

P1 – 2012.2

Nome:

Matrícula:

	Valor	Nota
Questão 1	2.5	
Questão 2	2.5	
Questão 3	3.0	
Questão 4	2.0	
TOTAL	10.0	

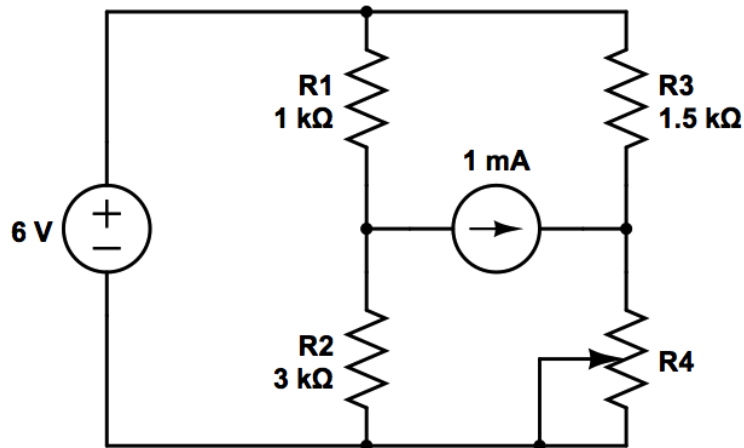
Instruções para a prova

- Não ultrapasse os limites de espaço para a solução das questões. Você pode usar a frente e o verso das folhas destinadas às respostas.
- Use o verso das folhas de enunciados das questões como folha de rascunho. Uma folha extra de rascunho se encontra no final da prova.
- É proibido destacar folhas da prova.
- Todas as respostas devem vir acompanhadas de justificativas. Respostas sem justificativas não serão corrigidas.
- A prova pode ser feita à lápis ou caneta
- As provas serão recolhidas impreterivelmente às 10h55min

QUESTÃO 1

(2.5 pontos)

Considere o circuito abaixo, onde R_4 é um potenciômetro.



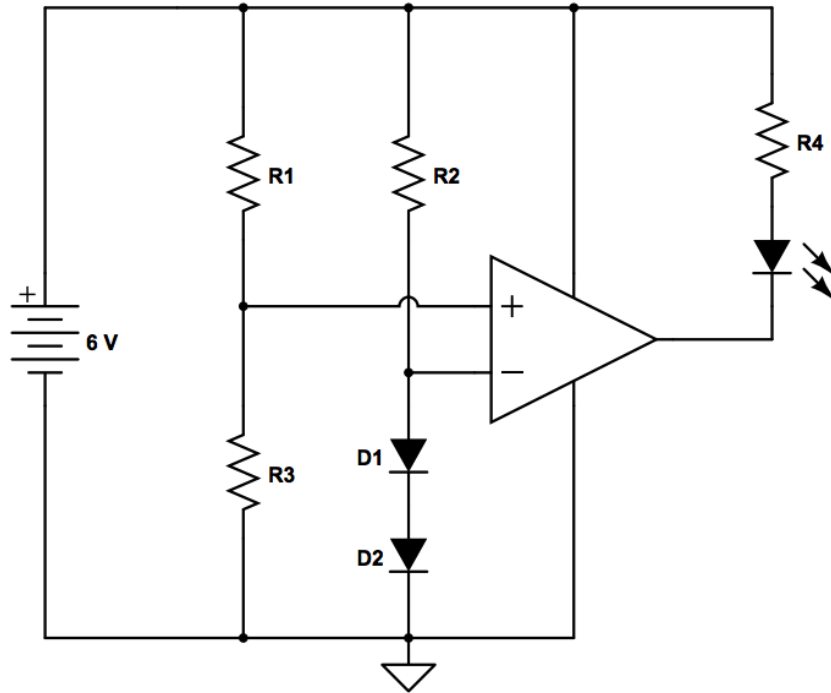
- (a) Determine a potência fornecida/dissipada pela fonte de tensão considerando que o potenciômetro foi ajustado para $R_4 = 0$.
- (b) Suponha agora que R_4 foi ajustado de forma que a potência fornecida/dissipada pela fonte de corrente é nula. Determine o valor de R_4 .

RESPOSTA – QUESTÃO 1

QUESTÃO 2

(2.5 pontos)

O circuito abaixo funciona como um “indicador de bateria fraca”. Se a bateria de 6V estiver com nível de tensão nominal, o LED se mantém apagado; porém, se a tensão da bateria cai abaixo de um certo valor, o LED acende. Admita que o comparador é “rail-to-rail” e que o LED e os diodos podem ser caracterizados pelo modelo de queda de tensão constante (de 2V para o LED e de 0.6V para os diodos).



- (a) Escreva um pequeno texto explicando o funcionamento do circuito.
- (b) Projete valores para todos os resistores de forma que o LED acenda quando a tensão da bateria cair abaixo de 5.5V. Admita que a corrente no LED deve se encontrar entre 10 e 25mA, e que a corrente nos diodos D_1 e D_2 deve se encontrar entre 0.2 e 2mA para qualquer tensão de bateria entre 5V e 6V.

RESPOSTA – QUESTÃO 2

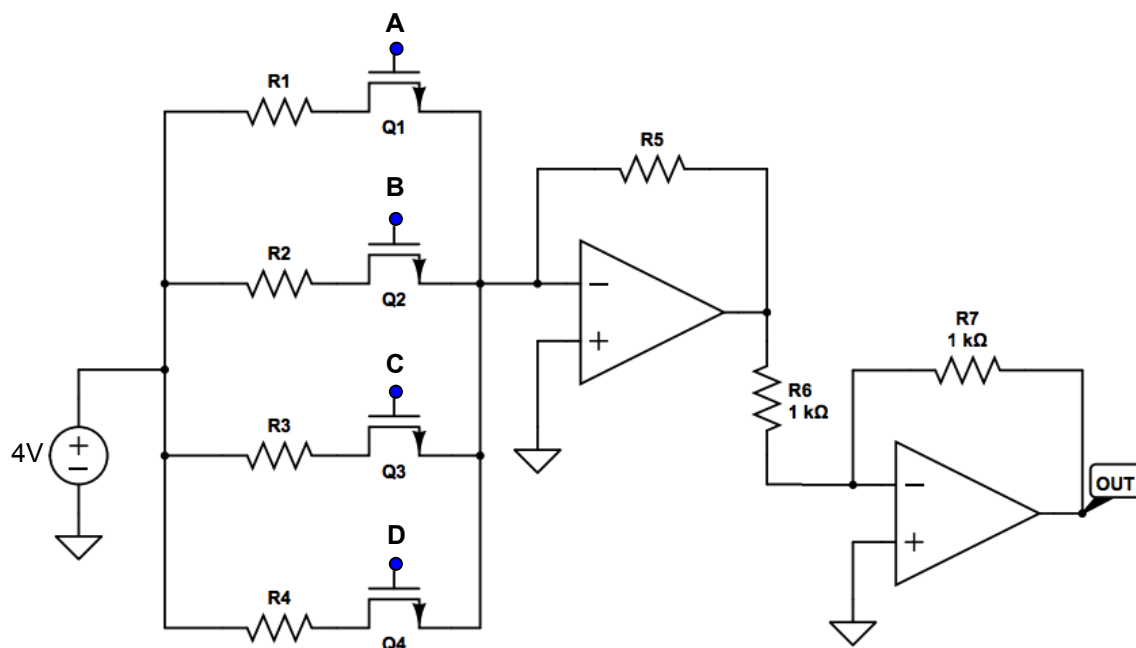
QUESTÃO 3

(3.0 pontos)

O circuito abaixo implementa um conversor digital-analógico (D/A) de 4 bits. Esse circuito tem como objetivo transformar uma palavra binária $\mathbf{b_0b_1b_2b_3}$ (onde cada $\mathbf{b_k}$ vale 0 ou 1) em um valor de tensão elétrica $\mathbf{v_{OUT}}$, segundo a expressão:

$$v_{OUT} = \frac{1}{4} (b_0 2^3 + b_1 2^2 + b_2 2^1 + b_3 2^0) \text{ [V]}$$

Em cada um dos terminais de entrada **A**, **B**, **C** e **D** do circuito é aplicada uma tensão correspondente ao valor de cada um dos 4 bits que compõem a palavra binária. Cada tensão pode valer 0V (no caso de um bit “0”) ou 5V (no caso de um bit “1”).



Supondo que os AmpOps são ideais e considerando que os transistores NMOS possuem $V_t = 1\text{V}$ e $k_n = 2\text{mA/V}^2$, responda ao que se pede:

- Quais os possíveis estados (corte, saturação ou triodo) que os transistores NMOS podem assumir? Lembre-se que as tensões em **A**, **B**, **C** e **D** só podem valer 0V/5V.
- Sabendo-se que $\mathbf{R_1} > \mathbf{R_2} > \mathbf{R_3} > \mathbf{R_4}$, em qual dos terminais de entrada deve ser conectada a tensão correspondente ao bit mais significativo ($\mathbf{b_0}$)? Justifique.
- Explique o motivo da presença do bloco formado pelo último AmpOp e pelos resistores $\mathbf{R_6}$ e $\mathbf{R_7}$.
- Projete valores para os resistores $\mathbf{R_1}$, $\mathbf{R_2}$, $\mathbf{R_3}$, $\mathbf{R_4}$ e $\mathbf{R_5}$ de forma que a tensão de saída do circuito $\mathbf{v_{OUT}}$ corresponda à expressão desejada.

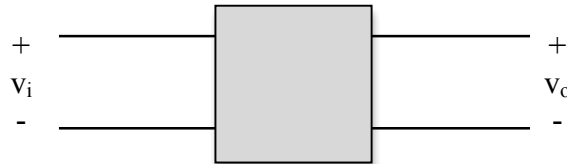
RESPOSTA – QUESTÃO 3

QUESTÃO 4

(2.0 pontos)

Projete um circuito que tenha como entrada uma tensão v_i e produza em sua saída uma tensão v_o dada por:

$$v_o = |v_i|$$



Para simplificar, assuma que os terminais negativos de v_i e v_o estão ambos em um potencial de 0V (i.e., conectados ao terra).

Você pode usar no seu projeto os seguintes tipos de componente (nem todos precisam ser usados!):

- Resistores de qualquer valor
- Diodos ideais
- AmpOps ideais
- Comparadores rail-to-rail
- Fontes de tensão ideais
- Fontes de corrente ideais
- MOSFETs (com qualquer valor de V_t e k_n)
- Portas lógicas digitais (ideais) padrão TTL (0V/5V): NOT, AND, OR, NAND, NOR, XOR, XNOR

Sugestão 1: inicialmente, desenhe um diagrama de blocos que implemente essa função. Em seguida, projete as partes do circuito correspondentes a cada bloco.

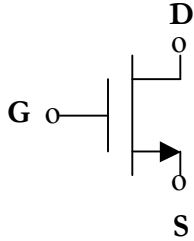
Sugestão 2: existem várias formas de realizar esse circuito. Busque usar os tipos de componente com os quais você está mais familiarizado.

RESPOSTA – QUESTÃO 4

RASCUNHO

FORMULÁRIO

1. TRANSISTOR NMOS



Região de corte: $v_{GS} - V_t \leq 0V$

Região de triodo: $v_{GS} - V_t > 0$ e $v_{DS} < v_{GS} - V_t$

$$i_D = k_n \left[(v_{GS} - V_t)v_{DS} - \frac{1}{2}v_{DS}^2 \right]$$

Região de saturação:

$v_{GS} - V_t > 0$ e $v_{DS} \geq v_{GS} - V_t$

$$i_D = \frac{1}{2}k_n (v_{GS} - V_t)^2$$

Modelo simplificado do transistor como chave: (válido se $v_{DS} \ll 2(V_{GS} - V_t)$)

$$R_{ON} = \frac{1}{k_n (V_{GS} - V_t)}$$