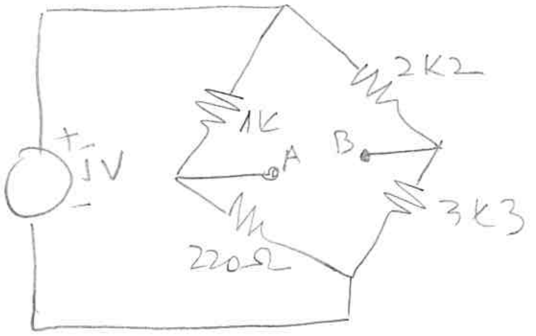
1ª CHAMADA 20/21

1



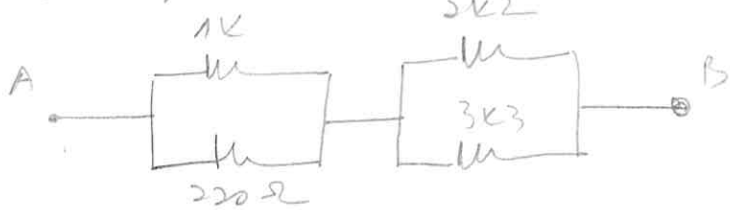
$V_S = V_A - V_B = V_{Th}$

$$V_A = \frac{220\,\Omega}{1K + 22\,\Omega} \times 5V = 0.9V$$

$$V_B = \frac{3K3}{2K2 + 3K3} \times 5V = 3V$$

$$V_S = V_A - V_B = (0.9 - 3)V = -2.1V$$

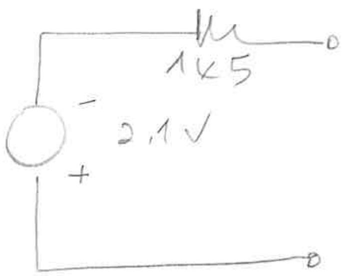
SUBSTITUINDO A FONTE DE TENSÃO PELA SUA RESISTÊNCIA INTERNA (0Ω) O CIRCUITO FICA:



LOGO,

$$R_{Th} = \underbrace{1K \| 220\,\Omega}_{\simeq 180\,\Omega} + \underbrace{2K2 \| 3K3}_{\simeq 1.3K\Omega} \simeq 1.5K\Omega$$

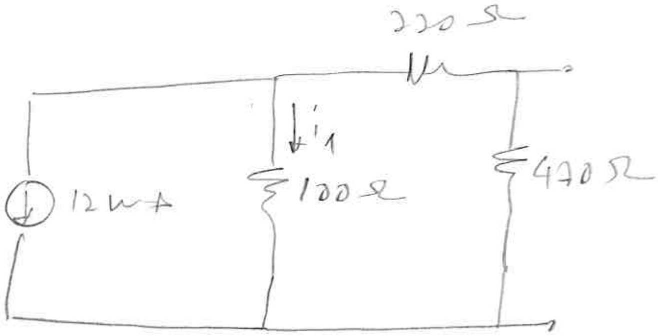
O EQUIVALENTE DE THÉVENIN SERÁ

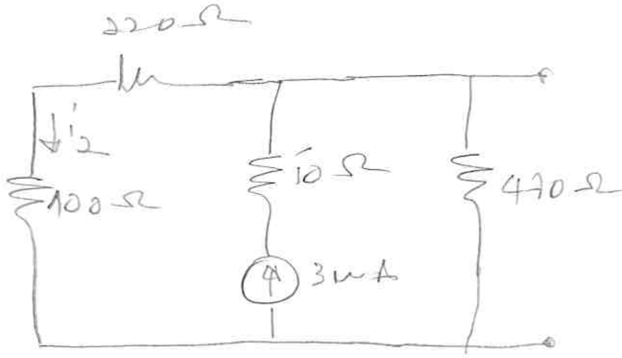


②

a) VAMOS UTILIZAR O PRINCÍPIO DA SOBREPOSIÇÃO

$i = i_1 + i_2$



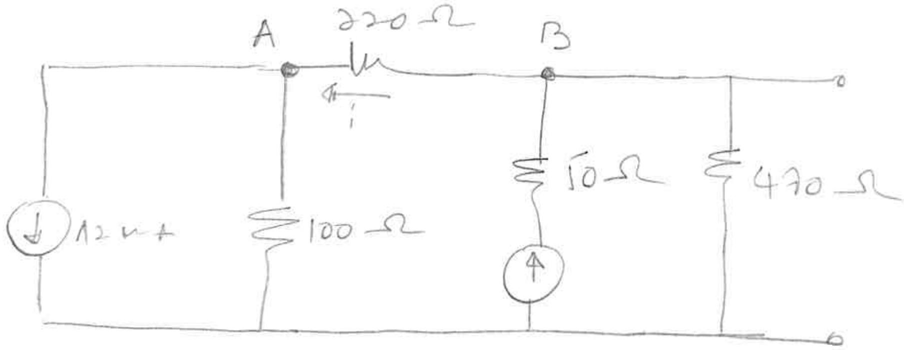


$$i_1 = -\frac{220+470}{220+470+100} \times 12\,mA = -\frac{690}{790} \times 12\,mA \simeq -10.5\,mA$$

$$i_2 = \frac{470}{(220+100)+470} \times 3\,mA = \frac{470}{790} \times 3\,mA \simeq 1.8\,mA$$

$$i = i_1 + i_2 = (-10.5 + 1.8)\,mA = -8.7\,mA$$

b)



COM BASE NO RESULTADO DA ALÍNEA ANTERIOR SABEMOS QUE A TENSÃO NO PONTO A SERÁ:

$$V_A = -100\,\Omega \times 8.7\,mA = -0.87\,V$$

POR OUTRO LADO, TAMBÉM COM BASE NOS RESULTADOS DA ALÍNEA A, SABEMOS QUE A CORRENTE QUE ATRAVESSA A RESISTÊNCIA DE 220 Ω SERÁ:

$$i = ((12 - 10.5) + 1.8)\,mA = 3.3\,mA$$

SABEMOS PORTANTO QUE:

$$V_B = V_A + (220\,\Omega \times i) = -0.87\,V + 220\,\Omega \times 3.3\,mA \simeq -0.14\,V$$

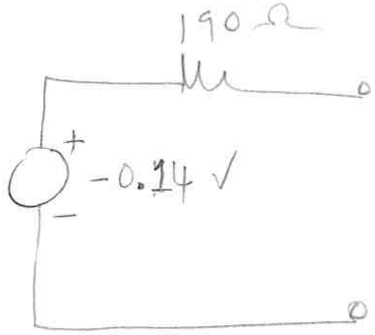
FINALMENTE, SABEMOS QUE:

$$V_{FC} = V_B + (\underbrace{50\,\Omega \times 3\,mA}_{0.15V}) \simeq 0.01\,V$$

c) $V_{Th} = V_S = V_B = -0.14\,V$

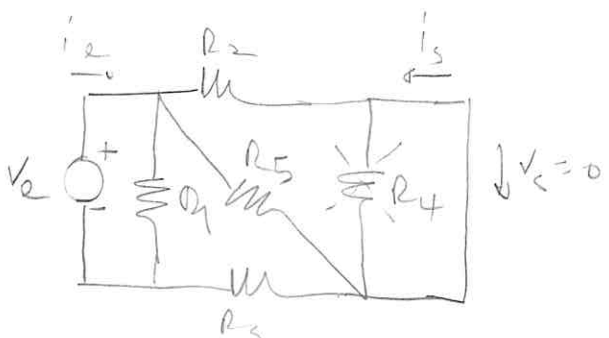
$$R_{Th} = 470\,\Omega \,\|\, (220\,\Omega + 100\,\Omega) = \frac{470 \times 320}{470 + 320}\,\Omega \simeq 190\,\Omega$$

Logo:



3 $\begin{bmatrix} V_e \\ i_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_e \\ V_s \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{cases} V_e = h_{11} i_e + h_{12} V_s \\ i_s = h_{21} i_e + h_{22} V_s \end{cases}$

$\boxed{\text{CONDIÇÃO } V_s = 0}$



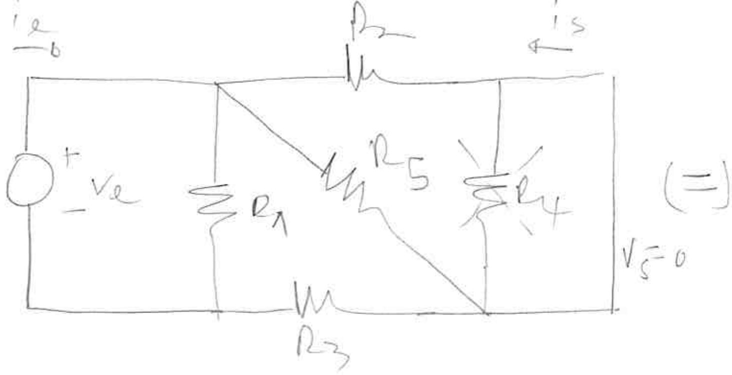
$$h_{11} = \left.\frac{V_e}{i_e}\right|_{V_s=0} = R_1 \,\|\, \Big[\underbrace{(R_2 \| R_5)}_{\frac{220 \times 2200}{220+2200} \simeq 200} + R_3\Big] =$$

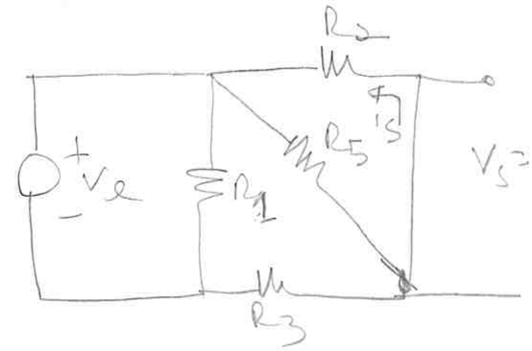
$$= 470 \,\|\, 3k5 = \frac{470 \times 3500}{470 + 3500} \simeq 414\,\Omega$$

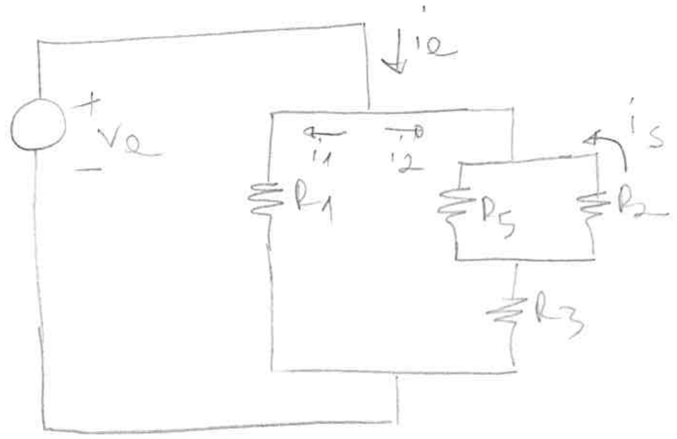
$h_{11} = 414\,\Omega$

$h_{21} = \left.\frac{i_s}{i_e}\right|_{V_s=0}$

A EXISTÊNCIA DA RESISTÊNCIA R_5 COMPLICA UM POUCO ESTE CÁLCULO. É CONVENIENTE REPRESENTAR O CIRCUITO DE MODO A TORNAR A SOLUÇÃO MAIS EVIDENTE.







$$i_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_{eq}}\, i_e$$

$$R_{eq} = R_3 + (\underbrace{R_5 \| R_2}_{200\Omega}) = 3k5$$

$$i_2 = \frac{470}{470 + 3k5}\, i_e \simeq 0{,}12\, i_e$$

POR OUTRO LADO:

$$i_s = -\frac{R_5}{R_5 + R_2}\, i_2 = -\frac{2k2}{220 + 2k2}\, i_2 \simeq -0{,}91\, i_2$$

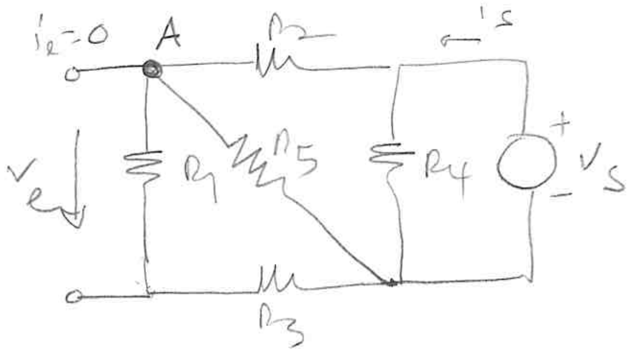
LOGO, VIRÁ:

$$i_s = -0{,}91\, i_2 = -0{,}91 \times 0{,}12\, i_e \simeq -0{,}11\, i_e$$

PORTANTO:

$$h_{21} = \left.\frac{i_s}{i_e}\right|_{V_s=0} = -0{,}11$$

CONDIÇÃO $i_e = 0$



$$h_{22} = \left.\frac{i_s}{v_s}\right|_{i_e=0}$$

$$h_{22} = \frac{1}{R_4 \| (R_2 + [R_5 \| \underbrace{(R_1+R_3)}_{3770\,\Omega}])}$$

$$R_5 \| 3770\,\Omega = \frac{2200 \times 3770}{2200 + 3770} \simeq 1k4$$

$$R_4 \| (220 + 1k4) = \frac{330 \times 1620}{330 + 1620} \simeq 274\,\Omega$$

$$h_{22} = \frac{1}{274}\,\Omega^{-1} = 3.6 \times 10^{-3}\,\Omega^{-1}$$

$$h_{12} = \left.\frac{v_e}{v_s}\right|_{i_e=0}$$

$$\begin{cases} V_A = \dfrac{R_{eq}}{R_{eq} + R_2} V_s \\ V_E \;\dfrac{V_A}{R_1 + R_3} \times R_1 \end{cases}$$

com $R_{eq} = R5 \| \underbrace{(R_1 + R_3)}_{470\Omega + 3k3 \simeq 3k8}$

$$\underbrace{\frac{2k2 \times 3k8}{2k2 + 3k8}}\simeq 1.4K$$

$$\begin{cases} V_A = \dfrac{1k4}{1k4 + 220} V_s \simeq 0.86\, V_s \\ V_E = \dfrac{470}{3300 + 470} V_A \simeq 0.12\, V_A \end{cases}$$

$$V_E = 0.87 \times 0.86\, V_s = 0.11\, V_s$$

$$h_{12} = 0.11$$

$$H \equiv \begin{bmatrix} 190\,\Omega & 0.11 \\ -0.11 & 3.6\times 10^{-3}\,\Omega^{-1} \end{bmatrix}$$

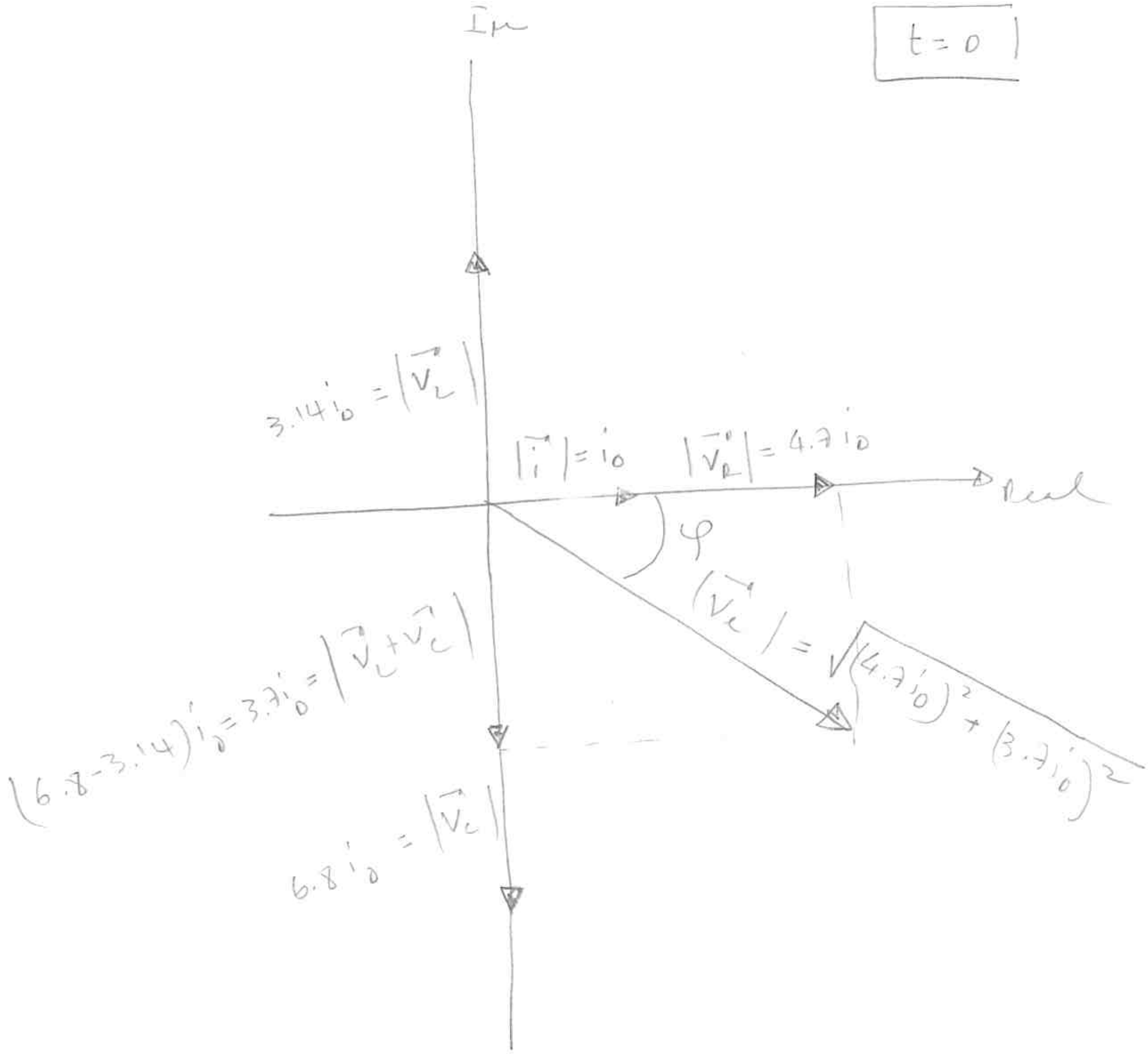
4

$R = 4.7\,\Omega$ $\quad X_R = 4.7\,\Omega$

$L = 1\,mH$ $\quad X_L = \omega L = 2\pi \times 500 \times 1 \times 10^{-3} = 3.14\,\Omega$

$C = 47\,\mu F$ $\quad X_C = \dfrac{1}{\omega C} = \dfrac{1}{2\pi \times 500 \times 47 \times 10^{-6}} = 6.8\,\Omega$

a)



$$\begin{cases} |\vec{V_e}| = 5\,V \\ |\vec{V_e}| = \sqrt{(4.7 i_0)^2 + (3.7 i_0)^2} \end{cases} \Rightarrow i_0 \sqrt{(4.7)^2 + (3.7)^2} = 5$$

$$i_0 = \frac{5}{\sqrt{(4.7)^2 + (3.7)^2}}\,A \simeq 0.83\,A$$

b) $f(\omega) = \dfrac{|\vec{V}_s|}{|\vec{V}_e|} = \dfrac{|\vec{V}_R|}{|\vec{V}_e|} = \dfrac{4.7\, i_0}{5} = \dfrac{4.7 \times 0.83}{5} \simeq 0.78$

$\varphi = + tg^{-1}\left(\dfrac{3.7\, i_0}{4.7\, i_0}\right) \simeq +38^\circ$ (SAÍDA ADIANTADA)

c) $\omega_0 L = \dfrac{1}{\omega_0 C} \Rightarrow \omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$

$\omega_0 = \dfrac{1}{\sqrt{1\times10^{-3} \times 47\times10^{-6}}} \simeq 4613 \text{ rad s}^{-1}$ ($f_0 = 734.5$ Hz)

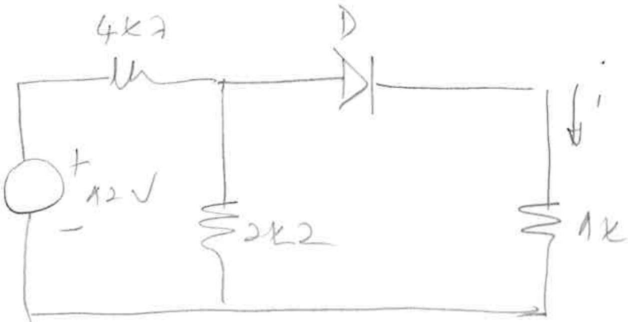
d) $P_R = V_{ef} \times i_{ef} \times \text{sen}\,\phi$ ($\phi \equiv$ ângulo de fase entre $\vec{V}_e$ e $\vec{i}$)

Neste caso $\phi = \varphi = 38^\circ$

$P_R = \dfrac{V_{pico}}{\sqrt{2}} \times \dfrac{i_{pico}}{\sqrt{2}} \times \text{sen}(38^\circ) = \frac{1}{2} \times 5 \times 0.83 \times \text{sen}(38^\circ)$

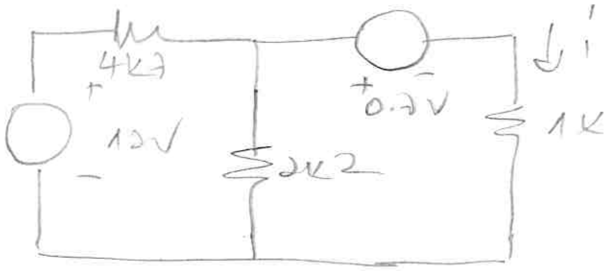
$\simeq 1.3$ VAR

(5)

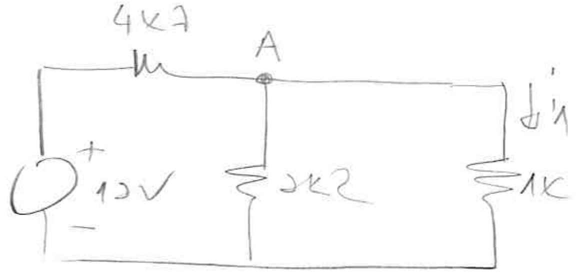


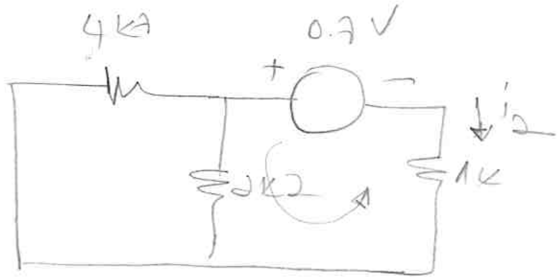
TENDO EM ATENÇÃO A POLARIDADE DA FONTE, O DÍODO D ESTÁ POLARIZADO DIRECTAMENTE, E PORTANTO, ESTÁ EM CONDUÇÃO.
SABEMOS QUE UM DÍODO DE SILÍCIO EM CONDUÇÃO SE COMPORTA COMO UMA FONTE DE TENSÃO DE 0.7 V.

LOGO, PARA EFEITO DO CÁLCULO DA CORRENTE i PODEMOS USAR O CIRCUITO:



COMO TEMOS DUAS FONTES VAMOS USAR O PRINCÍPIO DA SOBREPOSIÇÃO:





$$i_1 = \frac{V_A}{1k}$$

$$V_A = \frac{2k2 \parallel 1k}{4k7 + (2k2 \parallel 1k)} \times 12\,V$$

$$\left(2k2 \parallel 1k = \frac{2k2 \times 1k}{2k2 + 1k} \simeq 687\,\Omega \right)$$

$$V_A = \frac{687}{4700 + 687} \times 12\,V \simeq 1.53\,V$$

$$i_1 = \frac{1.53\,V}{1\,k\Omega} = 1.53\,mA$$

$$i_2 = -\frac{0.7\,V}{(4k7 \parallel 2k2) + 1k}$$

$$\left(\frac{4k7 \times 2k2}{4k7 + 2k2} \simeq 1k5 \right)$$

$$i_2 = -\frac{0.7\,V}{1k5 + 1k} \simeq -0.28\,mA$$

$$i = i_1 + i_2 = (1.53 - 0.28)\,mA = 1.25\,mA$$