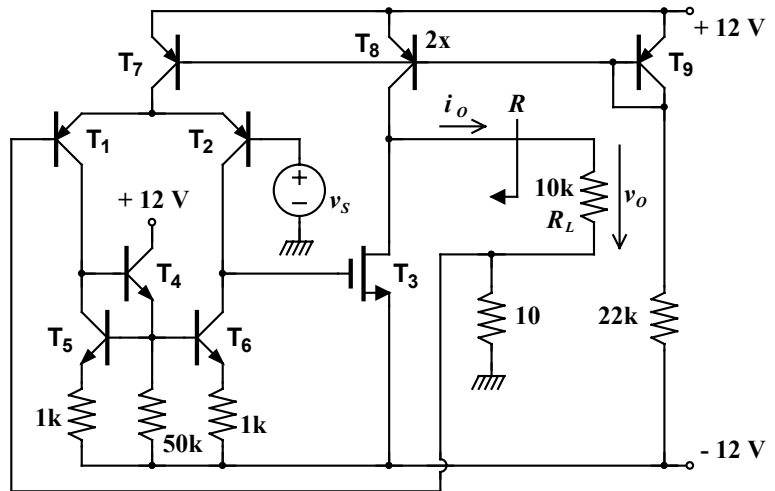




1. Considere o seguinte circuito, em que para todos os transístores bipolares  $V_{BE} \cong 0,7 \text{ V}$ ,  $\beta_o = 200$  e, para o MOSFET,  $K = 1 \text{ mA/V}^2$ ,  $V_t = 0,5 \text{ V}$  e  $V_A = 100 \text{ V}$ , e ainda que  $v_s$  tem valor médio nulo. (Recorde que para um MOSFET,  $i_D = K (v_{GS} - V_t)^2$  na região de saturação.)

**NOTA:** A indicação  $n \times$  junto de um BJT significa que a área da sua junção de emissor é  $n \times$  a área da junção de emissor de um BJT que não tenha indicação nenhuma.

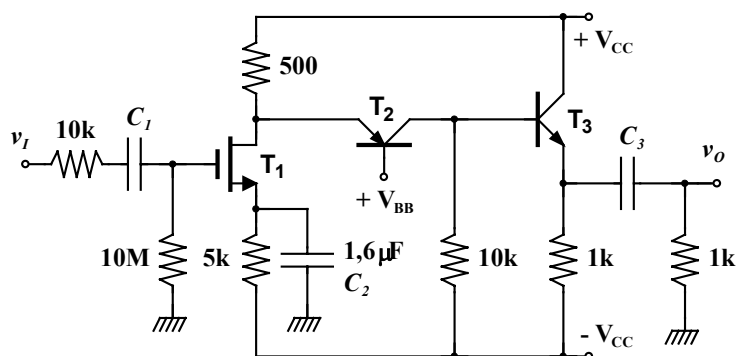
- a) Calcule as correntes e tensões contínuas de  $T_1$ ,  $T_2$  e  $T_3$ , admitindo que, em repouso,  $I_o = 0$ .
- b) Determine a transcondutância de cada um desses três transístores e comente o interesse de usar a configuração  $T_4$ ,  $T_5$  e  $T_6$ , referindo-se à utilização das resistências de  $1 \text{ k}\Omega$  e da resistência de  $50 \text{ k}\Omega$ .
- c) Identifique a topologia da realimentação, calcule o factor de realimentação  $\beta$  e desenhe o esquema equivalente do circuito em malha aberta, para pequenos sinais de médias frequências, considerando o efeito de carga (na entrada e na saída) da malha de realimentação. (Nota: não precisa de substituir os transístores pelos seus modelos.)



**ATENÇÃO:** Independentemente dos valores obtidos nas alíneas anteriores, tome para as alíneas seguintes  $g_{m1} = g_{m2} = 20 \text{ mA/V}$ ,  $g_{m3} = 3 \text{ mA/V}$  e para o factor de realimentação o valor numérico de 10. Considere também, para todos os transístores,  $r_o = 100 \text{ k}\Omega$ .

- d) Calcule, em malha fechada, o ganho  $v_o / v_s$ , para pequenos sinais. (Ajuda: admita que a base de  $T_6$  é aproximadamente uma massa virtual).
- e) Calcule, em malha fechada, o valor da resistência vista para montante de  $R_L$  ( $R$  na figura).
2. Considere o seguinte circuito, cujos transístores bipolares têm  $\beta_o = 200$  e o MOSFET tem  $K = 0,5 \text{ mA/V}^2$ ,  $V_t = 1 \text{ V}$  e  $C_{gs} = C_{gd} = 2 \text{ pF}$ , sendo  $I_{D1} = 1,8 \text{ mA}$ ,  $I_{C2} = 1,4 \text{ mA}$  e  $I_{C3} = 12 \text{ mA}$ .

- a) Determine o valor do ganho em tensão  $v_o / v_i$ , às médias frequências.
- b) Admitindo que a resposta às BF é exclusivamente condicionada por  $C_2$ , esboce o traçado de Bode, devidamente cotado, da amplitude do ganho, na transição das BF para as MF, e indique o valor da frequência inferior de corte,  $\omega_L$ .
- c) Determine a contribuição de  $T_1$  para o primeiro pólo, às altas frequências.



3. Considere o projecto de um circuito de comando para um tiristor. Discuta as características do circuito de porta de modo a garantir uma apropriada entrada em condução do tiristor, quando inserido num ramo de circuito com elevado  $di_A/dt$ .
4. Considere um circuito de controlo da potência em corrente contínua fornecida a uma carga  $R, L$  baseado no funcionamento de um transistor MOSFET de potência. Apresente um esquema de um circuito deste tipo; discuta a aplicação deste tipo de transistor versus um outro semiconductor seleccionado de entre os que estudou e que entenda apropriado a esta aplicação.