

Nome: _____

Matrícula: _____

Instruções:

- Tempo máximo de duração: 2 horas.
- Explique o desenvolvimento das questões. Resultados sem explicações e sem desenvolvimentos não serão aceitos;
- Não use aproximações, exceto quando explicitamente indicado;
- Não é permitido o uso de máquina calculadora;
- Quando forem solicitados resultados analíticos (*i.e.*, fórmulas literais), estes devem ser desenvolvidos envolvendo as variáveis de interesse e os parâmetros do modelo. Outras variáveis dependentes não devem estar presentes nas fórmulas.

Principais fórmulas: *vide quesitos.*

Questões:

1. Esboce um circuito atuador analógico do tipo fonte de corrente para *motores de corrente contínua*. Este circuito deve aplicar sobre um motor uma tensão V_m de acordo com

$$i_a = \frac{1}{5}v_e + 1$$

com v_e sendo a tensão em volts da entrada do atuador, no intervalo $[0, 5V]$. Não há necessidade em se limitar a corrente na carga. Especifique valores para as resistências usadas nos circuitos, para as tensões de alimentação e explique a função de cada componente no mesmo. O circuito deve usar obrigatoriamente apenas um transistor bipolar e um AMPOP (podendo haver outros componentes). **(pontos: 3,5)**

2. Para acionar o motor de corrente contínua M é usado uma ponte H com ativação independente das chaves, conforme mostrado na Figura 1. Nesta figura estão representados os sentidos convencionais da tensão e corrente de armadura v_a e i_a , respectivamente. Os diodos apresentam queda de tensão constante de $0,7V$ quando polarizados diretamente. Cada uma das chaves, considerada ideal, é fechada quando o respectivo sinal de controle possuir nível lógico 1. Caso contrário, a chave abre. Considere a seguinte tabela verdade para determinação dos sinais de controle das chaves:

S	A	B	C	D
0	0	1	1	0
1	0	1	0	1

S é um sinal lógico modulado em largura de pulso (PWM, do inglês), com ciclo de trabalho γ e frequência suficientemente alta, de forma que a velocidade de rotação responde apenas ao valor médio de v_a . Determine:

- (a) O valor médio de v_a , deixando claro sua dependência com γ **(pontos: 1,0)**. Para $0 \leq \gamma \leq 100\%$, o motor pode ser acionado para girar nos dois sentidos? Por quê? **(pontos: 0,5)**
- (b) Os caminhos do circuito que são percorridos pela corrente i_a durante um período de S com $\gamma = 50\%$. Para este quesito, faça dois desenhos do circuito, um para quando $S = 0$ e outro para quando $S = 1$, e indique em cada um todos os caminhos percorridos por i_a . **(pontos: 2,0)**

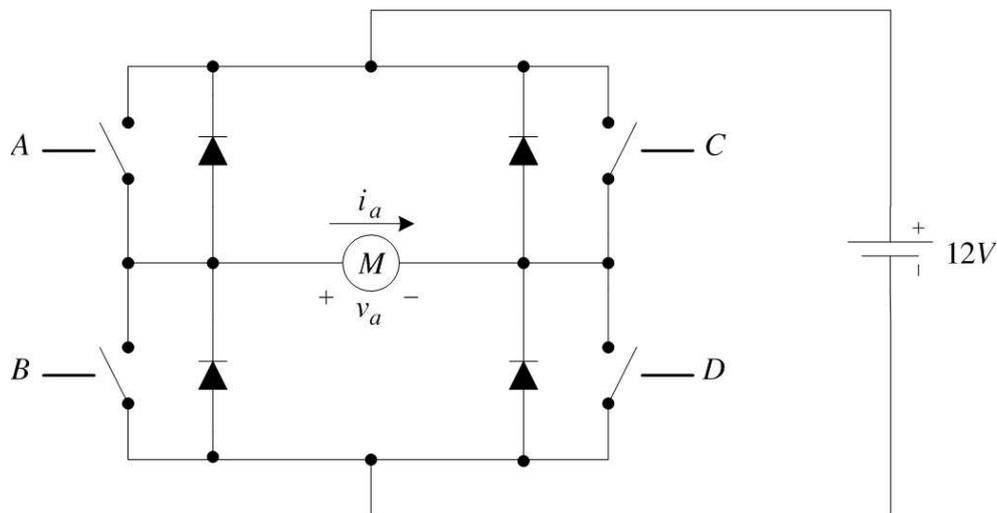


Figura 1: Circuito do quesito 2.

3. O circuito da Figura 2 emprega um motor C.C. (M) e um tacômetro (G), que gera em sua saída uma tensão proporcional à velocidade angular w do motor. Assuma que

- A relação entre w e a tensão de armadura v_a do motor ser modelada por uma função de transferência de primeira ordem:

$$\frac{W(s)}{V_a(s)} = \frac{k_m}{\tau_m s + 1}$$

com k_m e τ_m sendo constantes positivas.

- A tensão de saída do tacômetro é dada por $v_t = k_t w$, com $k_t > 0$ sendo uma constante. Sua impedância de saída é nula.
- O AMPOP pode ser considerado como ideal.

Na Figura, rotule os resistores por R_1, \dots, R_4 e os capacitores por C_1 e C_2 . Responda:

- Monte um diagrama de blocos do sistema, deixando explícito as funções de transferência do controlador, do atuador e do circuito de medição. **(pontos: 1,5)**.
- Qual é a estratégia de controle (P, PI, PID, avanço-atraso, etc) empregada? Essa estratégia possui ação integral? Se possuir, existe alguma proteção anti-windup? **(pontos: 1,5)**.

BOA PROVA!

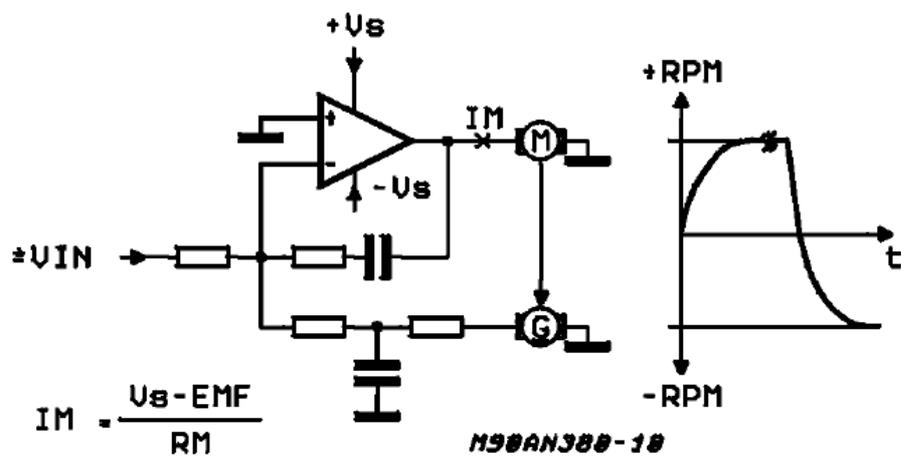


Figura 2: Circuito do quesito 3.