

# Laboratório de Máquinas de Corrente Alternada Motor de Indução de Rotor Bobinado, Parte I e II

Felipe Bandeira da Silva  
1020942-X

7 de abril de 2014

*Este laboratório tem como objetivo: identificar as partes externas e internas de um motor trifásico de rotor bobinado. Bem como o seu rotor e estator. Compreender o significados de corrente de excitação, velocidade síncrona e escorregamento com relação a um motor trifásico de indução. Observar o efeito do campo girante e a velocidade do rotor sobre a tensão induzida no rotor. Observar as características do motor a vazio e em plena carga. Variação da velocidade com a inserção de resistência externas.*

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Partes do Motor</b>	<b>4</b>
2.1	Face Frontal . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Montagem com motor CC de derivação</b>	<b>6</b>
3.1	Montando . . . . .	6
3.2	Velocidade 900 rpm . . . . .	6
3.3	Permutação da armadura cc . . . . .	7
3.4	Velocidade de 1800 rpm . . . . .	7
<b>4</b>	<b>Parte II, reostato de controle</b>	<b>8</b>
4.1	Dial na posição extrema . . . . .	8
4.2	Corrente de partida em carga plena . . . . .	9
<b>5</b>	<b>Conclusão</b>	<b>9</b>

# 1 Introdução

As máquinas girantes são responsáveis por boa parte do consumo de energia e também na sua produção. De acordo com ANELL a capacidade instalada para os geradores termoeletricos são,

País	Energia Gerada (TWh)	Parcela da Geração Mundial
Estados Unidos	134	11 %
Japão	117	10 %
México	93	8 %
Arábia Saudita	87	7 %
Itália	75	6 %
China	47	4 %
Outros países	615	53 %
Mundo	1168	100 %

Tabela 1: Fonte: AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA - AIE. Key World Energy Statistics: from the IEQ. Paris: IEA/OECD, 2003

Geração esta que ocorre na utilização de combustíveis, em muitos casos, fósseis. Exemplo, petróleo. Esta necessidade ocorre no Brasil, nos tempos atuais, para suprir a demanda nos horários de ponta, suprir os baixos níveis dos reservatórios de água das geradoras hidroelétricas. Atendimento de sistemas isolados.

Tudo isto só se torna possível graças aos geradores, máquinas girantes de grande uso. Onde foi inicialmente aplicado na segunda revolução industrial, com o surgimento da energia elétrica. Como pode ser visto o motor pode tanto ser usado para a geração de energia como de trabalho.

As variações para o motor de rotor bobinado são conhecidas para proporcionar a mudança na velocidade do eixo. Conforme o motor aproxima-se da velocidade normal de operação, a resistência do reostato reduz-se gradualmente chegando a zero quando o motor está em máxima velocidade.

As informações teóricas para a prática são: o estator de um motor trifásico é conectado a uma fonte de alimentação trifásica, a corrente que circula pelos três enrolamentos do estator estabelece um campo magnético girante. Gerando três correntes, conhecidas como corrente de excitação. Referentes às perdas no cobre e ferro do motor. A velocidade de campo magnético girante, também velocidade síncrona. Esta diretamente ligada à frequência da fonte de alimentação. O rotor bobinado consiste de um núcleo de três enrolamento no lugar das barras

condutoras do rotor de gaiola de esquilo. O campo magnético girante do estador induz uma tensão alternada em cada enrolamento do rotor. Na aula prática será utilizado um motor auxiliar para acionar o rotor, porém convém notar que, para uma dada velocidade do rotor, os valores de tensão induzida e da frequência serão os mesmos que se o rotor girasse por si só.

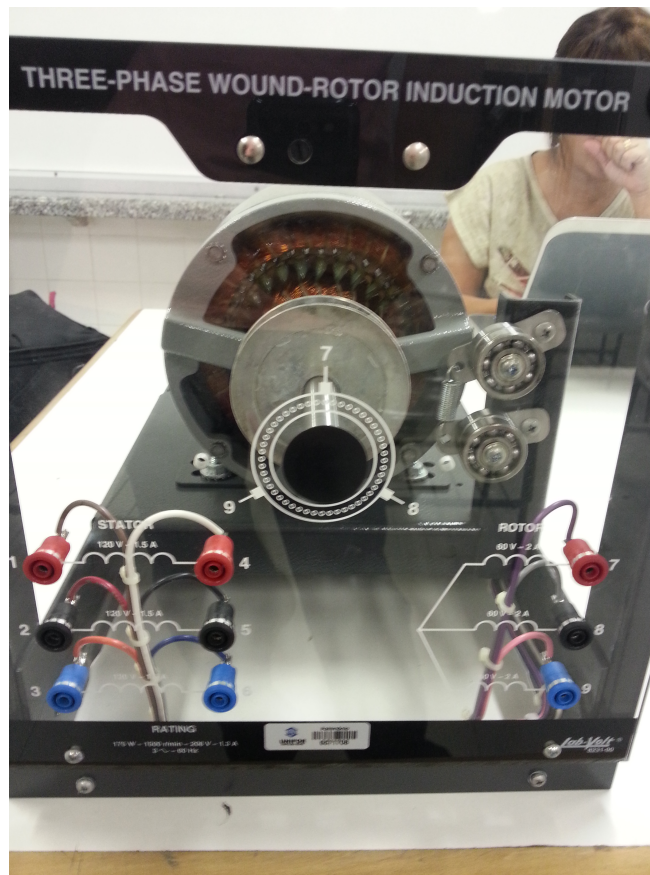


Figura 1: Motor utilizado na prática

A figura 1 mostra o motor utilizado na experiência prática.

## 2 Partes do Motor

A primeira parte da experiência é no reconhecimento das partes do motor e leitura de seus dados. A figura 2 apresenta as escovas do motor. Esta por sua

fez são responsáveis por transferir a corrente elétrica para o estator.

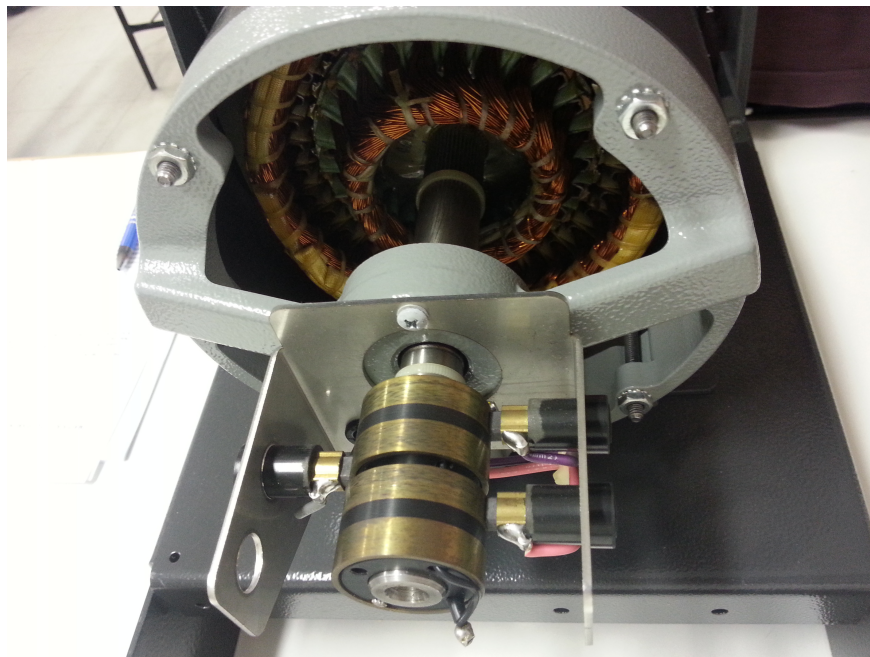


Figura 2: Escovas do Motor

Tais escovas não podem ser movimentadas. Na mesma figura é possível visualizar os enrolamentos do estator, que são os mais próximos da carcaça do motor. Os enrolamentos do rotor que estão fixos ao eixo de rotação.

## 2.1 Face Frontal

- a. Os três enrolamentos do estator estão ligados a 1-4, 2-5 e 3-6.
- b. A corrente nominal dos enrolamentos é de 1.5 amperes.
- c. A tensão nominal do estator é 120 volts.
- d. Os enrolamentos do toro estão em estrela aterrado.
- e. Estão conectados aos terminais 2, 5 e 4.
- f. A tensão nominal dos enrolamentos do rotor é de 60 volts.
- g. A corrente nominal do rotor é 2 amperes.
- h. A velocidade de rotação é de 1600 rpm's.

### 3 Montagem com motor CC de derivação

Nesta parte se faz necessária a montagem de um conjunto de elementos. São eles; Motor de indução de rotor bobinado, Motor CC em derivação e com os instrumentos necessários para a mediação de potência(Wattímetro), tensão(voltímetro) e corrente(Amperímetro).

Uma vez feita a montagem, faltando aqui no relatório as ligações, foram obtidos os seguintes valores.

#### 3.1 Montando

Acoplado o motor/gerador cc ao motor de toro bobinado por meio da correia dentada. Mantendo a tensão c.c da armadura do moto/gerador em zero, ligue a fonte(o moto cc não girou). Os seguintes dados foram obtidos.

Grandeza	Valor
$E_1$	210 V
$W_1$	0 VA
$W_2$	0 VA
$E_2$	96 V
$I_1$	0 A
$I_2$	0 A
$I_3$	0 A

Tabela 2

#### 3.2 Velocidade 900 rpm

Agora é necessário fazer o motor chegar a uma velocidade de 900 rpm, fazendo variar a tensão na armadura do motor cc. Um vez obtida esta valor, os seguintes dados foram medidos.

Grandeza	Valor
$E_1$	210 V
$W_1$	0 VA
$W_2$	0 VA
$E_2$	96 V
$I_1$	0.14 A
$I_2$	0.16 A
$I_3$	0.18 A

Tabela 3

Comprava-se que o rotor esta girando no sentido anti-horário e acompanhado o sentido do campo girante.

### 3.3 Permutação da armadura cc

Permutando as conexões da armadura c.c ao fim de inverter o sentido de rotação do motor. E girando o restato de campo para a posição extrema horária. Obtendo a velocidade de 900 rpm. os seguintes dados foram medidos.

Grandeza	Valor
$E_1$	220 V
$W_1$	0 VA
$W_2$	0 VA
$E_2$	160 V
$I_1$	0.15 A
$I_2$	0.17 A
$I_3$	0.18 A

Tabela 4

### 3.4 Velocidade de 1800 rpm

Ajustando a tensão de forma que a velocidade do rotor seja de 1800 rpm,

Grandeza	Valor
$E_1$	220 V
$W_1$	0 VA
$W_2$	0 VA
$E_2$	220 V
$I_1$	0.15 A
$I_2$	0.18 A
$I_3$	0.18 A

Tabela 5

## 4 Parte II, reostato de controle

Aqui serão apresentados os dados obtidos na prática do laboratório para o motor de rotor bobinado com reostato de controle e uma carga eletrodinâmica. Mensurando as potências elétricas em cada fase, assim como as tensões e correntes presente em boa parte do circuito.

Colocando o motor em uma tensão próxima de 208 volts e ajustando as diversas cargas é obtida a seguinte tabela.

Conjugado(lbf.in)	$I_1$	$I_2$	$I_3$	WATTS	VARs	Velocidade
0	0.618	0.803	0.729	48	220	1722
3	0.673	0.878	0.792	105	200	1613
6	0.772	1.009	0.913	170	190	1600
9	0.903	1.179	1.092	240	190	1513

Tabela 6

Os valores para o conjugado de 12 libras-força não foi possível já que o motor não consegue desenvolver tais potências mecânicas.

### 4.1 Dial na posição extrema

Colocando agora o dial do reostato na posição extrema, no intuito de se obter a resistência máxima. A tabela abaixo foi obtida.



Conjugado(lbf.in)	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$WATTs$	$VARs$	Velociade
0	0.650	0.791	0.720	50	220	1600
3	0.690	0.840	0.792	110	220	1400
6	0.786	0.951	0.915	170	210	1150

Tabela 7

Os conjugados de 9 e 12 lbf.in não foram testados já que o motor não consegue desenvolver tais potências mecânicas. A velocidade do motor para todos os casos foi alterada. O torque também foi alterado.

## 4.2 Corrente de partida em carga plena

O teste agora se trata na verificação da corrente máxima desenvolvida pelo motor, em seu estado de repouso para a energização com carga plena. Tal teste deve ser feito em um curto período de tempo não podendo ser feito por tempos demorados ou longos, por então comprometer a estrutura física elétrica das bobinas do rotor e estator.

As seguintes corrente foram obtidas.

Grandeza	Valor
$I_1(Amperes)$	1.49
$I_2(Amperes)$	2.54
$E_1(Volts)$	211
$Torque(N - m)$	0.19

Tabela 8

## 5 Conclusão

Conclui-se com estas duas práticas as características inerentes aos motores de rotor bobinado, como, potência mecânica transferidas para ao tipos de cargas. Verificar visualmente o funcionamento de tais motores ao funcionarem sem carga e em plena carga. Correntes de partir que excedem as nominais do mesmo. Variações de velocidade via inserção de resistores variáveis. Verificando que rotores bobinados são feitas para o trabalho com velocidade variáveis. Se são

colocadas resistências no reostato, se faz variar o escorregamento e com isto a velocidade do motor. É visto que o aumento da velocidade provoca uma diminuição da potência mecânica transferida para a carga.