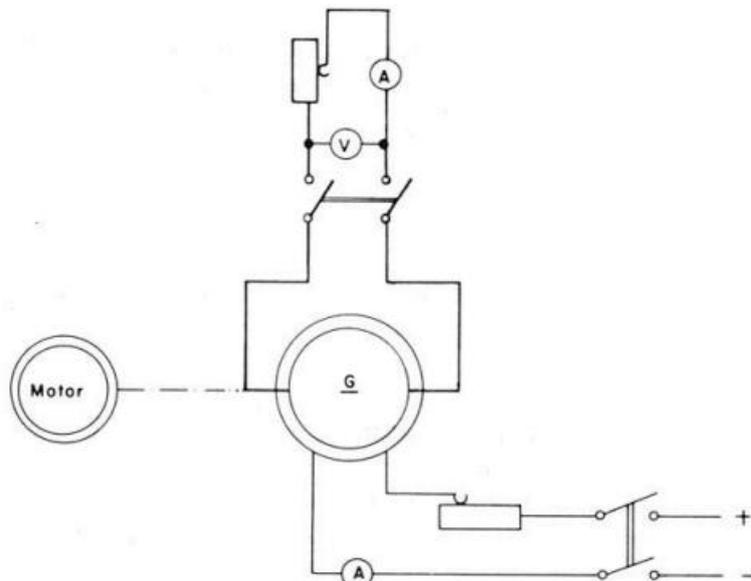


Fig. 4

Etapas de realização:

- a) Ler o esquema do circuito;
- b) Selecionar o equipamento e registrar as características do mesmo na lista da folha de ensaio;
- c) Executar as ligações;
- d) Abrir o circuito de excitação do gerador;
- e) Consultar o professor e, se este aprovar, continuar o ensaio;
- f) Dar partida ao motor de acionamento;
- g) Ajustar e manter a velocidade do grupo à velocidade nominal do gerador, utilizando um tacômetro para o controle;

- h) Inserir totalmente a fonte de tensão no circuito de excitação do gerador (excitação mínima);
- i) Regular a excitação do gerador de forma que sua tensão, em vazio, alcance o valor nominal;
- j) Fixar uma série de valores da corrente de excitação de zero até o máximo admissível, registrando-os na fig. 5 coluna "I", em ordem crescente, de cima para baixo;
- k) Regular a carga para a absorção mínima;
- l) Ligar o gerador às resistências de carga;
- m) Regular a carga do gerador e, para cada valor prefixado da corrente, ler o correspondente valor da tensão existentes nos bornes do gerador, registrando os valores na fig 5, coluna "V";
- n) Medir a resistência interna do gerador (R_i);
- o) Calcular a queda de tensão interna do gerador ($I \cdot R_i$) em correspondência a cada valor prefixado da corrente, registrando os valores na fig t, coluna " $I \cdot R_i$ ";
- p) Traçar, conforme fig 6, a característica externa do gerador, $V=f(I)$, utilizando os valores I e V da fig 5.
- q) Traçar a curva das quedas de tensão do gerador $I \cdot R_i=f(I)$, utilizando os valores I e $I \cdot R_i$ da fig 5.
- r) Traçar a característica total do gerador $E=f(I)$, somando-se a cada ordenada da curva $V=f(I)$ o correspondente valor da ordenada $I \cdot R_i$.

$i_{exc} = A$		
I	V	$I \cdot R_i$
[A]	[V]	[V]

Fig. 5

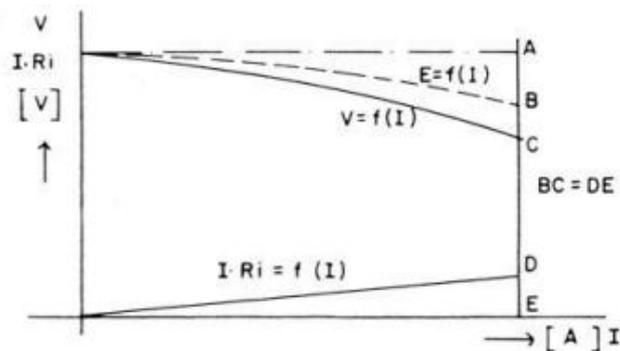


Fig. 6

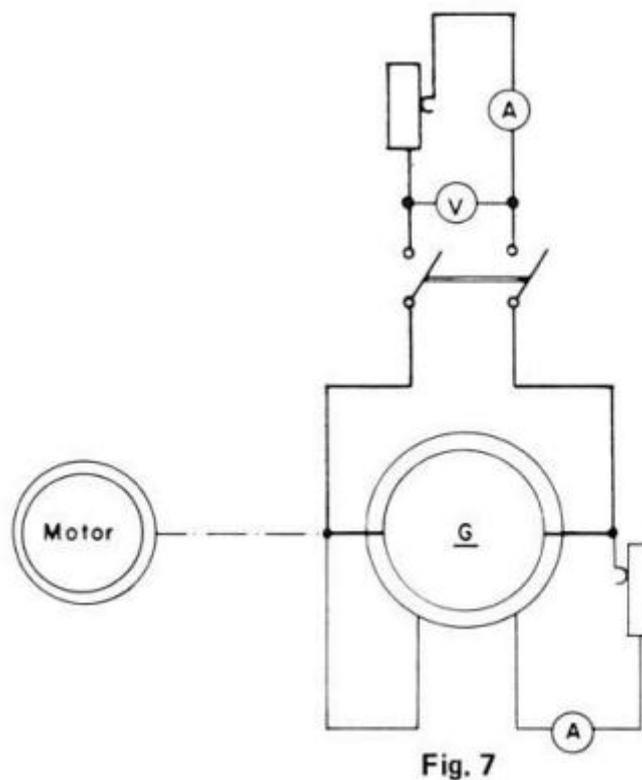
Conclusões

- a) O que ocorre quando há o aumento da carga do gerador excitado em separado? Por quê?
- b) Explique a funcionalidade do gráfico das curvas.

3. FUNCIONAMENTO DO GERADOR DE CORRENTE CONTÍNUA DERIVAÇÃO, COM CARGA VARIÁVEL

Material utilizado:

1. Gerador de corrente contínua;
2. Motor de acionamento com pertences;
3. Voltímetro;
4. Interruptor bipolar;
5. Amperímetro;
6. Miliamperímetro;
7. Reostato de carga;
8. Tacômetro.



Etapas de realização:

- a) Ler o esquema do circuito;
- b) Selecionar o equipamento e registrar as características do mesmo na lista da folha de ensaio;
- c) Executar as ligações;
- d) Verificar se o circuito de carga está desligado;
- e) Inserir totalmente o reostato no circuito de excitação do gerador (excitação mínima);

- f) Consultar o professor e, se este aprovar, continuar o ensaio;
- g) Dar partida ao motor de acionamento e, se este for uma máquina síncrona, regular a excitação para a menor absorção de corrente da linha;
- h) Ajustar e manter a velocidade do grupo à velocidade nominal do gerador, utilizando um tacômetro para o controle;
- i) Regular a excitação do gerador de forma que sua tensão, em vazio, alcance o valor nominal;
- j) Fixar uma série de valores da corrente de carga do gerador, do valor mínimo ao máximo admissível, registrando-os na fig. 8 coluna "I", em ordem crescente, de cima para baixo;
- k) Regular o reostato de carga para a absorção mínima;
- l) Ligar o gerador ao reostato de carga;
- m) Regular a carga do gerador e, para cada valor prefixado da corrente, ler o correspondente valor da tensão existentes nos bornes do gerador, registrando os valores na fig 8, coluna "V";
- n) Calcular a queda de tensão interna do gerador ($I \cdot R_i$) em correspondência a cada valor prefixado da corrente, registrando os valores na fig t, coluna " $I \cdot R_i$ ";
- o) Traçar, conforme fig 9, a característica externa do gerador, $V=f(I)$, utilizando os valores I e V da fig 8.
- p) Traçar a curva das quedas de tensão do gerador $I \cdot R_i=f(I)$, utilizando os valores I e $I \cdot R_i$ da fig 8.
- q) Traçar a característica total do gerador $E=f(I)$, somando-se a cada ordenada da curva $V=f(I)$ o correspondente valor da ordenada $I \cdot R_i$.

$I_{exc} =$		
I	V	$I \cdot R_i$
[A]	[V]	[V]

Fig. 8

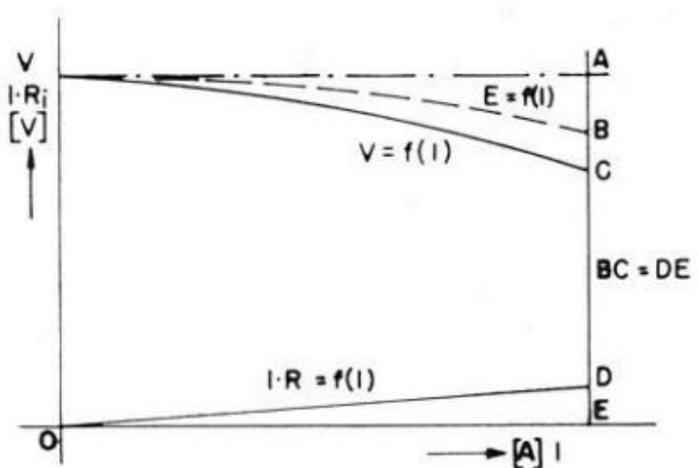


Fig. 9

Conclusões

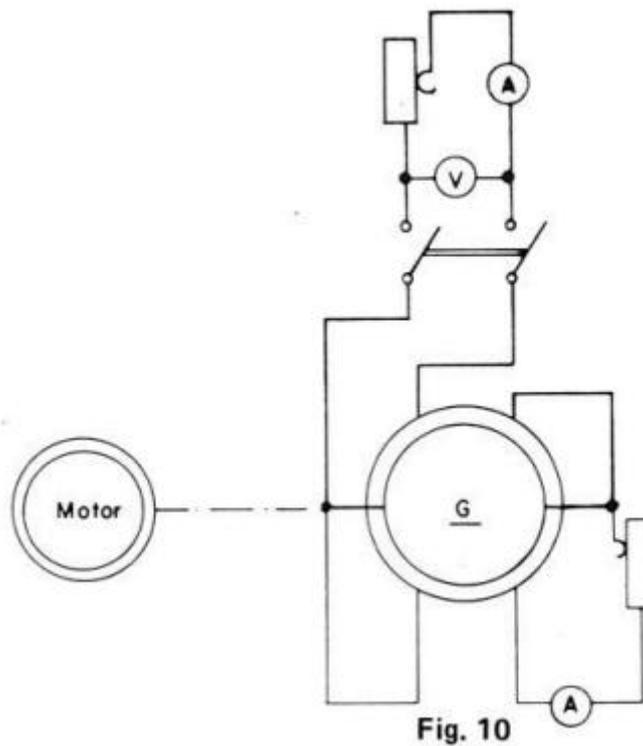
- a) O que explica a tensão gerada nos bornes do gerador mesmo ele estando sem excitação da fonte?

- b)** O que ocorre quando há o aumento da carga do gerador excitado em separado? Por quê?
- c)** Explique a funcionalidade do gráfico das curvas.
- d)** Por que o gerador derivação é protegido contra curtos-circuitos?

4. FUNCIONAMENTO DO GERADOR DE CORRENTE CONTÍNUA DE EXCITAÇÃO COMPOSTA, COM CARGA VARIÁVEL

Material utilizado:

1. Gerador de corrente contínua com excitação composta, com reostato de campo;
2. Motor de acionamento com pertences;
3. Voltímetro;
4. Interruptor bipolar;
5. Amperímetro;
6. Miliamperímetro;
7. Reostato de carga;
8. Tacômetro.



Etapas de realização:

- a) Ler o esquema do circuito;
- b) Selecionar o equipamento e registrar as características do mesmo na lista da folha de ensaio;
- c) Executar as ligações;
- d) Verificar se o circuito de carga está desligado;
- e) Inserir totalmente o reostato no circuito de excitação do gerador (excitação mínima);

Conclusões

- a) O que acontece quando inverte-se a ligação do enrolamento em série?
- b) O que ocorre quando há o aumento da carga do gerador?
- c) Explique a funcionalidade do gráfico das curvas.

5. FUNCIONAMENTO DO GERADOR DE CORRENTE CONTÍNUA DERIVAÇÃO, COM CARGA VARIÁVEL (TENSÃO E EXCITAÇÃO CONSTANTES)

Material utilizado:

1. Motor de corrente contínua derivação com reostato de partida e reostato de campo;
2. Freio;
3. Interruptor bipolar;
4. Amperímetro;
5. Miliamperímetro;
6. Tacômetro.

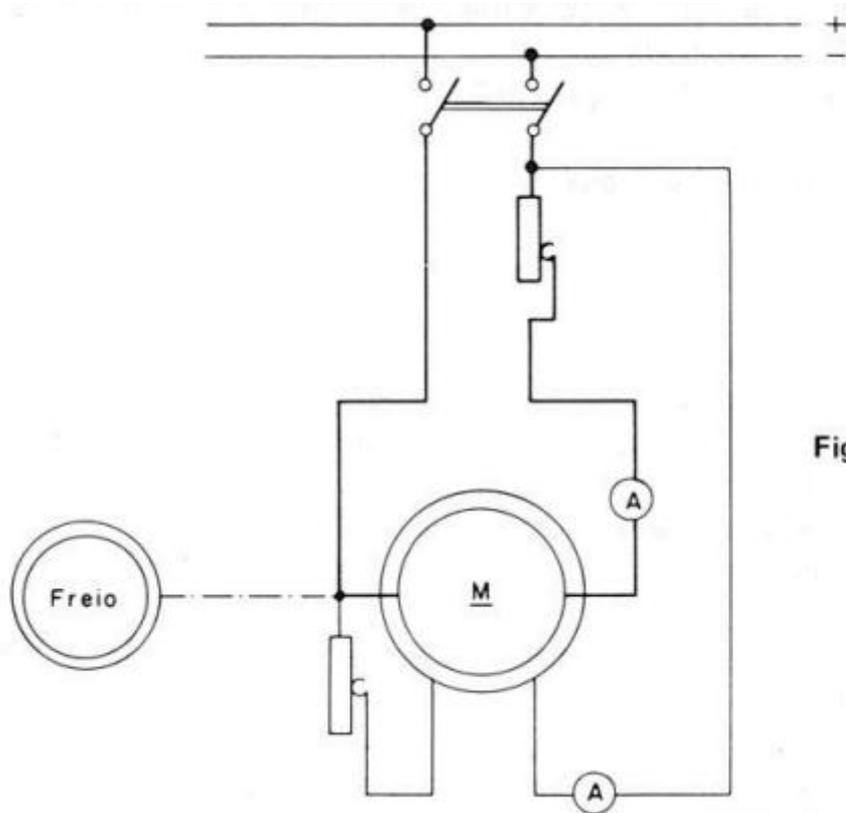


Fig. 13

Etapas de realização:

- a) Ler o esquema do circuito;
- b) Selecionar o equipamento e registrar as características do mesmo na lista da folha de ensaio;
- c) Executar as ligações;
- d) Desinserir totalmente o reostato de campo do motor (excitação máxima);
- e) Inserir totalmente o reostato de partida do motor (tensão rotórica mínima);
- f) Consultar o professor e, se este aprovar, continuar o ensaio;

- g) Acionar o motor e desinserir gradativamente o reostato de partida;
- h) Acelerar o motor, por meio do reostato de campo, até alcançar sua velocidade nominal;
- i) Traçar os gráficos das figs 14 e 15, utilizando os valores da fig 17.

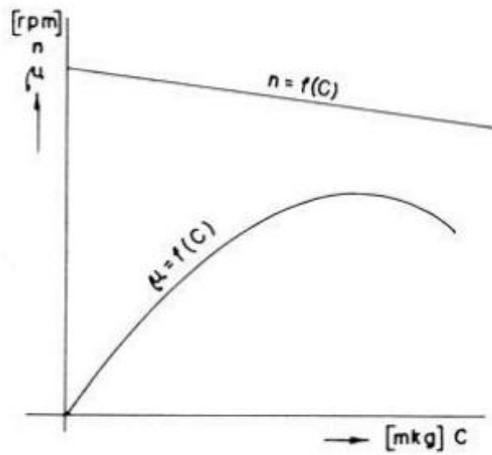


Fig. 14

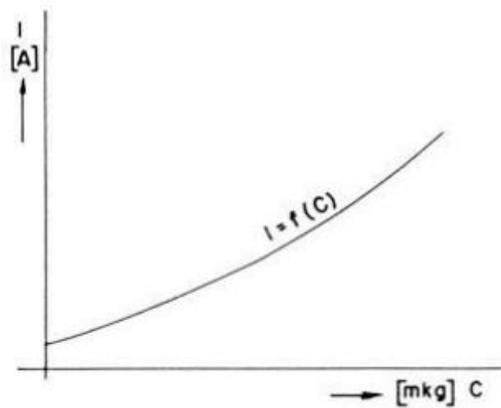


Fig. 15

Conclusões

- a) O que ocorre quando há o aumento da carga do motor?
- b) Qual o comportamento da corrente absorvida pelo induzido?
- c) Como se explica o rendimento do motor no ensaio realizado?

6. CONTROLE DA VELOCIDADE DO MOTOR DE CORRENTE CONTÍNUA DERIVAÇÃO, COM CARGA CONSTANTE, VARIANDO CAMPO

Material utilizado:

1. Motor de corrente contínua derivação com reostato de partida e reostato de campo;
2. Freio;
3. Voltímetro;
4. Interruptor bipolar;
5. Amperímetro;
6. Miliamperímetro;
7. Tacômetro.

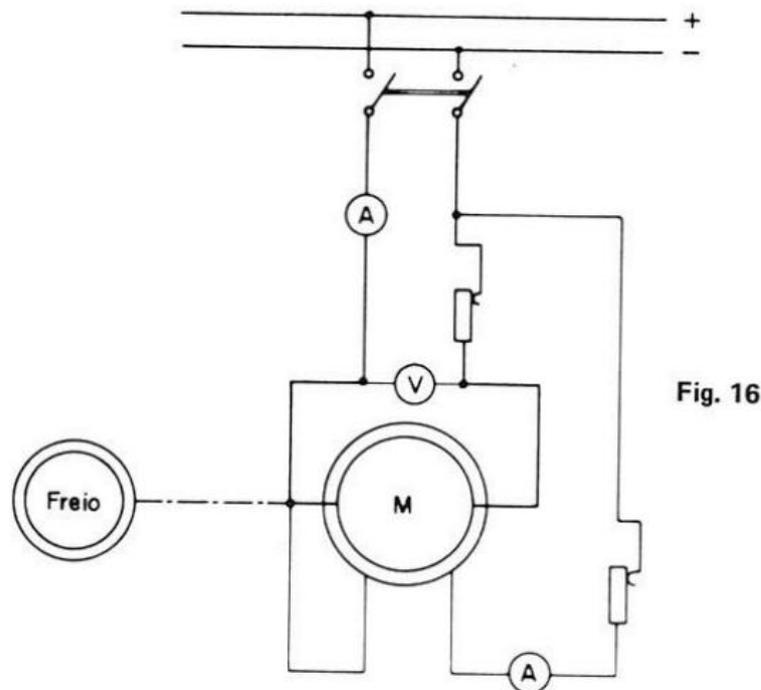


Fig. 16

Etapas de realização:

- a) Ler o esquema do circuito;
- b) Selecionar o equipamento e registrar as características do mesmo na lista da folha de ensaio;
- c) Executar as ligações;
- j) Desinsrerir totalmente o reostato de campo do motor (excitação máxima);
- d) Inserir totalmente o reostato de partida do motor (tensão rotórica mínima);
- e) Consultar o professor e, se este aprovar, continuar o ensaio;
- f) Acionar o motor e desinsrerir gradativamente o reostato de partida;

- g) Acelerar o motor, por meio do reostato de campo, até alcançar sua velocidade nominal;
- h) Dar carga ao motor, por meio do freio, regulando a ação frenante de forma que o motor tenha aproximadamente 25% de sua carga nominal;
- i) Fixar uma série de valores da corrente de excitação, compreendidos entre o que corresponde à velocidade nominal do motor e o que é obtido com o reostato de campo totalmente desinserido, registrando-os na fig 18, coluna "I_{exc}" em ordem crescente, de cima para baixo;
- j) Diminuir a velocidade do motor, desinserindo o reostato de campo (aumentando a excitação), e, para cada valor prefixado da corrente de excitação, medir o correspondente valor do número de rotações por minuto do rotor, registrando os valores na fig 18, coluna "n";
- k) Dar carga ao motor, por meio do freio, regulando a ação frenante para os valores registrados na fig 17, coluna "C" ou coluna "I", conforme o caso;
- l) Registrar na fig 17 todos os valores obtidos por leitura direta, isto é:

V = tensão de alimentação em volts
 I_{exc} = corrente de excitação em miliampères
 I = corrente do induzido em ampères
 n = rotações por minuto
 C = conjugado em mkg (se for o caso)
 b = braço do freio em metros (se for o caso)
 P = peso em kg (se for o caso)

- m) Calcular, com base nos valores medidos, os indicados a seguir:

W_a = potência absorvida = V.I, em watts
 W_m = potência mecânica produzida = 1,028n.C, em watts
 $\mu = \text{rendimento} = \frac{W_a}{W_m}$

V = volts ; I _{exc} = mA							
MEDIR					CALCULAR		
I	n	b	P	C	W _a	W _m	μ
[A]	[rpm]	[m]	[kg]	[mkg]	[W]	[W]	%

Fig. 17

n) Traçar o gráfico da fig 19, utilizando os valores registrados na fig 18.

$V_a =$ volts	
I_{exc}	n

Fig. 18

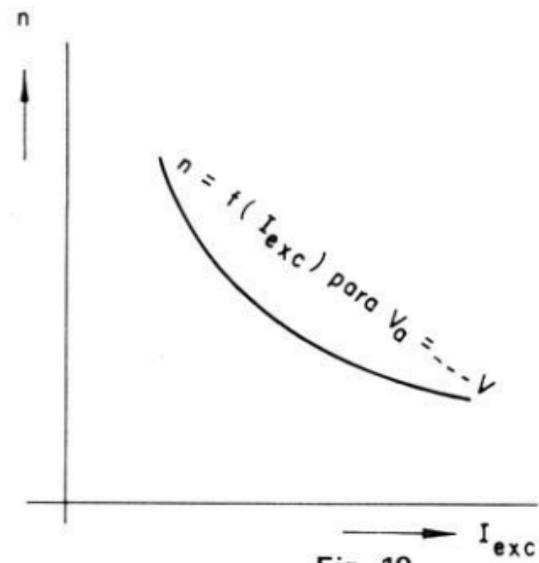


Fig. 19

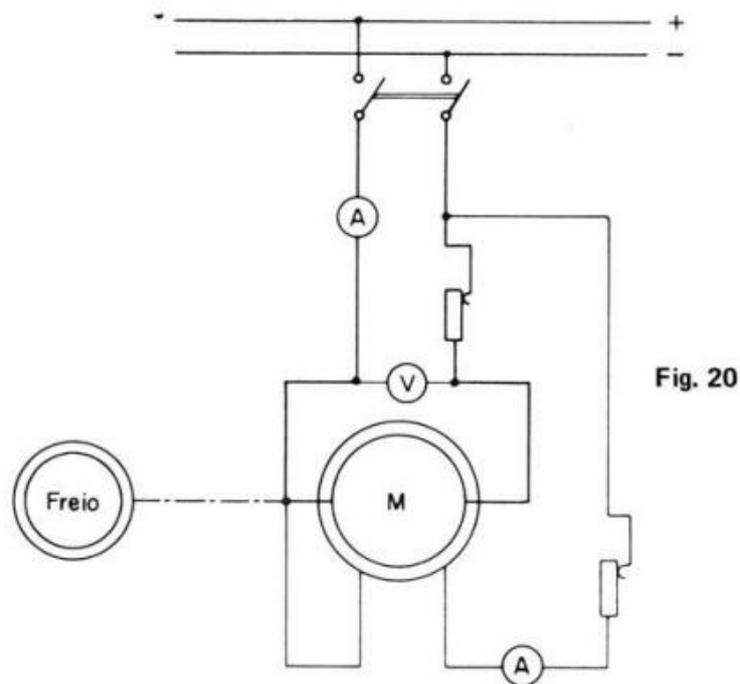
Conclusões

- Como é possível regular a velocidade do motor?
- Como se explica a curvade rotações versus corrente de excitação do motor no ensaio realizado?

7. CONTROLE DA VELOCIDADE DO MOTOR DE CORRENTE CONTÍNUA DERIVAÇÃO, COM CARGA CONSTANTE, VARIANDO CAMPO A TENSÃO ROTÓRICA

Material utilizado:

1. Motor de corrente contínua derivação com reostato de partida e reostato de campo;
2. Freio;
3. Voltímetro;
4. Interruptor bipolar;
5. Amperímetro;
6. Miliamperímetro;
7. Tacômetro.



Etapas de realização:

- a) Ler o esquema do circuito;
- b) Selecionar o equipamento e registrar as características do mesmo na lista da folha de ensaio;
- c) Executar as ligações;
- k) Desinserir totalmente o reostato de campo do motor (excitação máxima);
- d) Inserir totalmente o reostato de partida do motor (tensão rotórica mínima);
- e) Consultar o professor e, se este aprovar, continuar o ensaio;
- f) Acionar o motor e desinserir gradativamente o reostato de partida;

- g) Acelerar o motor, por meio do reostato de campo, até alcançar sua velocidade nominal;
- h) Dar carga ao motor, por meio do freio, regulando a ação frenante de forma que o motor tenha aproximadamente 25% de sua carga nominal;
- i) Fixar uma série de valores da tensão rotórica " V_a ", compreendidos entre o valor da tensão da linha e o que é obtido com o reostato de partida totalmente inserido, registrando-os na fig 21, coluna " V_a " em ordem decrescente, de cima para baixo;
- j) Diminuir a tensão rotórica, inserindo o reostato de partida, e, para cada valor prefixado da tensão, medir o número de rotações por minuto do motor, registrando os valores na fig 21, coluna " n ";
- k) Traçar o gráfico da fig 22, utilizando os valores registrados na fig 21.

$I_{exc} =$ mA	
V_a [V]	n [rpm]

Fig. 21

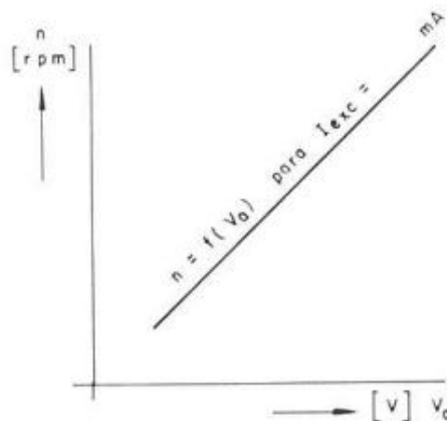


Fig. 22

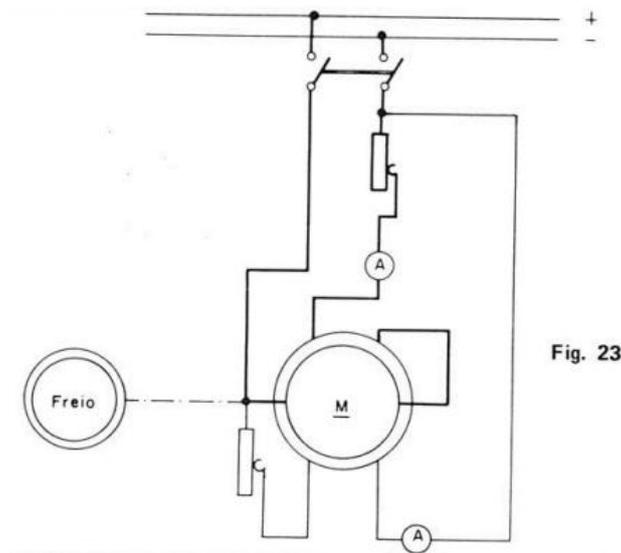
Conclusões

- a) Como é possível regular a velocidade do motor?
- b) Como se explica a curvade rotações versus corrente de excitação do motor no ensaio realizado?

8. FUNCIONAMENTO DO MOTOR DE CORRENTE CONTÍNUA DE EXCITAÇÃO COMPOSTA, COM CARGA VARIÁVEL, (TENSÃO E EXCITAÇÃO DERIVAÇÃO CONSTANTES)

Material utilizado:

1. Motor de corrente contínua de excitação composta, com reostato de partida e reostato de campo;
2. Freio;
3. Interruptor bipolar;
4. Amperímetro;
5. Miliamperímetro;
6. Tacômetro.



Etapas de realização:

- a) Ler o esquema do circuito;
- b) Selecionar o equipamento e registrar as características do mesmo na lista da folha de ensaio;
- c) Executar as ligações, tomando-se o cuidado do campo atuar com fluxo adicional;
- l) Desinserir totalmente o reostato de campo do motor (excitação máxima);
- d) Inserir totalmente o reostato de partida do motor (tensão rotórica mínima);
- e) Consultar o professor e, se este aprovar, continuar o ensaio;
- f) Acionar o motor e desinserir gradativamente o reostato de partida;
- g) Acelerar o motor, por meio do reostato de campo, até alcançar sua velocidade nominal;

- h) Dar carga ao motor, por meio do freio, regulando a ação frenante para os valores registrados na fig 24, coluna "C" ou coluna "I", conforme o caso;
- i) Registrar na fig 24 todos os valores obtidos por leitura direta, isto é:
 V = tensão de alimentação em volts
 I_{exc} = corrente de excitação em miliampères
 I = corrente do induzido em ampères
 n = rotações por minuto
 C = conjugado em mkg (se for o caso)
 b = braço do freio em metros (se for o caso)
 P = peso em kg (se for o caso)
- j) Calcular, com base nos valores medidos, os indicados a seguir:
 W_a = potência absorvida = V.I, em watts
 W_m = potência mecânica produzida = 1,028n.C, em watts
 $\mu = \text{rendimento} = \frac{W_a}{W_m}$
- k) Registrar os valores calculados na fig 24;

V =		volts		;		I_{exc} =		mA	
MEDIR					CALCULAR				
I	n	b	P	C	W_a	W_m	μ		
[A]	[rpm]	[m]	[kg]	[mkg]	[W]	[W]	%		

Fig. 24

- l) Traçar os gráficos das figs 25 e 26, utilizando os valores da fig 24.

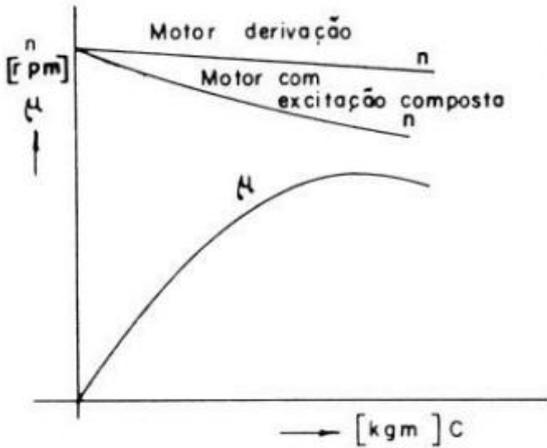


Fig. 25

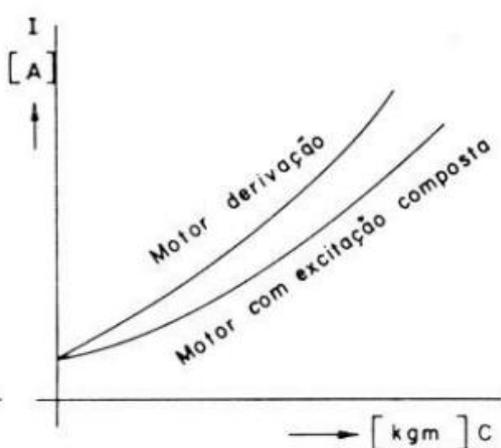


Fig. 26

Conclusões

- a)**
- b)**
- c)**

9. PARTIDA DIRETA DO MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO

Material utilizado:

1. Motor de indução trifásico de gaiola
2. Freio;
3. Amperímetro;
4. 1 disjuntor-motor
5. 1 botão NA
6. 1 botão NF
7. 1 contator tripolar com 1 contato de comando NA acoplado
8. 1 lâmpada sinalizadora cor vermelha

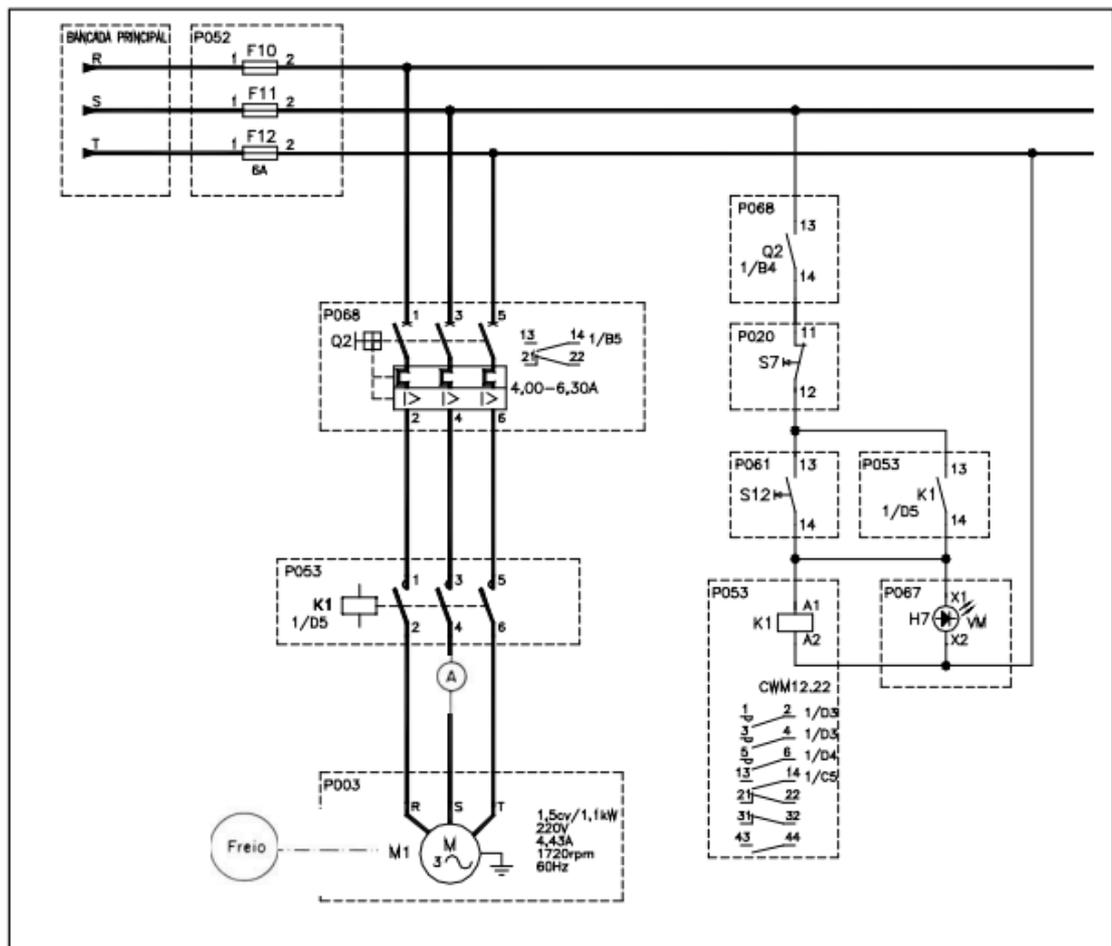


Fig. 20 – Partida direta a contator

- a) Comparar os valores da corrente de partida registrados, com o valor da corrente nominal do motor.

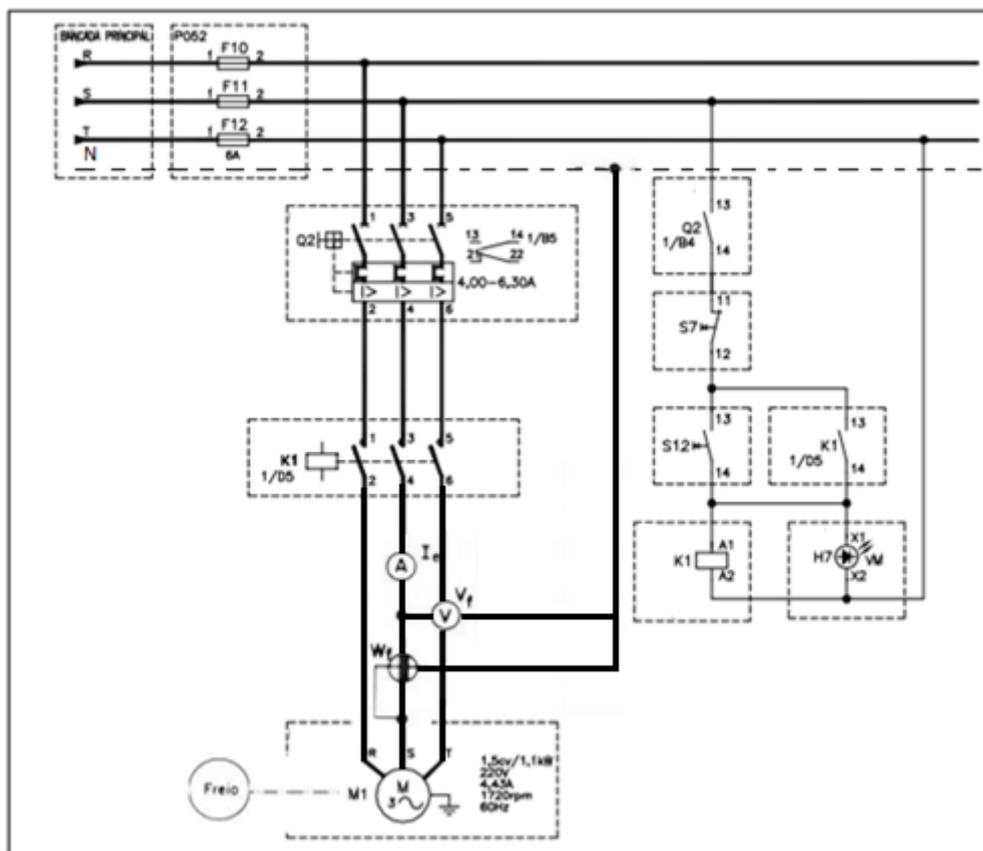
Conclusões

- a) O que se pode observar durante a partida a plena tensão?
- b) O que acontece quando se insere carga no motor?

10. FUNCIONAMENTO DO MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO COM CARGA

Material utilizado:

1. Motor de indução trifásico de gaiola
2. Freio
3. Amperímetro
4. Voltímetro
5. Wattímetro
6. 1 disjuntor-motor
7. 1 botão NA
8. 1 botão NF
9. 1 contator tripolar com 1 contato de comando NA acoplado
10. 1 lâmpada sinalizadora cor vermelha



Etapas de realização:

- a) Ler o esquema do circuito;
- b) Selecionar o equipamento e registrar as características do mesmo na folha de ensaio;
- c) Iniciar a montagem do circuito de acordo com o diagrama da figura acima;

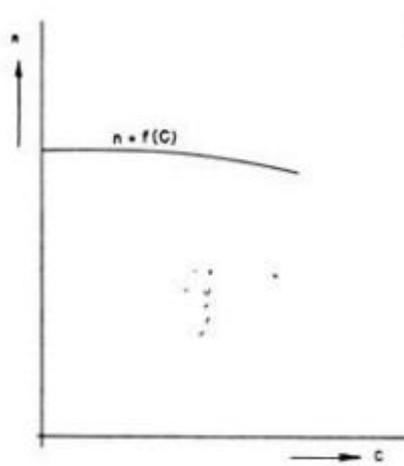


Fig. 45

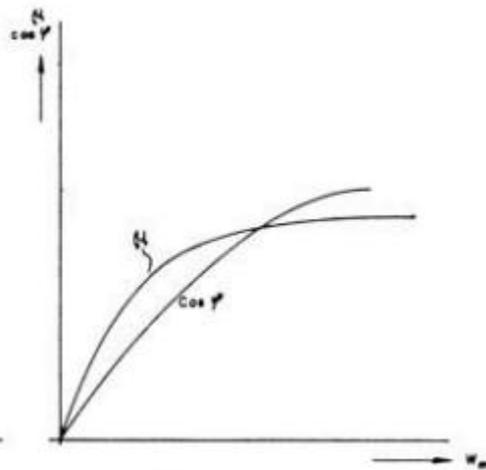


Fig. 46

Conclusões

- a) O que acontece quando há aumento de carga no motor?
- b) O que se pode concluir a respeito do rendimento e fator de potência do motor?

11. COMPENSAÇÃO DA CORRENTE REATIVA DE MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO

1. Motor de indução trifásico de gaiola
2. Freio
3. 3 Amperímetros
4. Voltímetro
5. Wattímetro
6. 1 disjuntor-motor
7. 3 Capacitores
8. 1 botão NA
9. 1 botão NF
10. 1 contator tripolar com 1 contato de comando NA acoplado
11. 1 lâmpada sinalizadora cor vermelha

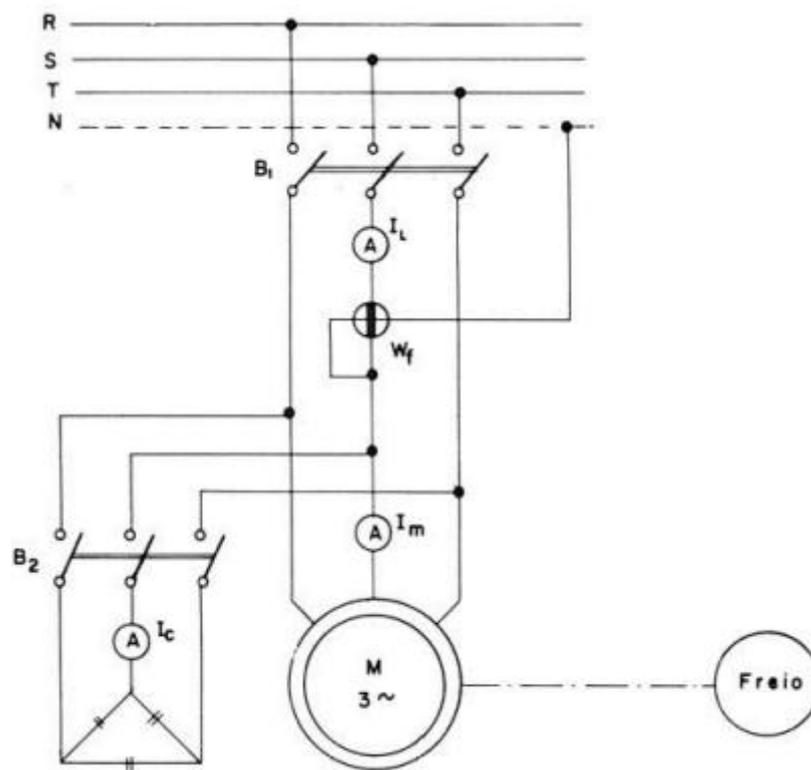


Fig. 59

Etapas de realização:

Execução do ensaio com motor a vazio

- a) Ler o esquema do circuito;
- b) Selecionar o equipamento e registrar as características do mesmo na folha de ensaio;

- c) Executar as ligações, mantendo abertos os interruptores B1 e B2;
- d) Consultar o professor e, se este aprovar, continuar o ensaio;
- e) Dar partida ao motor e registrar os valores W_f, I_L, I_m ;
- f) Fechar o interruptor B₂ e registrar os valores W_f, I_L, I_m, I_c .
- g) Transcrever os valores na fig 60.

A VAZIO	
Sem condensador	Com condensador
$W_f =$	$W_f =$
$I_L =$	$I_L =$
$I_m =$	$I_m =$
	$I_c =$

Fig. 60

- h) Acoplar o motor ao freio;

Execução do ensaio com motor a vazio

- a) Ler o esquema do circuito;
- b) Selecionar o equipamento;
- c) Conector o motor ao freio;
- d) Executar as ligações, mantendo abertos os interruptores B1 e B2;
- e) Dar partida ao motor;
- f) Regular o freio de forma que o motor funcione, por exemplo, com 0,5 de sua carga nominal;
- g) Registrar os valores W_f, I_L, I_m ;
- h) Fechar o interruptor B₂ e registrar os valores W_f, I_L, I_m, I_c .
Transcrever os valores na fig 61.

COM CARGA	
Sem condensador	Com condensador
$W_f =$	$W_f =$
$I_L =$	$I_L =$
$I_m =$	$I_m =$
	$I_c =$

Fig. 61

Conclusões

- a) Que conclusões podem ser tiradas em função da compensação da carga?