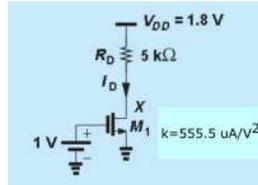
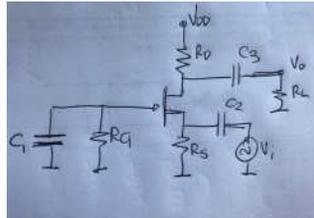


## P2 2018.1 Dispositivos Eletrônicos Prof. Marcelo Perotoni

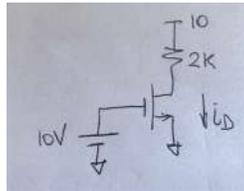
[1] Para o circuito baseado no Enhancement NMOS com  $V_{Th}$  de 0.4V, (a) calcule a corrente quiescente. (b) Prove se o dispositivo está saturado ou em triodo. (c) Quando a tensão no gate aumenta 10 mV, quanto aumenta a tensão de dreno? (d) Calcule o ganho  $A_v = \Delta V_{DS} / \Delta V_{GS}$ .



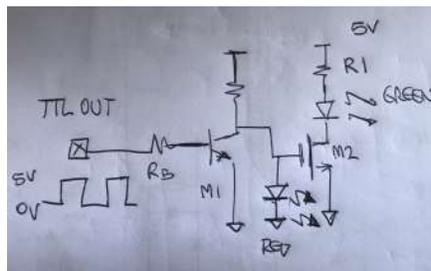
[2] Para o amplificador baseado em JFET: (a) Diga qual o nome da configuração amplificadora. (b) Desenhe o modelo de pequenos sinais, considere capacitores ideais em AC. (c) Calcule o ganho de tensão do amplificador (desconsidere  $r_d$ ). (d) Qual a tensão DC no gate ( $V_G$ )?



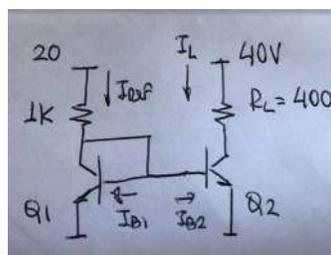
[3] (a) Calcule a corrente quiescente  $I_{dq}$  do transistor enhancement NMOS com  $V_{th} = 1.5$  V e  $k = 0.5$  mA/V<sup>2</sup> (b) A qual dos valores de  $\beta_s$  corresponde a maior temperatura? Considere  $v_{be} = 0.7$  V.



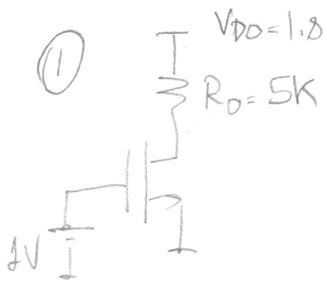
[4] Para o circuito abaixo, temos uma saída digital TTL onde "0" lógico corresponde a zero Volts e "1" lógico corresponde a 5 Volts. Considere que os leds acendem com 1.5 V e que o  $V_{Th}$  do NMOS seja 0.8V. (a) Supondo os dois transistores (bipolar e Enhancement NMOS) operando como chaves, o led vermelho acende com nível lógico "1" ou "0"? (b) E quanto ao led verde, acendo com "1" ou "0" lógicos? (c) Deseja-se usar uma corrente nos dois leds de 10 mA, estime o valor dos resistores de dreno e coletor para polarizá-los. Considere tanto  $V_{CE}$  quanto  $V_{DS}$  nulos quando saturados, para simplificar.



[5] Para o current mirror despreze as correntes de base de M1 e M2 e considere  $V_{BE} = 0.7$  V. (a) Calcule  $I_L$ . (b) Calcule  $V_{CE}$  no transistor  $Q_2$ . (c) Calcule o máximo  $R_L$  que pode ser usado até saturar  $Q_2$  (i.e. fazer  $V_{CE2} = 0$ ).



P2 DISPOSITIVOS 2018.1



(a) supõe saturado:  $V_{GS} = 1V$   
 (b)  $I_D = k(V_{GS} - V_T)^2 = 555.5 \frac{\mu A}{V^2} (1 - 0.4)^2 = 200 \mu A$

Está saturado?

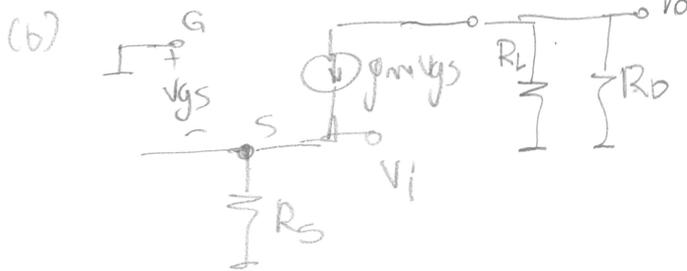
$V_{DS} = V_{DD} - I_D R_D = 0.8V$

saturado?  $V_{DS} \geq V_{GS} - V_T \rightarrow 0.8 \geq 1 - 0.4 \checkmark$  OK

(c) se  $V_G = 1.01V \rightarrow I_D = 555.5 \mu A (1.01 - 0.4)^2 = 206.7 \mu A$   
 $V_{DS} = V_{DD} - I_D R_D = 0.766V$

(d)  $A_v = \frac{\Delta V_{DS}}{\Delta V_{GS}} = \frac{0.766 - 0.8}{0.01} = -3.4$

(2) (a) IN: SOURCE OUT: DRAIN COMMON GATE



(c)  $V_i = -V_{GS}$   
 $V_o = -g_m V_{GS} [R_D // R_L]$   
 $A_v = \frac{V_o}{V_i} = g_m [R_D // R_L]$

(d)  $V_G = \text{zero}$

(3) (a)  $V_{GS} = V_G - V_S = 10V$  supõe saturado  $i_D = k(V_{GS} - V_T)^2 = 0.5(10 - 1.5)^2 = 36.18 \text{ mA}$

$V_{DS} = V_{DD} - I_D R_D = 10 - 36.18 \times 2 = -62.25 \rightarrow$  errado, está assim  
 m região de triodo

triodo:  $\sqrt{I_D} = k [2(V_{GS} - V_T)V_{DS} - V_{DS}^2]$  &  $i_D = \frac{V_{DD} - V_{DS}}{R_D}$

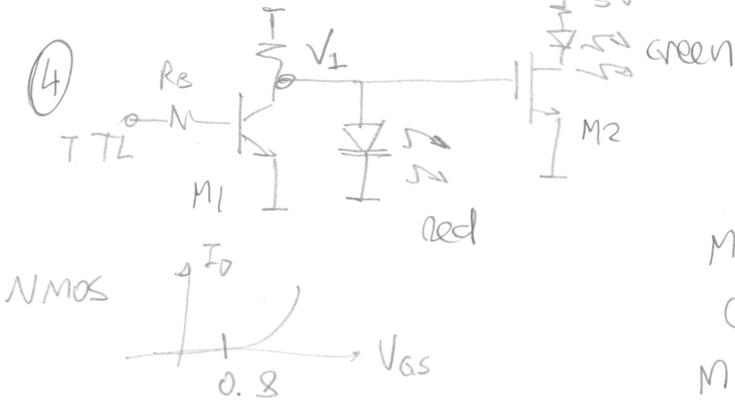
$\frac{V_{DD} - V_{DS}}{R_D} = k [2(V_{GS} - V_T)V_{DS} - V_{DS}^2]$ ;  $V_{DS}^2 - 18V_{DS} + 10 = 0$

$V_{DS}^I = 0.574 \rightarrow \text{OK}$

$i_D = \frac{V_{DD} - V_{DS}}{R_D} = \frac{10 - 0.573}{2} = 4.71 \text{ mA}$

$V_{DS}^{II} = 17.43 \rightarrow \text{NÃO}$

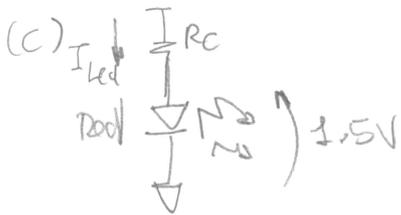
4



(a)  
COM "1" NA ENTRADA

$M1_{SAT} \rightarrow V1 = 0$  Led vermelho OFF  
COM "0" NA ENTRADA  
 $M1$  corte  $\rightarrow$  Led vermelho ON

(b) COM "1" ENTRADA  $\rightarrow V1 = \text{zero}$  M2 OFF Led verde OFF  
COM "0" ENTRADA  $\rightarrow V1 \approx V_{CC} - \text{queda } R \rightarrow$  Led verde ON  
M2 saturado

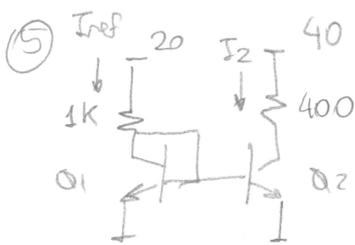


$I_{led} = 10\text{mA}$

$10\text{mA} = \frac{5 - 1.5}{R_c} \Rightarrow R_c = \frac{3.5}{10} \text{K} = 350\Omega$



$R_D = \frac{5 - 1.5}{10\text{mA}} = 350\Omega$



(a)  $I_{REF} = \frac{20 - 0.7}{1} \text{mA} = 19.3 \text{mA}$

como  $V_{BE1} = V_{BE2}$  e  $I_{B1} = I_{B2} \approx 0$

$I_2 = 19.3 \text{mA}$

(b)  $V_{CE2} = 40 - 400(19.3 \times 10^{-3}) = 32.28$

(c) P1  $V_{CE2} = 0 \rightarrow$

$0 = 40 - 19.3 \times 10^{-3} \cdot R_{C \text{ MAX}}$

$R_{C \text{ MAX}} = \frac{40}{19.3 \times 10^{-3}} = 2072\Omega$