

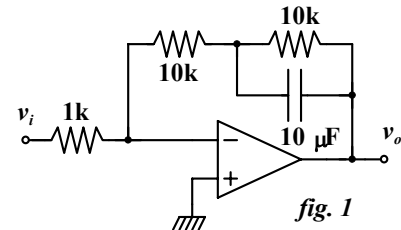


Electrónica I - 2004-05
3º ano (LEEC - APEL)

1ª chamada
12 JAN 05

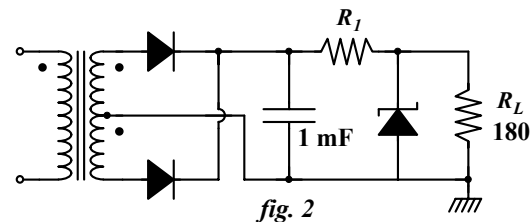
1. Considere o circuito da fig. 1.

- a) Considerando ideal o AmpOp, determine a **função de transferência** $A(s) = v_o / v_i$ e desenhe o respectivo **diagrama de Bode** de amplitude e de fase.
- b) Considere agora que a tensão de desvio à entrada é $V_{OS} = \pm 10 \text{ mV}$ e corrente de polarização é $I_B = 1 \mu\text{A}$. Calcule e justifique a **máxima tensão de desvio na saída**.



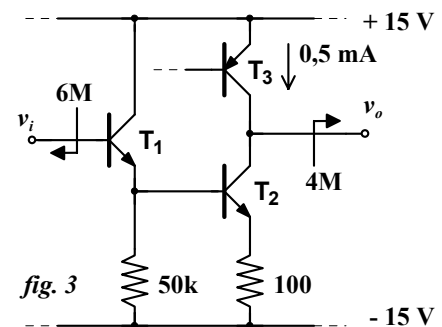
2. Considere agora o circuito da fig. 2. Suponha que o transformador é alimentado pela tensão da rede ($V_{ef} = 220\text{V}$, 50 Hz) e que tem uma relação de transformação de 20:1. Suponha ainda que os díodos apresentam uma tensão de condução constante de 0,7 V e que o zener apresenta as seguintes características: $V_Z = 8,56 \text{ V}$ @ $I_Z = 30 \text{ mA}$, com $r_Z = 12 \Omega$ e $I_{ZK} = 3 \text{ mA}$

- a) Considerando que $R_I = 100 \Omega$, desenhe detalhadamente a **forma de onda** no terminal do condensador, indicando os valores máximo e mínimo da tensão e os seus instantes de ocorrência. Justifique os cálculos que fizer, bem como a forma de onda na saída.
- b) Determine, justificando, o **máximo valor de R_I** para o qual o diodo de Zener ainda regula a tensão de saída.



3. O amplificador representado na fig. 3 corresponde ao andar intermédio dum AmpOp. **Em todo este problema**, admita que o AmpOp está **realimentado** por forma a garantir a **estabilização dos pontos de funcionamento** de todos os transístores. O transístor T_3 faz parte de uma fonte de corrente (em espelho) que impõe uma corrente de **0,5 mA**. Considere para todos os transístores $\beta = 200$, $V_{Anpn} = 50 \text{ V}$ para T_3 e $V_{Anpn} = 100 \text{ V}$ para T_1 e T_2 . Recorde que, $\beta = g_m r_\pi$, com $g_m = I_C / V_T$ e $V_T = 25 \text{ mV}$.

- a) Calcule as **correntes e tensões** contínuas, nos vários ramos e nós do circuito, considerando que a tensão na saída, imposta pelo andar seguinte, é **-1,4 V** e que a corrente a este fornecida é desprezável. Admita, como habitualmente, que as junções de emissor têm uma tensão de 0,7 V.
- b) Calcule a **resistência de saída** do circuito. Para este efeito, admita que a base de T_3 pode ser considerada uma **massa virtual** para sinais. Considere também que a resistência vista para montante da base de T_1 vale **6 MΩ** (ver figura).
- c) Determine os valores da **resistência de entrada** do circuito e do **ganho de tensão**, v_o / v_i . Considere que a resistência de entrada do andar seguinte é **4 MΩ** (ver figura).



- d) Tendo em conta os baixos valores das correntes nos transístores, considerar que $V_{BE} \cong 0,7 \text{ V}$ pode ser uma aproximação grosseira. Determine os valores reais de V_{BE} para T_1 e T_2 , admitindo que $I_S = 10^{-14} \text{ A}$. Recorde que $I_C = I_S \exp(V_{BE} / V_T)$.

4. Considere o amplificador da fig. 4, em que os parâmetros dos MOSFETs são $V_t = 1,5 \text{ V}$, $K = 0,25 \text{ mA/V}^2$, $V_A = 30 \text{ V}$ e $\chi = g_{mb} / g_m = 0,1$. Recorde que, na zona de saturação, a corrente no MOSFET é dada por $i_D = K (v_{GS} - V_t)^2$ e que $g_m = 2 (K I_D)^{1/2}$.

- a) Calcule as **correntes e tensões** contínuas, nos vários ramos e nós do circuito.
- b) Considere agora $I_I \cong 1 \text{ mA}$, independente do que obteve na alínea anterior. **Desenhe** o esquema equivalente do circuito para pequenos sinais de médias frequências e calcule o valor do **ganho de tensão**, v_o / v_i , considerando o **efeito de corpo** se for caso disso, justificando.

