

Experimento 4 - Acionamento de motor DC

Prof. Eric Fujiwara – DSI – FEM

ATENÇÃO

SERÁ UTILIZADA A REDE ELÉTRICA, PORTANTO QUESTÕES DE SEGURANÇA PASSAM A SER ENVOLVIDAS. OBSERVAR SEMPRE:

- PARA QUALQUER ALTERAÇÃO NO CIRCUITO, POR MENOR QUE SEJA, **DESLIGUE ANTES A ALIMENTAÇÃO DE REDE;**
- NUNCA "BY-PASSE" OS FUSÍVEIS, ELES SÃO A SEGURANÇA;
- A REFERÊNCIA DO OSCILOSCÓPIO (GARRA DA PONTEIRA) É ATERRADA, PORTANTO, SE ELA FOR LIGADA EM ALGUM PONTO QUE TENHA TENSÃO, HAVERÁ UM CURTO-CIRCUITO QUE QUEIMARÁ O FUSÍVEL;
- **A GARRA DO OSCILOSCÓPIO SOMENTE DEVERÁ SER CONECTADA AO NEUTRO DA MONTAGEM.**
- ANTES DE LIGAR A MONTAGEM, **VERIFIQUE SE TODAS AS LIGAÇÕES ESTÃO CORRETAS;**
- ANTES DE LIGAR A MONTAGEM, **CHAME O PROFESSOR PARA VERIFICAÇÃO DO CIRCUITO;**
- PENSE EM SEGURANÇA AO REALIZAR AS MONTAGENS;
- PENSE NO QUE ESTÁ SENDO FEITO. **NÃO FAÇA AS MONTAGENS, POR MAIS SIMPLES QUE SEJAM, DE FORMA AUTOMÁTICA;**
- **QUANDO O MOTOR ESTIVER LIGADO, MANTENHA DISTÂNCIA DAS PARTES GIRANTES.**

Experimento 4 – Acionamento de motor DC

1. OBJETIVOS

- Implementar o acionamento de motor DC utilizando retificador controlado;
- Implementar o acionamento do motor DC utilizando chopper;
- Avaliar o controle de velocidade em malha aberta.

2. MATERIAIS UTILIZADOS

- Kit didático de eletrônica de potência Datapool, constituído de:
 - Fonte de alimentação DC;
 - Cartão de fusíveis;
 - Cartão de disparo trifásico;
 - Cartão de tiristores;
- Bancada de motores elétricos, composta de;
 - Motor DC Motron;
 - Motor AC WEG;
- Conjunto de cabos elétricos;
- Transformador;
- Osciloscópio Tektronix;
- Multímetro digital Minipa;
- Gerador de funções;
- Tacômetro;
- Kit didático "chopper reversível";
- Fonte de tensão regulável.

3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

3.1. Acionamento de motor DC com retificador monofásico controlado

- a) Utilize o transformador para rebaixar a tensão de linha de 220 V para 24 V. Conecte a alimentação de linha (passando pelos fusíveis) no primário do transformador, conforme indicado na Fig. 1. Verifique a saída do transformador com o multímetro;

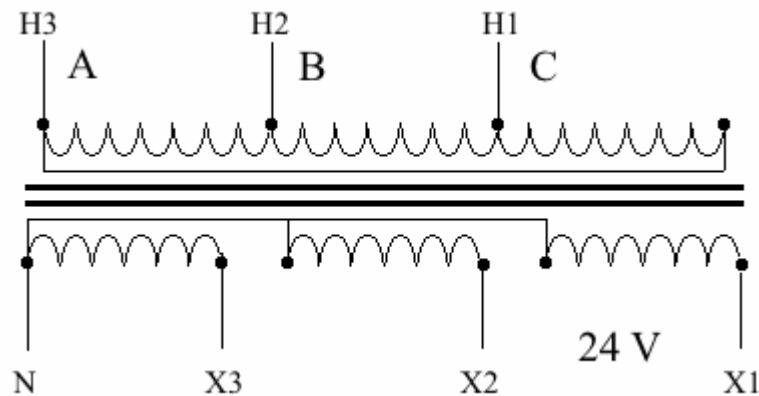


Fig. 1. Conexões do transformador para rebaixar a tensão de linha.

- b) Monte o circuito do retificador monofásico controlado (Fig. 2), conectando a tensão no secundário do transformador à entrada do conversor. Não se esqueça de alimentar o cartão de disparo com a tensão de 15 V;

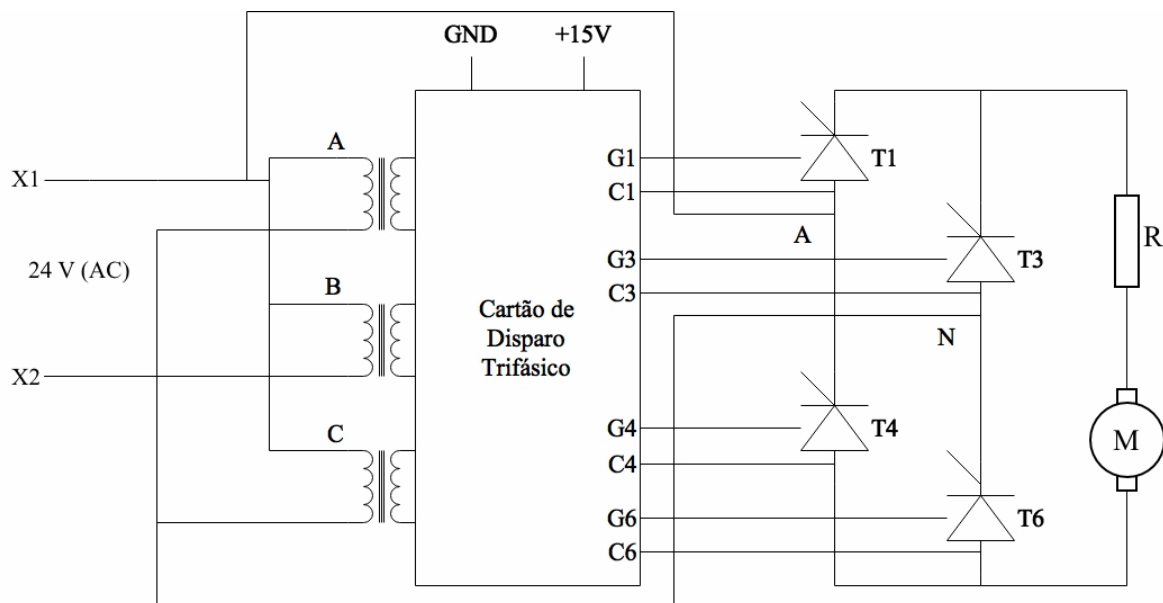


Fig. 2. Retificador monofásico controlado de onda completa utilizado para acionar motor DC.

- c) Configure o cartão de disparo para controle de α a partir do potenciômetro: posicione a chave **CH1** em **pulso curto**, **CH2** em **MANUAL** e **CH3** em **EXT**;
- d) Com o motor desligado, meça o valor da resistência nos terminais da armadura;
- e) Conecte a saída do retificador ao motor DC em série com o resistor de $0,2 \Omega$ (um dos 3 resistores que ficam no cartão de fusíveis). Verifique o valor da resistência com o multímetro;
- f) Posicione as ponteiros do osciloscópio para monitorar a tensão sobre os terminais do motor (tensão de armadura v_a). Lembre-se de conectar a referência ao neutro;
- g) **CHAME O PROFESSOR PARA VERIFICAR A MONTAGEM. OBSERVE SE NÃO HÁ NENHUM CABO OU EQUIPAMENTO OBSTRUINDO O EIXO DO MOTOR**;
- h) Ligue a alimentação do circuito;
- i) Ajuste o ângulo de disparo α em 70° , 80° e 90° e obtenha o valor médio de v_a . Meça também a velocidade do motor ω_m utilizando o tacômetro. Registre também a forma de onda de v_a para $\alpha = 90^\circ$.
- j) Desligue o circuito e posicione as ponteiros do osciloscópio para medir a tensão sobre o resistor de medição v_R ;
- k) Ligue o circuito e ajuste o ângulo de disparo α em 70° , 80° e 90° , registrando os valores médios de corrente de armadura i_a . Registre a forma de onda de i_a para $\alpha = 90^\circ$.
- l) Desligue o circuito;

3.2. Acionamento de motor DC com conversor step-down

- Ligue a fonte de tensão regulável de forma independente e ajuste a primeira fonte em 15 V e a segunda fonte em 12 V. Meça as tensões com um multímetro. Desligue a fonte;
- Ajuste o gerador para produzir um trem de pulsos de 0 a 5 V DC com frequência de 3 kHz e duty cycle de 50%. Monitore o sinal gerado com o osciloscópio;
- Conecte entrada de 12 V nos terminais $\pm V_s$ (parte alta) conversor DC-DC (Fig. 3);
- Conecte os terminais $\pm V_o$ (parte baixa) do kit (Fig. 3) em série com a armadura do motor DC e com resistor de medição;
- Conecte a alimentação de 15 V nos terminais $\pm V_{cc}$. Em seguida, conecte os sinais de controle produzidos pelo gerador de funções nos terminais BUCK e GND (Fig. 3);
- Posicione as ponteiros do osciloscópio para medir a tensão sobre a armadura do motor v_a ;
- CHAME O PROFESSOR PARA VERIFICAR A MONTAGEM. OBSERVE SE NÃO HÁ NENHUM CABO OU EQUIPAMENTO OBSTRUINDO O EIXO DO MOTOR;**

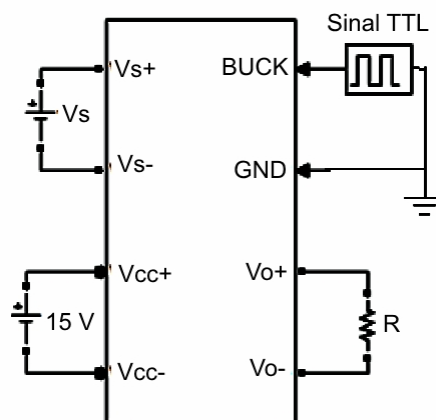


Fig. 3. Conexões do chopper reversível em modo step-down (PAIVA, 2013).

- h) Ligue a fonte de tensão;
- i) Varie o duty cycle D de 60% a 30% e obtenha os valores médios de v_a e ω_m .
Registre também a forma de onda de v_a para $D = 50\%$;
- j) Desligue a alimentação do circuito e posicione as ponteiros do osciloscópio para medir a tensão sobre o resistor de medição v_R ;
- k) Ligue a fonte DC e varie o duty cycle D de 60% a 30%, registrando os valores médios de i_a . Apresente também a forma de onda de i_a para $D = 50\%$.
- l) Desligue a alimentação do circuito.

4. QUESTÕES

- a) Apresente as formas de onda e valores obtidos experimentalmente. Comente os resultados;
- b) Apresente uma tabela com os valores de tensão v_a e corrente de armadura i_a , torque T_{em} e velocidade do motor ω_m em função de α e D . Explícite todos os cálculos bem como as considerações adotadas;
- c) Obtenha a relação entre a velocidade do motor e o ângulo de disparo do retificador controlado. Compare o resultado com a predição obtida por simulação;
- d) Obtenha a relação entre a velocidade do motor e o *duty cycle* do conversor buck. Compare o resultado experimental com a simulação;
- e) A bancada de motores consiste de um motor DC acoplado a um motor AC através do seu eixo. Qual é o efeito da carga no comportamento do motor DC?
- f) Discuta sobre a eficiência de cada acionamento. A topologia dos conversores permite operação do motor em quais quadrantes? O movimento do motor é suave ou apresenta oscilações? Como reduzir tais oscilações? Em quais aplicações você poderia utilizar os acionamentos apresentado no roteiro?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FITZGERALD, A.E.; KINGSLEY JR., C.; UMANS, S.D. **Electric Machinery**. New York: McGraw-Hill, 2003.
- MOHAN, N.; UNDELAND, T.M.; ROBBINS, W.P. **Power Electronics: Converters, Applications, and Design**. New York: Wiley, 1995.
- PAIVA, E.C; MASTELARI, N. ES664 – Lab 9 – Rebaixador e elevador (experimental). FEM/Unicamp, 2013.
- RASHID, M.H. **Power Electronics Handbook**. San Diego: Academic Press, 2001.
- SEN, P.C. **Principles of Electric Machines and Power Electronics**, New York: Wiley, 1989.