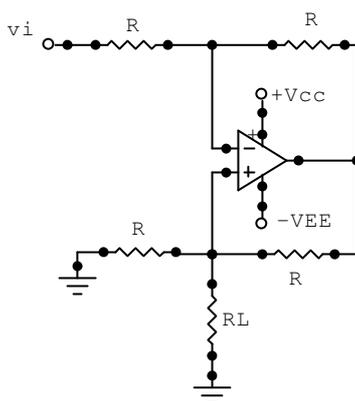


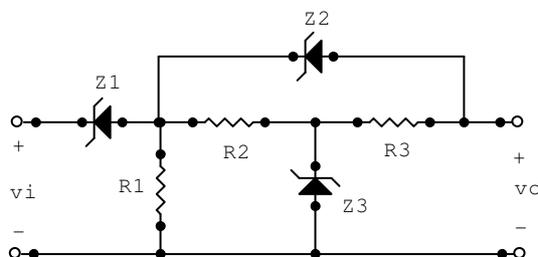
**Universidade Federal de Santa Catarina**  
**Departamento de Engenharia Elétrica e Eletrônica**

**Eletrônica Básica – EEL 5346**  
**Recuperação – 2014/2 (09/12/2014)**

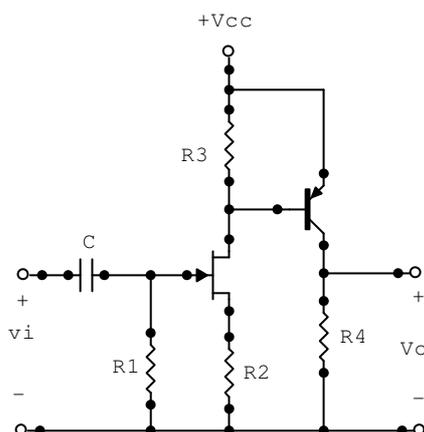
**Questão 1:** [3,5 pontos] Dado o circuito a seguir, determine: (a) corrente no resistor  $R_L$ ; (b) faixa de valores de  $v_i$  para a qual não há saturação na saída do amplificador operacional. Assuma: que o amplificador operacional é ideal a menos da limitação de saída em função da tensão de alimentação;  $V_{CC}$  e  $V_{EE}$  são valores positivos;  $v_i$  pode possuir valores positivos e negativos.



**Questão 2:** [3,0 pontos] Trace a curva  $v_i \times v_o$  para o circuito a seguir. Indique no gráfico todos os pontos de quebra e apresente os cálculos e explicações associados. Assuma que  $v_i$  pode variar entre 0 e 12V e que o diodo pode ser representado por uma chave em série com uma fonte de tensão. Dados:  $R_1=R_2=R_3=100\Omega$ ;  $V_{z1}=V_{z2}=V_{z3}=3V$ ;  $V_D=0,6V$

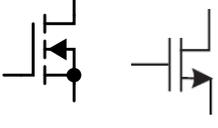
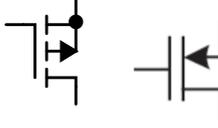
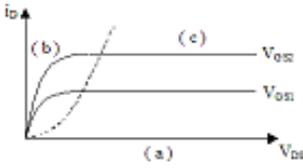
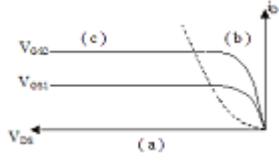


**Questão 3:** [3,5 pontos] Dado o circuito a seguir, determine o ganho de tensão  $A_v=v_o/v_i$  em função dos componentes do circuito. Assuma que os parâmetros de pequenos sinais dos dois transistores são conhecidos.

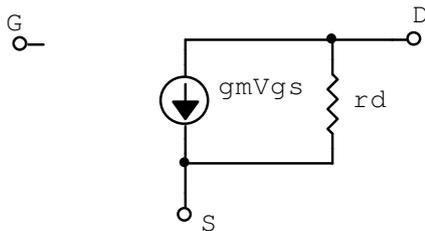


## FORMULÁRIO

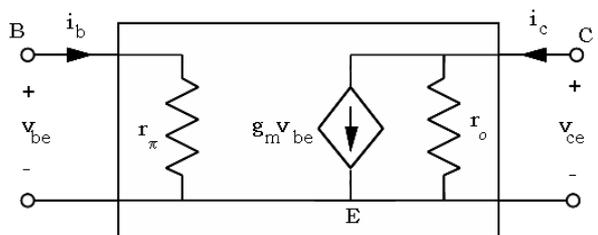
- MOSFET reforço (enriquecimento, acumulação, intensificação):

NMOS	Equações	PMOS
 $V_T > 0 \quad V_{DS} > 0$	$K = k'_n \left( \frac{W}{L} \right)$ $k'_n = \mu_n C_{ox}, \lambda = 1/V_A$	 $V_T < 0 \quad V_{DS} \leq 0$
$V_{GS} < V_T$	(a) Região de Corte $I_D=0$	$V_{GS} \geq V_T$
$\begin{cases} V_{GS} \geq V_T \\ V_{DS} < V_{GS} - V_T \\ V_{GD} \geq V_T \end{cases}$	(b) Região de Triodo $I_D = K \left[ (V_{GS} - V_T) V_{DS} - \frac{1}{2} V_{DS}^2 \right]$	$\begin{cases} V_{GS} \leq V_T \\ V_{DS} > V_{GS} - V_T \\ V_{GD} \leq V_T \end{cases}$
$\begin{cases} V_{GS} \geq V_T \\ V_{DS} \geq V_{GS} - V_T \\ V_{GD} \leq V_T \end{cases}$	(c) Região de Saturação $I_D = \frac{K}{2} (V_{GS} - V_T)^2 (1 + \lambda V_{DS})$	$\begin{cases} V_{GS} \leq V_T \\ V_{DS} \leq V_{GS} - V_T \\ V_{GD} \geq V_T \end{cases}$
		

- Modelo de pequenos sinais do MOSFET reforço:  $r_d = |V_A|/I_D$ ;  $g_m = K \cdot (V_{GS} - V_T)$



- Modelo de pequenos sinais para o transistor NPN:  $g_m = I_{CQ}/v_T$ ;  $r_\pi = \beta/g_m$ ;  $r_o = V_A/I_C$ ;  $v_T = 25\text{mV}$



- Modelo de Ebers-Moll para o transistor NPN:  $v_T = 25\text{mV}$

$$i_{DE} = I_{SE} \left( e^{\frac{v_{BE}}{v_T}} - 1 \right); \quad i_{DC} = I_{SC} \left( e^{\frac{v_{BC}}{v_T}} - 1 \right);$$

$$I_{SE} = \frac{I_S}{\alpha_F}; \quad I_{SC} = \frac{I_S}{\alpha_R}$$

