

**PEA - DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ENERGIA E AUTOMAÇÃO ELÉTRICAS
LABORATÓRIO DE ELETROTÉCNICA GERAL**

Integrantes do grupo:	No. USP
------------------------------	----------------

EXPERIMENTO: MOTORES DE INDUÇÃO I - LIGAÇÕES (MOT1))

ROTEIRO DE LABORATÓRIO

Materiais a serem utilizados

Identifique os seguintes equipamentos a serem utilizados no experimento:

- motor trifásico de indução com a seguinte especificação: .3 HP; .60 Hz; 4 polos; 12 terminais não identificados; tensão nominal de cada bobina: 220 V; . rotor bobinado;
- lâmpada de 220 V;
- fonte de alimentação trifásica 127/220 V, 60 Hz.

1. Procedimento experimental

1.1. Introdução

Nesta experiência será utilizado um motor trifásico de indução cujo estator conta com 12 terminais acessíveis e cujo rotor é bobinado com 3 terminais acessíveis (o enrolamento rotórico está ligado em estrela). O estator deverá ser ligado na ligação duplo-triângulo (bobinas de cada fase ligadas em paralelo) e alimentado com tensão trifásica de linha igual a 220 V (assim, cada bobina receberá uma tensão de 220V, compatível com sua tensão nominal).

Os terminais do estator não estão identificados; a identificação dos mesmos faz parte da experiência. Assim, deverão ser seguidos os seguintes passos, que serão abordados em detalhe nos próximos itens:

- Identificação dos terminais do rotor (e, conseqüentemente, do estator), item 1.1.1;
- Identificação dos terminais de cada uma das 6 bobinas do estator, item 1.1.2;
- Determinação das bobinas de cada fase, item 1.1.3;
- Determinação da polaridade relativa entre as bobinas de cada fase, item 1.1.4;
- Determinação da polaridade relativa entre as fases, item 1.1.5;
- Ligação dos terminais do estator em triângulo, item 1.1.6;

- Ligação dos terminais do rotor em curto-circuito e partida do motor, item 1.1.7.

1.1.1. Identificação dos terminais do rotor

Os terminais do rotor são os 3 terminais mais à esquerda no painel do motor, conforme mostrado na Figura 1. Deixe os 3 terminais em aberto. Os terminais do rotor serão curto-circuitados imediatamente antes de partir o motor (após completar a ligação de todas as bobinas).

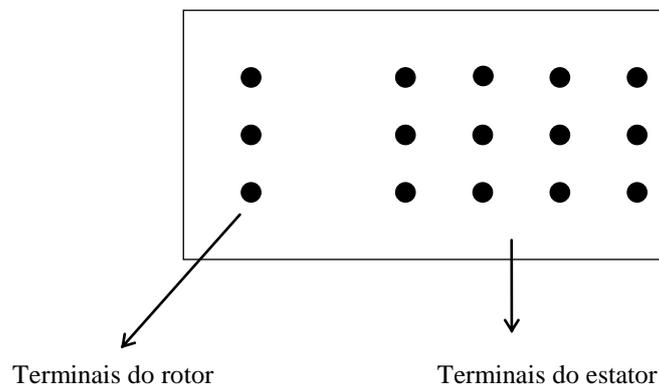


Figura 1 - Painel do motor

1.1.2. Identificação dos terminais de cada bobina do estator

Neste item os terminais de cada uma das 6 bobinas serão identificados. Para tanto, utilize tensão de fase (127 V) e a lâmpada de 220 V, e selecione pares quaisquer de terminais do estator, conforme mostra a Figura 2. Quando a lâmpada acender, os terminais que estão sendo utilizados identificarão uma bobina.

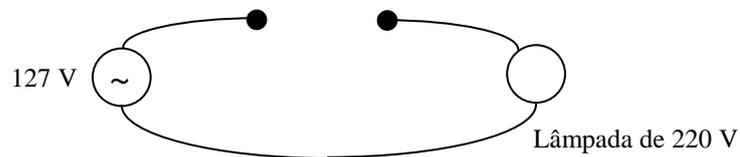


Figura 2 - Determinação dos terminais de cada bobina

Para facilitar o trabalho dos próximos itens, numere os pares de bobinas de 1 a 6 na Figura 3 abaixo.

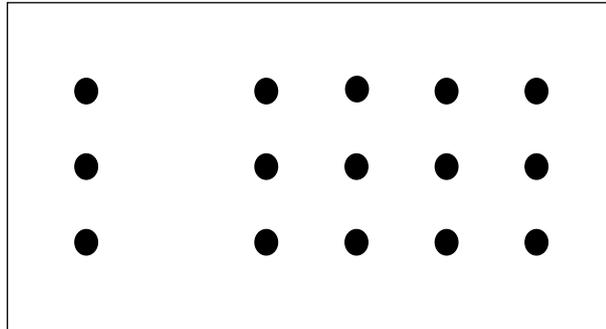


Figura 3 – Painel do motor

1.1.3. Determinação das bobinas de cada fase

Neste item deve-se classificar as 6 bobinas em 3 grupos de duas bobinas cada um (um grupo para cada fase do sistema trifásico). Dada uma bobina qualquer, a outra bobina do seu grupo é aquela que apresentar maior acoplamento magnético. Assim, alimente uma bobina qualquer com tensão de fase (127 V) e conecte a lâmpada aos terminais das demais bobinas. A bobina que acender a lâmpada com maior intensidade pertencerá à mesma fase da bobina que está sendo alimentada. A Figura 4 ilustra este procedimento.

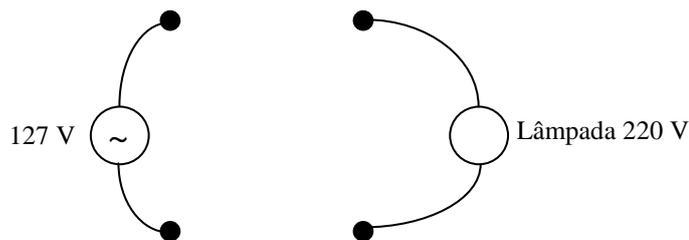


Figura 4 - Determinação das bobinas de cada fase

Neste ponto do experimento, já é possível determinar quais são os pares de bobinas que formam cada uma das três fases. Faça essa identificação de acordo com a numeração dada às bobinas na figura 3.

1.1.4. Determinação da polaridade relativa entre as bobinas de cada fase

A polaridade relativa entre as duas bobinas de uma fase simplesmente indica o sentido de enrolamento de uma das bobinas em relação à outra, para que, quando ambas bobinas forem percorridas pelo mesmo fluxo, se possa saber se as tensões induzidas estarão em fase ou em oposição de fase. Esta informação é fundamental ao ligar-se as bobinas em série ou em paralelo. Por exemplo, se as bobinas forem ligadas em paralelo com a polaridade incorreta, ocorrerá o chamado curto-circuito eletromagnético (a tensão total será a soma das duas tensões induzidas e a ligação paralelo imporá o vínculo elétrico de que a tensão total seja zero).

Como a polaridade é um conceito relativo, deve-se arbitrar a marcação de polaridade de uma das bobinas da fase em estudo. Para determinar a marcação de polaridade da outra bobina, ambas bobinas devem ser ligadas em série, e tensão de fase (127 V) deve ser aplicada a qualquer uma delas. A tensão entre os terminais da associação série será determinada utilizando-se a lâmpada. A Figura 5 ilustra este procedimento, na qual a bobina A1 já teve sua polaridade definida, através das marcas “ponto” e “não ponto”. Corrente entrando pelos terminais “ponto” das duas bobinas produz fluxos de mesmo sentido.

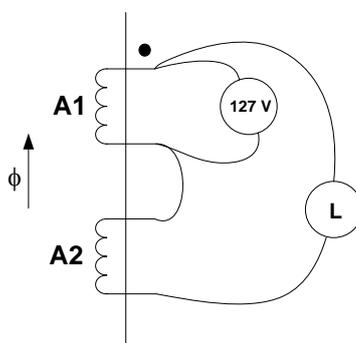


Figura 5 - Circuito para determinação da polaridade relativa entre as bobinas de uma fase

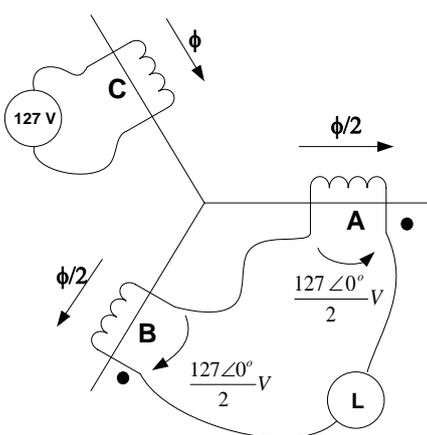
Se a lâmpada acender forte as tensões induzidas terão se somado e a polaridade da bobina A2 será a indicada na Figura 6; se a lâmpada acender fraco (ou mesmo não acender) as tensões induzidas terão se anulado e a polaridade será a indicada na Figura 7. Para eliminar a dúvida de se a lâmpada acendeu forte ou fraco, efetue as duas medidas; isto é, ligue a bobina A2 nas duas formas possíveis. Ao efetuar a segunda ligação será possível confirmar a conclusão alcançada na primeira ligação.

- se qualquer uma das fases tiver sua ligação invertida, a polaridade resultante será a da Figura 8 (b);
- se duas fases quaisquer tiverem sua ligação invertida, a polaridade resultante ainda será a da Figura 8 (b), pois neste caso as duas fases invertidas estarão com a polaridade “correta” e a terceira fase estará com a polaridade “incorreta”;
- se as 3 fases tiverem sua ligação invertida, a polaridade resultante será correta (recai-se no caso da Figura 8 (a)).

Assim, conclui-se que quando a polaridade entre as fases não for correta, bastará inverter a ligação de apenas uma fase para tornar a polaridade correta. O problema é determinar qual fase deve ser invertida.

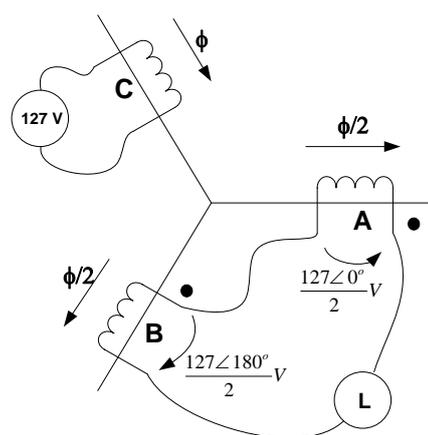
Para determinar a polaridade relativa entre fases, proceda da seguinte forma:

- Identifique, arbitrariamente, as 3 fases do estator com as letras A, B e C;
- Defina arbitrariamente os terminais “ponto” e “não ponto” da fase A;
- Ligue qualquer um dos terminais da fase B ao terminal “não ponto” da fase A;
- Ligue a lâmpada entre os terminais “ponto” da fase A e o terminal não utilizado da fase B;
- Alimente a fase C com tensão de 127 V. A tensão na lâmpada será próxima de zero (Figura 9) ou então será próxima de 127 V (Figura 10).



$$\dot{V}_{lâmp} = \frac{127 \angle 0^\circ}{2} V - \frac{127 \angle 0^\circ}{2} V$$

Figura 9 - Lâmpada não acende



$$\dot{V}_{lâmp} = \frac{127 \angle 0^\circ}{2} V - \frac{127 \angle 180^\circ}{2} V$$

Figura 10 - Lâmpada acende (127 V)

- f) Se a lâmpada não acender (situação da Figura 9), isso significa que as tensões nas fases A e B se anularam, e portanto o terminal comum da fase B tem a mesma natureza do terminal comum da fase A, isto é, “não ponto”. Logo, o outro terminal da fase B será “ponto”. A marcação de polaridade da fase B neste caso está indicada na Figura 9;
- g) Se a lâmpada acender (situação da Figura 10), isso significa que as tensões nas fases A e B se somaram, e portanto o terminal comum da fase B tem natureza oposta ao terminal comum da fase A, isto é, “ponto”. Logo, o outro terminal da fase B será “não ponto”. A marcação de polaridade da fase B neste caso está indicada na Figura 10;
- h) Repita os passos 3, 4 e 5 para obter a polaridade da fase C em relação à polaridade das fases A e B.

1.1.6. Ligação dos terminais do estator em triângulo

Ligue os terminais do estator em triângulo, de acordo com as seguintes orientações:

- Vértice AB: terminal “ponto” da fase A com terminal “não ponto” da fase B;
- Vértice BC: terminal “ponto” da fase B com terminal “não ponto” da fase C;
- Vértice CA: terminal “ponto” da fase C com terminal “não ponto” da fase A.

IMPORTANTE: chame o professor para verificar a ligação antes de prosseguir.

1.1.7. Ligação dos terminais do rotor em curto-circuito e partida do motor

Ligue os terminais do rotor em curto-circuito, ligue as 3 fases da fonte aos 3 vértices do triângulo e energize a fonte. Desligue o motor e troque entre si duas fases quaisquer na fonte de alimentação. Dê novamente a partida no motor e observe o sentido de rotação.

Espaço para anotações. Recomenda-se ler também as questões do relatório pós-experimento, pois observações adicionais podem ser necessárias.