



Electrónica I - 2007-08

2º ano (MIEEC)

Época normal

19 JUN 08

I. Considere o circuito da fig. 1, em que os transístores têm as seguintes características:

MOSFET: $K = 0,5 \text{ mA/V}^2$; $V_t = 1 \text{ V}$; $g_{mb} = g_m / 5$

BJT: $V_{BE} \cong 0,7 \text{ V}$; $\beta = 200$

Tenha em atenção que,

para o MOS temos $i_D = K (v_{GS} - V_t)^2$; $g_m = 2 (K I_D)^{1/2}$

e, para o BJT, $g_m = I_C / V_T$, com $V_T \cong 25 \text{ mV}$ e $\beta = g_m r_\pi$.

Suponha ainda que toma, para ambos os transístores, $V_A = \infty$ e que a capacidade C é tão elevada que pode sempre considerá-la uma impedância nula para as frequências do sinal.

Comece por considerar apenas o MOSFET. Ignore para já o BJT e não considere os pontos P e Q ligados.

1. Calcule R por forma a que a corrente contínua no dreno seja de $10 \mu\text{A}$ e mostre que o MOSFET está na zona de saturação. Ignore o efeito de corpo no cálculo da corrente contínua.
2. Desenhe o circuito para sinal, substituindo o MOSFET pelo seu modelo Π e calcule o ganho $A_{v1} = v_p / v_s$.

Suponha agora que desliga o sinal da porta do MOSFET e o liga à sua fonte através de C , conforme indicado na fig. 2. Suponha ainda, se não calculou R , que o seu valor é maior do que $1 \text{ M}\Omega$.

3. Desenhe o circuito para sinal, para já sem substituir o transistor pelo seu modelo equivalente.
4. Substitua agora o MOSFET pelo seu modelo em Π , tendo em conta o efeito de corpo e calcule o novo ganho em tensão, $A_{v2} = v_p / v_s$.
5. Calcule a resistência vista pela fonte de sinal.

Considere agora que liga os pontos P e Q e que a tensão contínua na base do BJT fica, aproximadamente, a 4 V .

6. Tendo em conta que o amplificador é agora constituído por dois andares (com saída v_o), calcule a redução que se verifica no ganho do primeiro andar (i.e., o ganho A_{v2} anteriormente definido) pelo facto de este ser agora carregado pelo segundo andar.

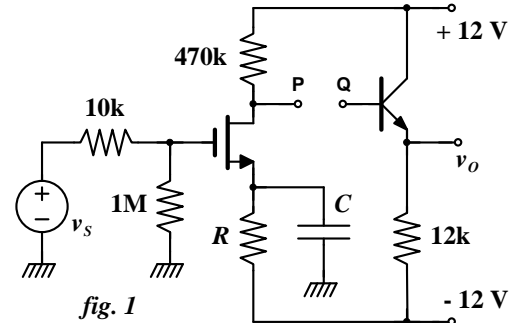


fig. 1

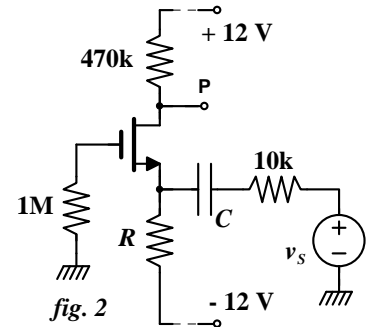


fig. 2

Alunos de Automação e Energia:

7. Admita agora que, no circuito da alínea 6 (i.e., o circuito da fig.2, com os pontos P e Q ligados), $C = 10 \mu\text{F}$. Determine a frequência inferior de corte a -3 dB da resposta às baixas frequências.
8. Explique o que é o efeito de Miller e diga se alguma das capacidades dos transístores sofre esse efeito e quais as suas consequências. Finalmente, faça uma avaliação qualitativa da resposta às altas frequências deste amplificador.

Alunos de Tele:

7. Calcule a resistência de saída do amplificador, em v_o . Justifique.
8. Como se indicou no princípio, no caso do transistor bipolar, ignorou-se o efeito de Early (i.e., supôs-se $V_A = \infty$). Diga em que consiste e explique esse efeito.

II. Considere o circuito da fig. 3, em que as características do zener são as que estão representadas na fig. 4. v_I é uma tensão sinusoidal de 50 Hz e 10 V de pico. Considere que a tensão de condução do diodo é de $0,7 \text{ V}$. Suponha ainda que $R_L \gg 50 \Omega$.

1. Determine a ondulação residual nos pontos A e B.
2. Determine o valor mínimo que a resistência R_L pode ter, por forma a que o zener nunca saia da região de regulação (ou seja, $i_z > I_{ZK}$).

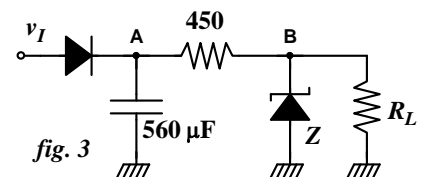


fig. 3

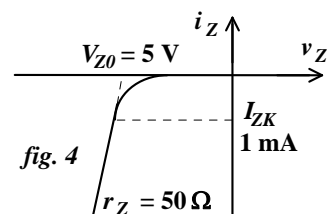


fig. 4