



NºMec. \_\_\_\_\_ Nome: \_\_\_\_\_

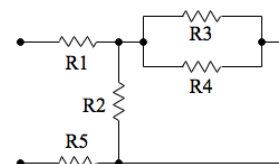
Notas: - O seu teste está numerado no canto superior direito. Assine a folha de presenças na linha com esse nº.

- só é permitida calculadora sem capacidade de comunicação e material de escrita em papel; todo o restante material (incluindo pasta/mochila, portátil/tablet e telemóvel) deve ser depositado na parte baixa do anfiteatro;
- em cada questão só há uma resposta correcta; uma resposta certa vale 1 valor, uma errada desconta 0,2 valores e uma não resposta vale 0 valores; as respostas têm de ser assinaladas com um X na grelha abaixo; mais do que um X por coluna é considerado como resposta errada; as restantes questões valem 2 valores cada.
- duração do teste: 90 minutos, sem tolerância.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(a)												
(b)												
(c)												
(d)												

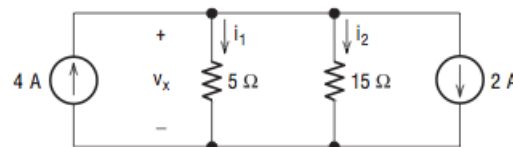
1. no circuito à direita:

- (a) R1 está em série com R2      (b) R1 está em série com R3  
(c) R1 está em série com R4      ok (d) R1 está em série com R5



2. Aplicando sobreposição,  $i_2$  é dada pela soma:

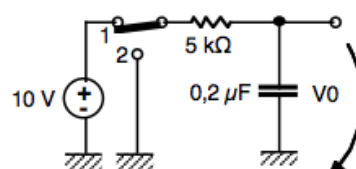
- (a)  $3,0 - 1,5 = 1,5A$       (b)  $1,0 + 0,5 = 1,5A$   
ok (c)  $1,0 - 0,5 = 0,5A$       (d)  $-1,0 + 0,5 = -0,5A$



3. Para  $t < 0s$  o comutador está na posição 1.

Em  $t = 0s$ , o comutador muda para a posição 2, ligando a resistência à massa. Ao fim de  $500\mu s$ :

- (a)  $0V < V_0 < 3V$       (b)  $3V < V_0 < 5V$   
ok (c)  $5V < V_0 < 7V$       (d)  $7V < V_0 < 10V$



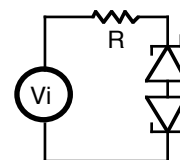
4. Considere uma onda triangular de 500Hz, que varia entre -4V e +6V. Calcule o seu valor médio:

- (a) -2 V      (b) -1 V      ok (c) 1 V      (d) 2 V

5. No circuito considere  $V_\gamma = 0,6V$  e  $V_Z = 4,7V$ . O valor máximo da corrente é de 7,5 mA quando o sinal de entrada é uma senoide de 500Hz com 8Vrms.

Determine, com uma precisão melhor que  $\pm 2\%$ , o valor de R:

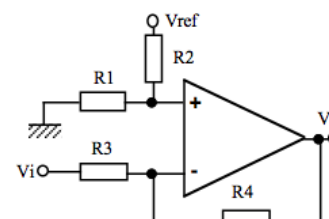
- (a)  $360\Omega$       ok (b)  $800\Omega$       (c)  $880\Omega$       (d)  $1430\Omega$



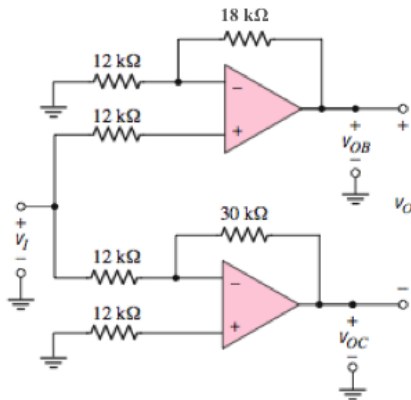
6. Atente nas entradas do OpAmp à direita.

Relacionando  $V_o$  com  $V_i$ , o circuito é um:

- (a) Amplificador Não Inversor      (b) Amplificador Inversor      ok  
(c) Comparador sem histerese      (d) Comparador com histerese



7. No circuito abaixo atente na definição de  $v_O$  ( $v_O = v_{OB} - v_{OC}$ ). O ganho  $v_O / v_I$  é dado por:



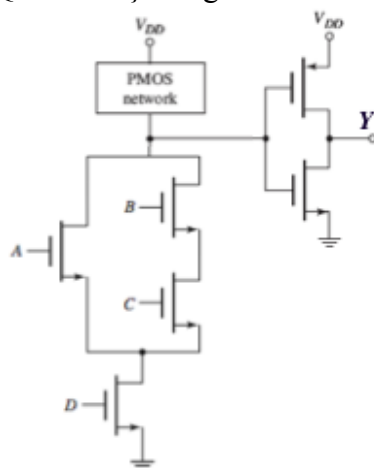
- (a) - 5      (b) 0      (c) 2,5      **ok (d) 5**

8. Considere uma ADC de *tracking* de 6 bits e com um valor de fim de escala de 6,3V.

Quando a saída varia de 000100 para 000001, isso corresponde, aproximadamente, a uma variação na entrada de:

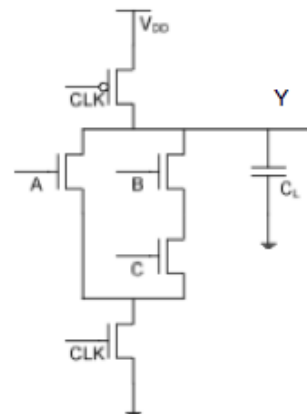
- (a) - 3 V      **ok (b) - 0,3 V**      (c) 0,1 V      (d) 0,3 V

9. Qual a função lógica do circuito abaixo?



- (a)  $Y = A + B C D$       (b)  $Y = \overline{A + B C D}$   
**ok (c)  $Y = (A + B C) D$**       (d)  $Y = \overline{(A + B C) D}$

10. Com CLK=0 determine Y:



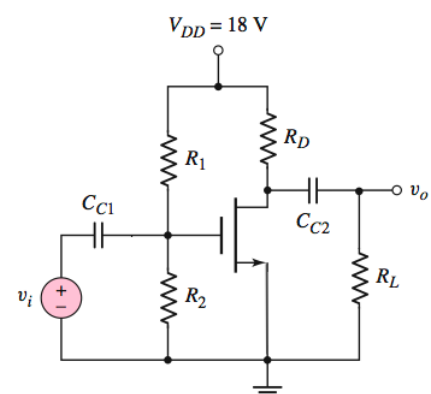
- (a)  $Y = A + B C$       (b)  $Y = \overline{A + B C}$   
(c)  $Y = 0$       **ok (d)  $Y = 1$**

11. Considere:  $R_1=15k\Omega$  ;  $R_2=3k\Omega$  ;  $R_D=2k\Omega$  ;  $R_L=6k\Omega$  ;  
e que  $V_{to}=1V$  ;  $K=1 \text{ mA/V}^2$  .

Considere que os condensadores se comportam como curto-circuitos para pequeno sinal e circuito-abertos para dc.

Calcule a tensão  $V_{DS}$  de polarização:

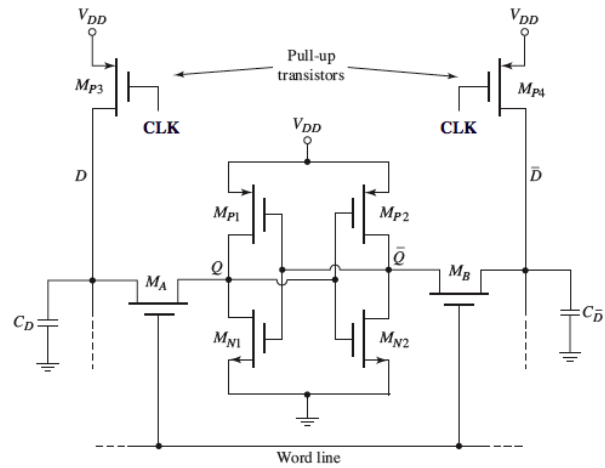
- (a) 6 V      (b) 8 V      **ok (c) 10 V**      (d) 12 V



12. Para o circuito anterior, calcule  $v_O/v_i$  :

- (a) - 8      **ok (b) - 6**      (c) 6      (d) 8

13. O circuito representa uma célula RAM. Os estados 1 a 5 estabelecem-se sequencialmente. Preencha a tabela abaixo com o valor lógico de D,  $\sim D$ , Q e com o estado (On ou Off) dos transistores.

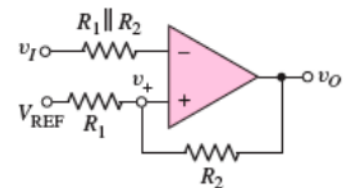


Estado	CLK	WL	D	$\sim D$	Q	MN2	MP1	MP3
1 Read	1	1				On		
2	0	0						
3 Write	1	1	0	1				
4	0	0	—	—	—	—	—	—
5	1	0	—	—	—	—	—	—

14. Considere o comparador à direita, com  $R_1=5k\Omega$ ,  $R_2=15k\Omega$  e  $V_{REF} = -2V$ . O OpAmp satura a  $\pm 10V$ .

Justificando todos os passos:

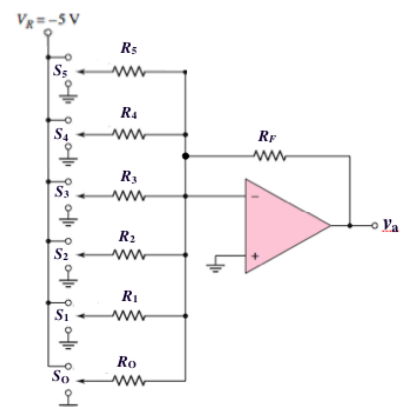
- (a) calcule as tensões de comparação inferior ( $V_{TL}$ ) e superior ( $V_{TH}$ ) e desenhe o gráfico de  $v_O$  em função de  $v_I$ , indicando todos os valores relevantes, quer no eixo  $v_I$ , quer no eixo  $v_O$ ;
- (b) se  $v_I$  for uma onda triangular de 2kHz, entre  $\pm 5V$ , calcule o valor médio e o *duty-cycle* de  $v_O$ .



15. Pretende-se construir uma DAC de 6 bits, com um valor de fim de escala de 10V, sendo  $R_4=10k\Omega$  e  $V_R=-5V$ .

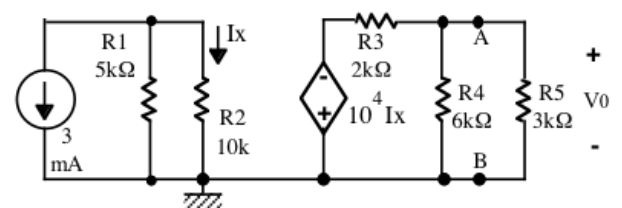
Justificando todos os passos, calcule:

- (a) o valor analógico do LSB;
- (b) o valor de  $R_5$  e de  $R_0$  a  $R_3$ ;
- (c) o valor de  $R_F$  (em  $\Omega$ );
- (d) o valor da corrente em  $R_F$  e da tensão  $v_a$ , quando a palavra de entrada é 010101.



16. Para o circuito à direita, justificando todos os passos:

- (a) calcule o valor de  $I_x$  e de  $V_0$ ;
- (b) obtenha o equivalente de Norton para todo o circuito à esquerda dos pontos AB e desenhe esse equivalente.



$$v = \frac{dw}{dq} \quad i = \frac{dq}{dt} \quad p(t) = v(t)i(t) \quad w = \int_{t_1}^{t_2} p(t) dt \quad \mathbf{V} = \mathbf{R} \times \mathbf{I} \quad \Sigma I_{in} = \Sigma I_{out} \quad \Sigma V = 0$$

$$R_{EQ} = \sum_{n=1}^N R_n$$

$$R_{EQ} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V_{R2} = V_i \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_{R2} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I_i$$

$$V_{med} = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} v(t) dt$$

$$V_{ef} = V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} v^2(t) dt}$$

$$V_{ef} = V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi/T \quad \tau = RC \quad \tau = L/R$$

$$j^2 = -1$$

$$q_c = C v_c \quad i_c = C \frac{dv_c}{dt} \quad v_c(t) = \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i_c dt + v_c(t_0) \quad w(t) = \frac{1}{2} C v^2(t)$$

$$z = a + j b$$

$$|z| = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$v_L = L \frac{di_L}{dt} \quad i_L(t) = \frac{1}{L} \int_{t_0}^t v_L dt + i_L(t_0) \quad w(t) = \frac{1}{2} L i^2(t)$$

$$\phi = \tan^{-1} \left( \frac{b}{a} \right)$$

$$v_C(t) = V_i e^{-t/RC}$$

$$v_C(t) = V_s - V_s e^{-t/RC}$$

$$i_L(t) = I_f - I_f e^{-tR/L}$$

$$v_C(t) = V_{final} - (V_{final} - V_{inicial}) e^{-t/RC}$$

$$Z_C = -j \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{\omega C} \angle -90^\circ$$

$$Z_L = j\omega L = \omega L \angle 90^\circ$$

$$f_B = \frac{1}{2\pi RC}$$

$$H(f) = \frac{1}{1 + j(f/f_B)}$$

$$H(f) = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{j(f/f_B)}{1 + j(f/f_B)}$$

$$|H(f)|_{dB} = 20 \log |H(f)|$$

$$V_r = I_{Lmed} T/C \quad I_{Lmed} \approx V_{Lmed}/R_L \quad V_r = I_{Lmed} T/2C$$

$$i_D = K \left[ 2(v_{GS} - V_{to})v_{DS} - v_{DS}^2 \right]$$

$$i_D = K_p [2(v_{SG} + V_{TP})v_{SD} - v_{SD}^2]$$

$$i_D = K_p (v_{SG} + V_{TP})^2$$

$$i_D = K (v_{GS} - V_{to})^2$$

$$g_m = 2 K (v_{GS} - V_{to})$$

$$A_v = \frac{v_o}{v_{in}} = -\frac{R_2}{R_1}$$

$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

$$v_{a \max} = (2^{n-1} + 2^{n-2} + \dots + 2^1 + 2^0) \delta v \\ = (2^n - 1) \delta v$$