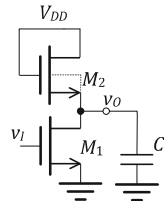


**I) (2.5+3+2+2.5 valores)**

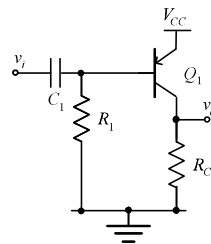
Considere o circuito da figura com  $V_{DD} = 2.7V$ , a tecnologia tem  $1/2 \times \mu_n C_{ox} = 12.5 \mu A/V^2$ ;  $V_{tn} = 0.7V$ ,  $\lambda = 0$  e os transistores NMOS têm  $(W/L)_1 = 9 \mu m / 0.5 \mu m$   $(W/L)_2 = 1 \mu m / 0.5 \mu m$ .



- Desenhe a característica de transferência com as coordenadas dos pontos de transição entre zonas de funcionamento dos transistores. Determine  $V_{OH}$  e  $V_{OL}$ .
- Calcule o tempo de atraso H→L ( $T_{pHL}$ ) para uma capacidade de carga  $C_L$  de 500fF.
- Apresente o esquema de uma porta lógica da mesma família que implemente a função  $\bar{Y} = A + B \cdot (C + D)$  e dimensione os elementos do circuito em relação ao inversor NMOS por forma a garantir os mesmos tempos de atraso.
- Considere  $V_i = 1V$  no PFR e que  $\lambda = 0.01V^{-1}$ . Determine os restantes parâmetros do PFR. Faça o esquema incremental do circuito da figura e use-o para calcular o ganho, a resistência de entrada e a resistência de saída.

**II) (3+2+3.5+1.5 valores)**

Considere o circuito representado na figura, em que  $V_{CC} = 4V$ ,  $R_1 = 400k\Omega$ ,  $R_C = 2k\Omega$ . O transistor bipolar tem  $\beta = 50$   $V_A = 75V$  e considere  $V_{EBon} = 0.7V$



- Calcule os valores em repouso de  $I_B$ ,  $I_C$  e  $V_{EC}$ .
- Diga o que entende por polarização estabilizada e se há neste circuito.
- Calcule a resistência de entrada, resistência de saída e o ganho de tensão. (se não fez a alínea (5) considere  $I_C = 0.5mA$ )
- Calcule o pólo de alta frequência usando o Teorema de Miller (considere que o Gerador tem uma resistência interna de 200Ω e que o modelo incremental do transistor bipolar tem  $C_{\pi} = 0.5pF$ ,  $C_{\mu} = 0.25pF$ ,  $r_x = 0$ ).

Formulário:  $i_D = k(v_{GS} - V_t)^2$ ;  $i_D = k[2(v_{GS} - V_t)v_{DS} - v_{DS}^2]$ ;  $k_{n,p} = \frac{1}{2} \mu_{n,p} C_{ox} \frac{W}{L}$ ;

$i_C = I_S e^{v_{BE}/V_T}$ ;  $V_T = 25mV$ ;

**RESOLUÇÃO**  
**1º Teste Electrónica I** 16/11/2015

- $M_2$  sat.  $v_{DS} = v_{GS}$
  - $M_1$  corte  $v_{GS} < 0.7V$
  - $V_{OH} = 2V$
  - $M_1$  Sat  $0.7 < v_{GS} = v_i < v_o + V_t$

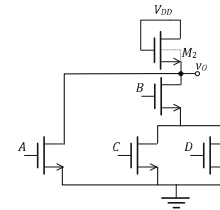
$$\text{Declive} = -\sqrt{\frac{(W/L)_1}{(W/L)_2}} = -3$$

$$\begin{cases} v_o = 4.1 - 3v_i \Rightarrow v_i = 1.2V \\ v_o = v_i - 0.7 \Rightarrow v_o = 0.5V \end{cases}$$

- $M_1$  triodo  $v_o < v_i - V_t$   
 $v_i = 2.7V \Rightarrow v_o = 102mV$   
ou  $v_i = V_{OH} = 2V \Rightarrow v_o = 150mV$

$$2. \quad t_{pHL} \approx 1.31ns$$

3.



A=9/0.5; B,C,D=18/0.5

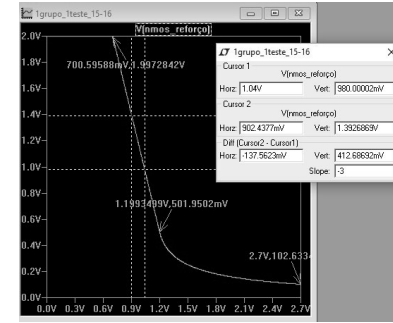
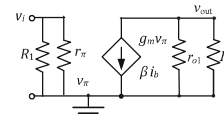
$$5. \quad I_C = 0.4125mA, \quad I_B = 8.25\mu A \quad V_{EC} = 3.175V$$

6. Não há.

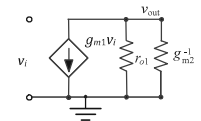
7.

$$\begin{aligned} R_i &= r_{\pi} \parallel R_1 = 2.98k\Omega \\ R_o &= r_{o1} \parallel R_C = 1.98k\Omega \\ A_v &= -g_m R_o = -32.6 \end{aligned}$$

$$8. \quad f_{p1} = 95.6MHz$$



4.



$$\begin{aligned} R_i &= \infty \\ R_o &\approx g_{m2}^{-1} = 22.2k\Omega \\ A_v &\approx -3 \end{aligned}$$