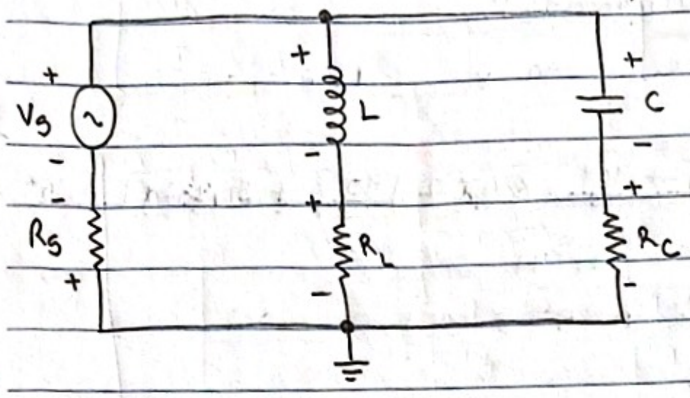
09/03/2021	T2 - ANÁLISE DE CIRCUITOS CORRENTE ALTERNADA	

VALORES TEÓRICOS

- Frequência 2KHz $\rightarrow$ $\omega = 2\pi f = 12,6 \times 10^3$ rad/s

↳ Obtenção da Impedância Total



Para o ramo CR_C:

$Z_C = -\dfrac{1}{2\pi f C} i = \dfrac{-1}{2\pi \cdot 2k \cdot 1\mu F} i =$

$= -79,58\, i \ (\Omega)$

$Z' = Z_C + R_C = 100 - 79,58\, i \ (\Omega)$

Para o ramo LR_L:

$Z_L = 2\pi f L\, i = 12,57\, i \ (\Omega)$

$Z'' = Z_L + R_L = 100 + 12,57\, i \ (\Omega) = 100,79 \angle 7,16° \ (\Omega)$

Como Z' e Z'' estão em paralelo, então vamos ter que:

$Z''' = \dfrac{Z' \cdot Z''}{Z' + Z''} = 59,54 - 13,56\, i \ (\Omega)$

Impedância do circuito: $\overbrace{Z''' + R_S}^{Z_T \text{ ou } Z \text{ circuito}} = \overbrace{109,54}^{\text{resistência}} \overbrace{- 13,56}^{\text{reatância}} i \ (\Omega) =$

$= 110,38 \angle -7,06° \ (\Omega)$

Considerando que V_S é o valor eficaz:

- $I_{in} = \dfrac{V_S}{Z_T} = \dfrac{10}{109,54 - 13,56i} = 89,91m + 11,13m\, i =$
  $= 90,6m\, e^{7,05 i}$ (A)

- $V_{in} = V_S - V_{RS} \Leftrightarrow V_{in} = V_S - I_{in} R_S \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow V_{in} = 10 - [89,91m + 11,13m\, i] \cdot 50 \Leftrightarrow V_{in} = 5,50 - 0,56\, i \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow V_{in} = 5,53\, e^{-5,77 i}$ ⚠ = ñ devia dar uma fase = 0 !!

Assumindo que $V_{in} = 5,53V \angle 0°$:

- $I_{in} = 90,6\ mA \angle 12,82°$
- $I_1 = \dfrac{V_{in}}{Z''} = \dfrac{5,53 \angle 0°}{100,79 \angle 7,16°} = 54,87\ mA \angle -7,16°$
- $I_2 = \dfrac{V_{in}}{Z'} = \dfrac{5,53 \angle 0°}{127,80 \angle -38,51°} = 43,27\ mA \angle 38,51°$

→

- $V_1 = I_1 \cdot R_L = 54{,}87\text{ m } e^{-7{,}16 j} \times 100 = 5{,}487\, e^{-7{,}16 j} = 5{,}487\text{ V} \angle -7{,}16°$
- $V_2 = I_2 \cdot R_C = 43{,}27\text{ m } e^{38{,}51 j} = 4{,}33\, e^{38{,}51 j} = 4{,}323\text{ V} \angle 38{,}51°$

Verificando as leis de Kirchoff das malhas e dos nós:

- $I_{in} = I_1 + I_2 \Leftrightarrow I_{in} = 54{,}87\text{ mA} \angle -7{,}16° + 43{,}27\text{ mA} \angle 38{,}51° \Leftrightarrow$

$$\Leftrightarrow \underbrace{I_{in} = 90{,}56\text{ mA} \angle 12{,}82°}_{\text{o que corresponde!!}}$$

- $-V_{in} + V_L + V_1 = 0 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow -5{,}53 \angle 0° + 54{,}87\text{ mA} \angle -7{,}16° \times 4\pi\,\Omega \angle 90° + 5{,}487\text{ V} \angle -7{,}16° = 0 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow \underbrace{2{,}83 \times 10^{-4}\text{ V} \angle 57{,}00° \simeq 0}_{\text{o que é } \pm \text{ verdade !!}}$

- $-V_1 - V_L + V_C + V_2 = 0 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow -5{,}487 \angle -7{,}16° - 0{,}690 \angle 82{,}84° + 3{,}443 \angle -51{,}49° + 4{,}323 \angle 38{,}51° = 0 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow \underbrace{-0{,}00368 - 0{,}00314\, i \simeq 0}_{\text{o que é } \pm \text{ verdade!!}}$

- Frequência 20KHz $\longrightarrow \omega = 2\pi \times 20k = 40\pi \times 10^3$ rad/s

Para o Ramo CR_C:

$$Z_C = \frac{-1}{2\pi f C} i = \frac{-1}{2\pi \times 20k \times 1\mu F} i = \frac{-1}{2\pi \times 20 \times 10^3 \times 10^{-6}} i =$$

$$= -7{,}96 i\,(\Omega)$$

$Z' = Z_C + R_C = 100 - 7{,}96\, i\ (\Omega) = 100{,}32 \angle -4{,}55°\ (\Omega)$

Para o ramo LR_L:

$Z_L = 2\pi f L\, i = 2\pi \times 20 \times 10^3 \times 1 \times 10^{-3}\, i = 125{,}66\, i\ (\Omega)$

$Z'' = Z_L + R_L = 100 + 125{,}66\, i\ (\Omega) = 160{,}59 \angle 51{,}49°\ (\Omega)$

Como Z' e Z'' estão em paralelo, então vamos ter que:

$$Z''' = \frac{Z' \cdot Z''}{Z' + Z''} = 66{,}58 + 19{,}67 i =$$

$$= 69{,}42 \angle 16{,}46°\ (\Omega)$$

Impedância do circuito: $\overbrace{z''' + R_S}^{= Z_T \text{ ou } Z_{circuito}} = 50 + 66,58 + \overbrace{19,67i}^{\text{reactância}} =$

$= \underbrace{116,58}_{\text{resistência}} + 19,67i =$

$= 118,23 \angle 9,58° \quad (\Omega)$

Considerando que V_S é o valor eficaz:

- $I_{im} = \frac{V_S}{Z_T} = \frac{10}{116,58 + 19,67i} = 0,0834 - 0,0141i = 0,0846 \angle -9,58° \quad A$

- $V_{im} = V_S - V_{RS} \Leftrightarrow V_{im} = V_S - I_{im} R_S \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow V_{im} = 10 - [0,0834 - 0,0141i] \cdot 50 \Leftrightarrow V_{im} = 5,83 + 0,705i \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow V_{im} = 5,87 \angle 6,895° \quad V$

Assumindo que $V_{im} = 5,87 \angle 0° \quad V$:

- $I_{im} = 0,0846 \angle -16,475° \quad A$
- $I_1 = \frac{V_{im}}{z''} = \frac{5,87 \angle 0°}{160,59 \angle 51,49°} = 0,0228 - 0,0286i = 0,0366 \angle -51,49° \quad A$
- $I_2 = \frac{V_{im}}{z'} = \frac{5,87 \angle 0°}{100,32 \angle -4,55°} = 0,0583 + 0,00464i = 0,0585 \angle 4,55° \quad A$
- $V_1 = I_1 \cdot R_L = 0,0366 \angle -51,49° \times 100 = 2,28 - 2,86i = 3,66 \angle -51,49° \quad V$
- $V_2 = I_2 \cdot R_C = 0,0585 \angle 4,55° \cdot 100 = 5,83 + 0,464i = 5,85 \angle 4,55° \quad V$

Verificando as leis de Kirchoff das malhas e dos nós:

- $I_{im} = I_1 + I_2 \Leftrightarrow I_{im} = (0,0228 - 0,0286i) + (0,0583 + 0,00464i) \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow I_{im} = 0,0811 - 0,02396i \Leftrightarrow \underbrace{I_{im} \simeq 0,0846 \angle -16,46°}_{\text{o que corresponde !!}}$

- $-V_{im} + V_L + V_1 = 0 \Leftrightarrow -5,87 \angle 0° + I_1 \times Z_L + 3,66 \angle -51,49° = 0 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow -5,87 \angle 0° + 4,596 \angle 38,562° + 3,66 \angle -51,49° = 0 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow \underbrace{0,00267 + 0,00101i = 0}_{\text{o que podemos dizer que é } \pm \text{ verdade!}}$

$\hookrightarrow = I_2 \times Z_c =$

- $-V_1 - V_L + V_c + V_2 = 0 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow -3,66 \angle -51,49^\circ - 4,596 \angle 38,562^\circ + 0,464 \angle -85,45^\circ + 5,85 \angle 4,65^\circ = 0 \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow \underbrace{-0,0043 + 0,00052\, i = 0}_{\text{o que é } \pm \text{ verdade !!}}$

$\boxed{\text{CÁLCULO DAS POTÊNCIAS}}$

- $f = 2k\,Hz \rightarrow$ circuito predominantemente capacitivo

$P = V_{ef}\, I_{ef} \cos(\theta_v - \theta_i) = 5,53 \times 0,0906 \times \cos(-12,82^\circ) =$

$= 488,53\ mW$

$Q = V_{ef}\, I_{ef} \sin(\theta_v - \theta_i) = 5,53 \times 0,0906 \times \sin(-12,82^\circ) =$

$= -111,17\ mVar$

$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{(488,53)^2 + (-111,17)^2} = 501,02\ mVA$

$pf = \cos(-12,82^\circ) = 0,975$

- $f = 20k\,Hz \rightarrow$ circuito predominantemente indutivo

$P = V_{ef}\, I_{ef} \cos(\theta_v - \theta_i) = 5,87 \times 0,084\,58 \times \cos(16,48^\circ) =$

$= 476,09\ mW$

$Q = V_{ef}\, I_{ef} \sin(\theta_v - \theta_i) = 5,87 \times 0,08458 \times \sin(16,48^\circ) =$

$= 140,84\ mVar$

$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{(476,09)^2 + (140,84)^2} = 496,49\ mVA$

$pf = \cos(16,48^\circ) = 0,959$

$\boxed{\text{CÁLCULO DO CONDENSADOR C1}}$

↳ só o acrescentamos em circuitos indutivos

logo só podemos fazer $f = 20k\,Hz$.

$I_c = I \sin(\varphi) = 0,08458 \times \sin(16,46) =$

$= 23,97\ mA$

está avançado 90° em relação à tensão:

$I_c = 23,97 \angle 90^\circ\ mA$

$Z_c = X_c = \dfrac{V_{in}}{I_c} = \dfrac{5,87}{0,02397} = 244,889\ \Omega$

$C = \dfrac{1}{2\pi f X_c} = \dfrac{1}{2\pi \times 20\times10^3 \times 244,889} = 32,49\ mF$