

# Circuit Theory and Electronics Fundamentals

## EXAM PART II = TEST 2

June/22/2021. Duration: 1h30m

First Name: \_\_\_\_\_ Last Name: \_\_\_\_\_ Number: \_\_\_\_\_ Room: \_\_\_\_\_

*Only blank scratch paper and calculator are allowed on your desktop. Checking books or notes is not allowed. Solve each problem group in a separate sheet group to facilitate and speed up grading. The figures are in the next page.*

- Consider the circuit in Figure 1 where  $i_{IN}(t) = 10 \sin(\omega t) \text{ mA}$ . **a)** Compute the functions  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$  and  $v_{OUT}(t)$  and sketch their graphs during one period, using a piece-wise linear diode model with  $V_{ON} = 0.7 \text{ V}$ . **b)** Compute the functions  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$  and  $v_{OUT}(t)$  using the following diode model:  $i_D = I_S \left( e^{\frac{v_D}{V_T}} - 1 \right)$ ,  $V_T = 25 \text{ mV}$ ,  $I_S = 1 \text{ pA}$ .
- Consider the circuit in Figure 2, where  $V_{ON} = 0.5 \text{ V}$  for diode D1, and  $V_{ON} = 1 \text{ V}$  for the LED. **a)** Derive the  $v_O(v_S)$  characteristic and sketch its graph in the interval  $v_S \in [-10, +10] \text{ V}$ . **b)** Sketch the graphs of  $v_S(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$  and  $v_O(t)$  during one period, for  $v_S(t) = 10 \sin(\omega t) \text{ V}$ . **c)** Compute the maximum reverse voltage withstood by the diode D1 and by the LED, under the same conditions of b).
- Consider the circuit in Figure 3. **a)** Compute the value of  $R_B$  that makes  $V_O = 6 \text{ V}$  at the operating point. If you have not answered a), for the following questions assume  $R_B = 2 \text{ M}\Omega$ . **b)** Draw the incremental circuit in the pass-band, and determine the voltage gain and the input and output impedances (neglecting the impedance of all capacitors). **c)** For  $C_1 = 1 \mu\text{F}$  and  $C_B = C_O = \infty$ , determine the 3dB cut-off frequency and indicate the type of filtering realized by the amplifier.
- Consider the circuit in Figure 4 and assume the 3-way switch is initially in position 1. **a)** Compute  $V_O$  for  $V_A = 2 \text{ V}$ ,  $V_B = 0 \text{ V}$  and  $V_C = 2 \text{ V}$ . In the next questions, assume  $v_A(t) = 2 \cos(2\pi \cdot 513 \cdot t) \text{ V}$ . **b)** Compute  $v_O(t)$  for  $V_B = 4 \text{ V}$  e  $V_C = 2 \text{ V}$ . **c)** Compute  $v_O(t)$  with the switch in position 2, for  $V_B = V_C = 0 \text{ V}$ . **d)** Compute  $v_O(t)$  with the switch in position 3, for  $V_B = V_C = 0 \text{ V}$ .

## TRADUÇÃO

*Preencha o seu primeiro (First Name) e último nome (Last Name), número de aluno (Number) e sala (Room) no cabeçalho. Apenas a calculadora e folhas brancas de rascunho são permitidos. O teste é sem consulta. Resolva cada grupo de problemas num grupo de folhas separado para facilitar e acelerar a correção. As figuras estão na página seguinte.*

- Considere o circuito da Figura 1 onde  $i_{IN}(t) = 10 \sin(\omega t) \text{ mA}$ . **a)** Calcule as funções  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$  e  $v_{OUT}(t)$  e esboce os seus gráficos durante um período, usando para o diodo um modelo linear por troços com  $V_{ON} = 0.7 \text{ V}$ . **b)** Calcule as funções  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$  e  $v_{OUT}(t)$  usando para o diodo o seguinte modelo:  $i_D = I_S \left( e^{\frac{v_D}{V_T}} - 1 \right)$ ,  $V_T = 25 \text{ mV}$ ,  $I_S = 1 \text{ pA}$ .
- Considere circuito da Figura 2, onde  $V_{ON} = 0.5 \text{ V}$  para D1, e  $V_{ON} = 1 \text{ V}$  para o LED. **a)** Determine a característica  $v_O(v_S)$  e esboce o seu gráfico no intervalo  $v_S \in [-10, +10] \text{ V}$ . **b)** Esboce os gráficos de  $v_S(t)$ ,  $i_1(t)$ ,  $i_2(t)$  e  $v_O(t)$  durante um período, para  $v_S(t) = 10 \sin(\omega t) \text{ V}$ . **c)** Calcule a tensão inversa máxima suportada pelo diodo D1 e pelo LED nas mesmas condições de b).

3. Considere o circuito da Figura 3. **a)** Calcule o valor de  $R_B$  que faz com que  $V_O=6V$  no ponto de funcionamento em repouso. Se não respondeu a a), para as questões seguintes assuma que  $R_B=2M\Omega$ . **b)** Desenhe o esquema incremental do circuito na banda de passagem, e determine o ganho de tensão e as impedância de entrada e de saída (desprezando as impedâncias de todos os condensadores). **c)** Para  $C_1=1\mu F$  e  $C_B=C_O=\infty$ , determine a frequência de corte a 3dB e indique o tipo de filtragem realizado pelo amplificador.

4. Considere o circuito da Figura 4 e assuma que o interruptor de 3 posições está inicialmente na posição 1. **a)** Calcule  $V_O$  para  $V_A=2V$ ,  $V_B=0V$  e  $V_C=2V$ . Nas próximas questões assuma que  $v_A(t)=2 \cos(2\pi \cdot 513 \cdot t) V$ . **b)** Calcule  $v_O(t)$  para  $V_B=4V$  e  $V_C=2V$ . **c)** Calcule  $v_O(t)$  com o interruptor na posição 2, para  $V_B=V_C=0V$ . **d)** Calcule  $v_O(t)$  com o interruptor na posição 3, para  $V_B=V_C=0V$ .

### Answers' grading / Cotação das perguntas

1-a)	1-b)	2-a)	2-b)	2-c)	3-a)	3-b)	3-c)	4-a)	4-b)	4-c)	4-d)
1.5	2	2	2	1	1.5	3	1	1	2	2	1

### Figures / Figuras

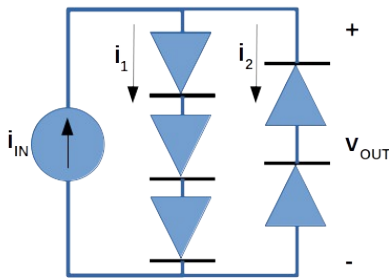


Figure 1

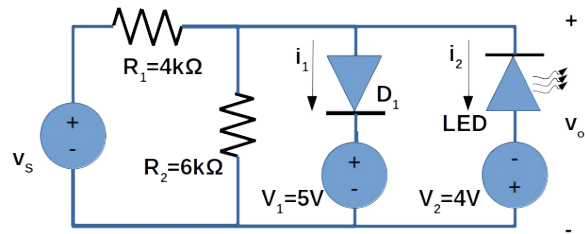


Figure 2

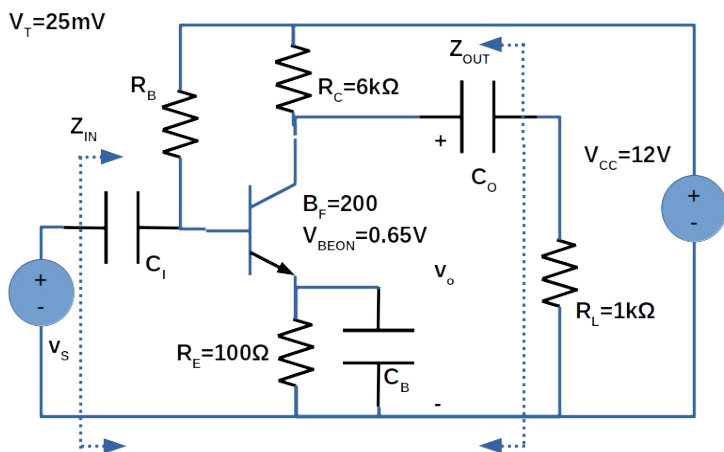


Figure 3

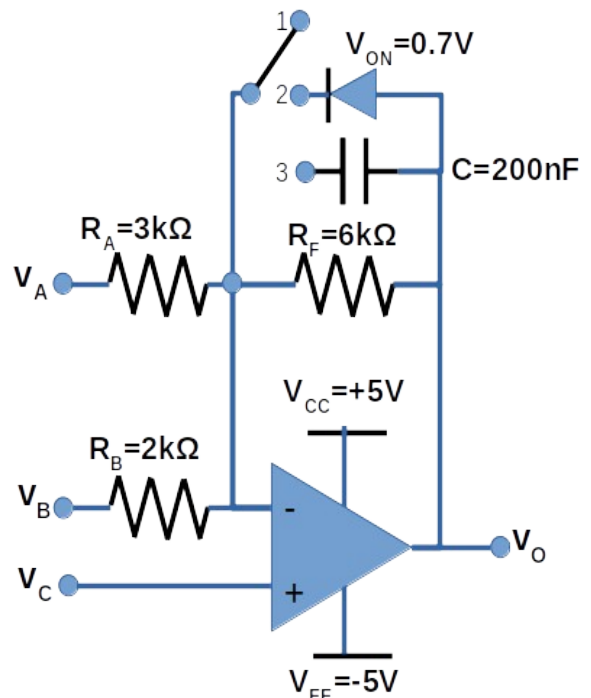


Figure 4