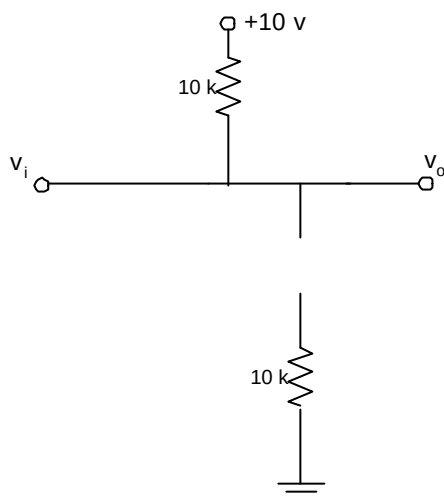




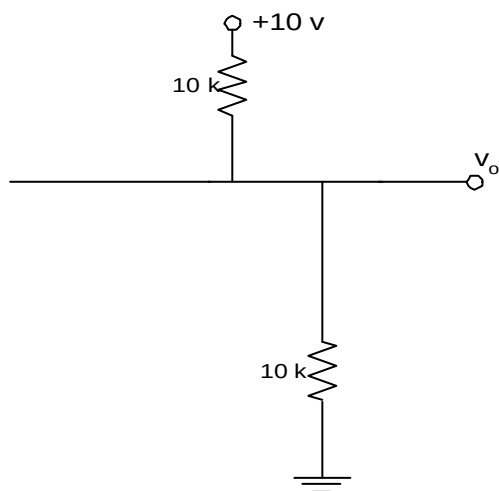
1.

a) Considerandos os díodos ideais, vem:

$$v_i \rightarrow -\infty: D_1 \text{ ON}; D_2 \text{ OFF} \qquad v_o = v_i$$



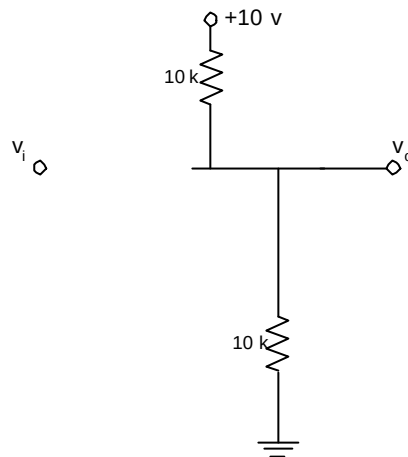
$$v_i > 0: D_1 \text{ ON}; D_2 \text{ ON} \qquad v_o = v_i$$



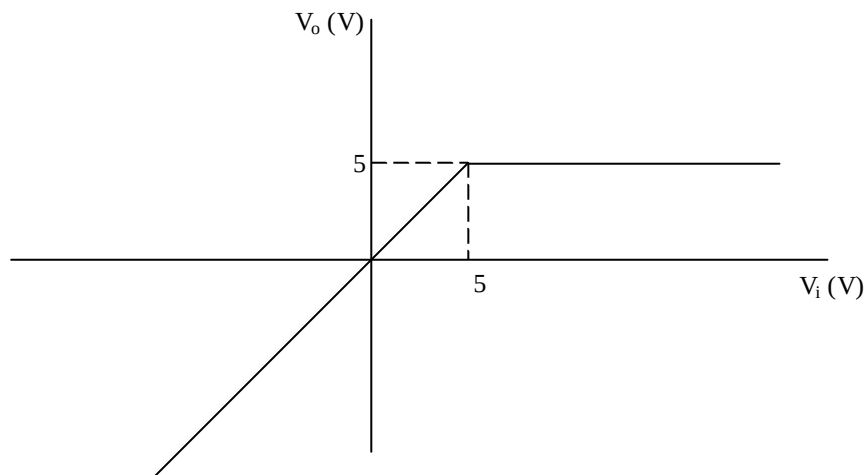


$v_i \rightarrow +\infty$: D_1 OFF; D_2 ON

$$v_o = \frac{10K}{10K + 10K} \times 10V = 5V$$



Intersecção: $v_i = 5V \Rightarrow v_o = 5V$

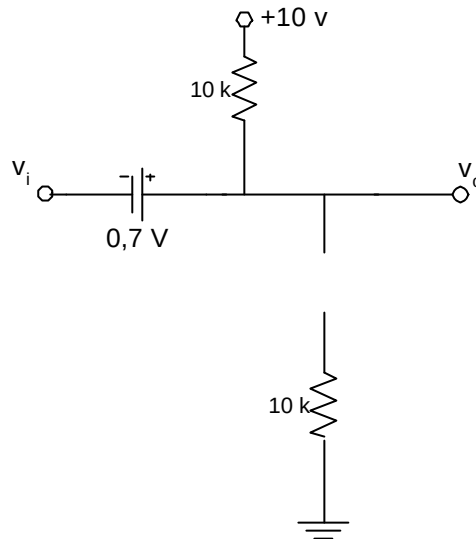




b) Considerando que os díodos têm uma queda de tensão de 0,7 V quando polarizados directamente, vem:

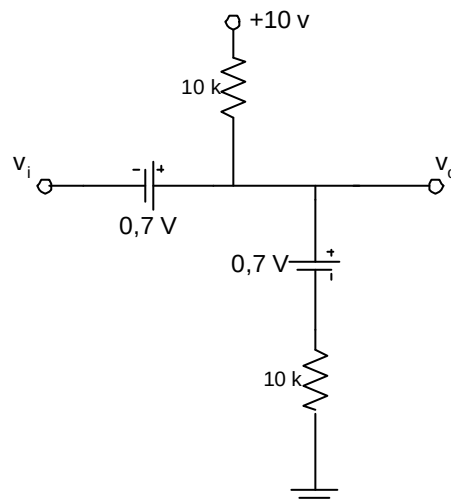
$$v_i \rightarrow -\infty: D_1 \text{ ON}; D_2 \text{ OFF}$$

$$v_o = v_i + 0,7$$



$$v_i > 0: D_1 \text{ ON}; D_2 \text{ ON}$$

$$v_o = v_i + 0,7$$

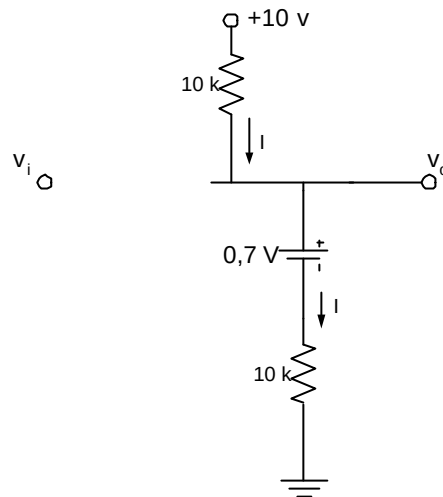




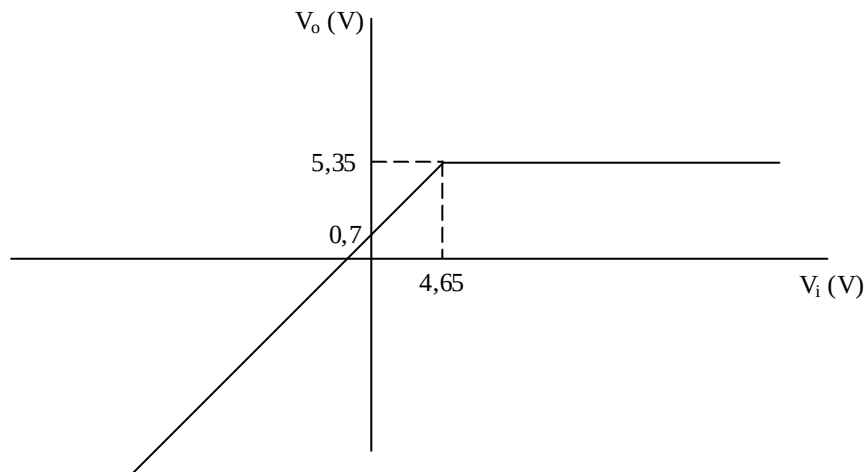
$$v_i \rightarrow +\infty: D_1 \text{ OFF}; D_2 \text{ ON}$$

$$I = \frac{10 - 0,7}{10K + 10K} = 4,65 \text{ mA}$$

$$v_o = R \times I + 0,7 = 10 \times 10^3 \times 4,65 \times 10^{-3} + 0,7 = 5,35 \text{ V}$$



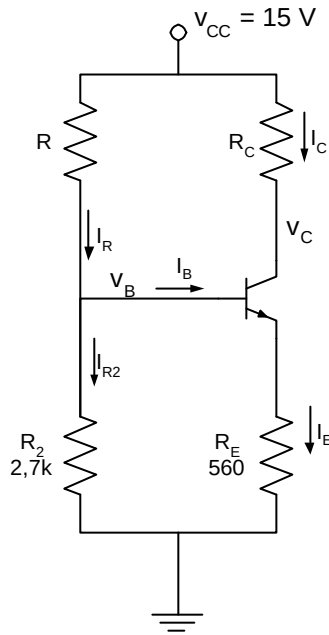
$$\text{Intersecção: } v_i + 0,7 = 5,35 \text{ V} \Leftrightarrow v_i = 4,65 \text{ V} \Rightarrow v_o = 5,35 \text{ V}$$





2.

a) Na análise para polarização, considera-se que os condensadores se comportam como circuitos-abertos. Deste modo o circuito apresentado, para DC, fica do seguinte modo:



Para D_C :

$$R_C = \frac{15 - V_C}{I_C} = \frac{15 - 9,09}{2,19} = 2,7 K\Omega$$

$$V_B = V_E + V_{BE_{ON}} = R_E I_E + V_{BE_{ON}} = 560 \times 2,2 \times 10^{-3} + 0,7 = 1,23V + 0,7V = 1,93V$$

$$I_E = (b + 1) \times I_B = (b + 1) \times \frac{I_C}{b} = 2,20 mA$$

$$I_B = \frac{I_C}{b} = \frac{2,19}{200} = 10,95 \mu A$$

$$I_{R_2} = \frac{V_B}{R_2} = \frac{1,93}{2,7} = 0,72 \mu A$$

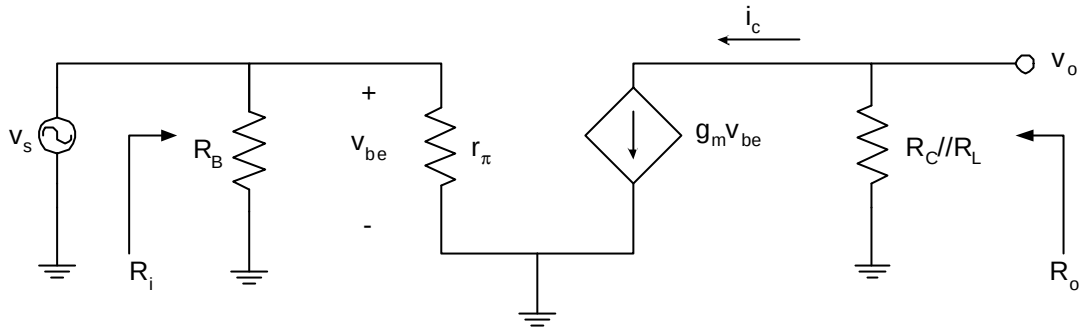
$$I_R = I_{R_2} + I_B = 0,73 \mu A$$

$$R = \frac{15 - V_B}{I_R} = \frac{15 - 1,93}{0,73} = 18 K\Omega$$



b) Na análise para pequenos sinais, os condensadores portam-se como curto-circuitos. Deste modo, e substituindo o transistor pelo modelo para pequenos sinais em p, obtém-se o seguinte circuito:

Para pequenos sinais vem:



$$R_B = R // R_2 = 2,53 K\Omega$$

$$g_m = \frac{I_C}{V_T} = \frac{2,19 mA}{25 mV} = 87,6 \times 10^{-3} \Omega^{-1}$$

$$v_o = -i_c \cdot (R_C // R_L) = -g_m \cdot v_{be} \cdot (R_C // R_L) = -g_m \cdot v_s \cdot (R_C // R_L)$$

$$\frac{v_o}{v_s} = -g_m \cdot (R_C // R_L) = -87,6 \times 10^{-3} \cdot (3,3 \times 10^3 // 2,7 \times 10^3) = -130,1$$

$$R_o = R_C // R_L = 1,5 K\Omega$$

$$r_p = \frac{b}{g_m} = \frac{200}{87,6 \times 10^{-3}} = 2,28 K\Omega$$

$$R_i = R_B // r_p = 2,35 K // 2,28 K = 1,16 K\Omega$$

3.

a) Considerando só a parte do circuito respeitante à ponte de resistências, vem

$$I_{MÁX} = 31,25 mA$$

$$V_{CC} = 15V$$

$$R_o = 240 \Omega$$

$$R = R_o \cdot (1 + x)$$

$$I = \frac{V_{CC}}{R_2 + R_x}$$

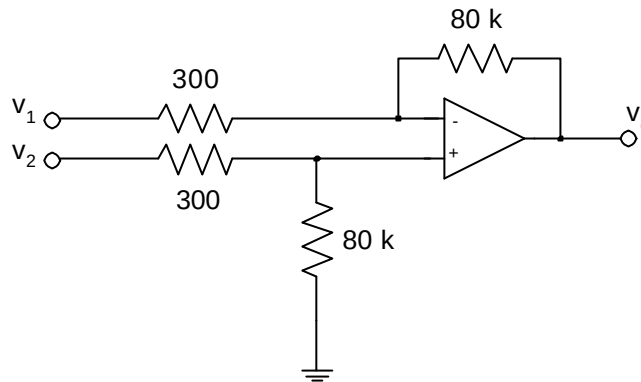
$$I_{MÁX} = \frac{V_{CC}}{R_2 + R_{x_{MÍN}}} \Leftrightarrow 31,25 = \frac{15}{R_2 + 240 \cdot (1 + 0)} \Leftrightarrow R_2 = 240 \Omega$$

Para que a saída seja nula quando $x = 0$, então, vem:



$$v_2 - v_1 = 0 \Leftrightarrow \frac{240}{240 + R_1} = \frac{240}{240 + 240} \Leftrightarrow R_1 = 240 \Omega$$

b) Considerando só o andar amplificador, vem



Pelo teorema da sobreposição, vem:

$$v_0 = -\frac{80K}{300} \cdot v_1 + \left(1 + \frac{80K}{300}\right) \left(\frac{80K}{80K + 300}\right) v_2$$

$$v_0 = -\frac{80K}{300} \cdot v_1 + \left(\frac{300 + 80K}{300}\right) \left(\frac{80K}{80K + 300}\right) v_2$$

$$v_0 = -\frac{80K}{300} \cdot v_1 + \frac{80K}{300} \cdot v_2$$

$$v_0 = \frac{80K}{300} \cdot (v_2 - v_1) = 266,67 \cdot (v_2 - v_1)$$