

Trabalho em casa:

1) O que é a curva de Lissajous e como é usado para medir defasagem entre duas ondas senoidais de amplitude A1 e A2 e defasagem  $\theta_1$  e  $\theta_2$  com mesmo período T?

A curva de Lissajous é um método para medir a defasagem entre duas ondas. Para calcular a defasagem entre duas ondas baseando-se no osciloscópio, deve-se obter "a" e "b", onde "a" é a distância do centro da elipse até onde ele corta o eixo y e "b" representa a amplitude do sinal referencial.  $V_{\max} = b$  e  $V_V(0) = a$ ;  $V_V(t) = V_{\max} \cdot \text{sen}(\omega t + \Delta\theta)$  para  $t=0$ ,  $a = b \cdot \text{sen}(\Delta\theta)$   $\therefore \Delta\theta = \arcsen\left(\frac{a}{b}\right)$

2) Calcule o valor RMS (eficaz) de uma onda senoidal, quadrada com amplitude A e Período T sem defasagem?

$$V_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T (A \cos(\omega t))^2 dt} \Rightarrow \int_0^T A^2 \cos^2(\omega t) dt = A^2 \int_0^T \frac{1}{2} dt + \int_0^T \frac{\cos(2\omega t)}{2} dt$$

$$= \frac{A^2}{2} \cdot \left[ T + \frac{\text{sen}(2\omega t)}{2\omega} \right]_0^T = \frac{A^2}{2} \cdot T$$

$$V_{RMS} = \frac{A}{\sqrt{2}}$$

cosenoidal/senoidal:  $V_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} A^2 \cdot \cos^2(\omega t) d(\omega t)} = \frac{A}{\sqrt{2}}$

quadrada:  $V_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt} = A$

1) Monte o circuito da Figura 1.

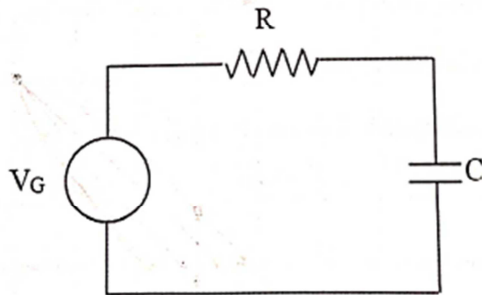


Figura 1: Circuito para avaliação com o osciloscópio,  $R = 33k\Omega$  e  $C = 10nF$ .

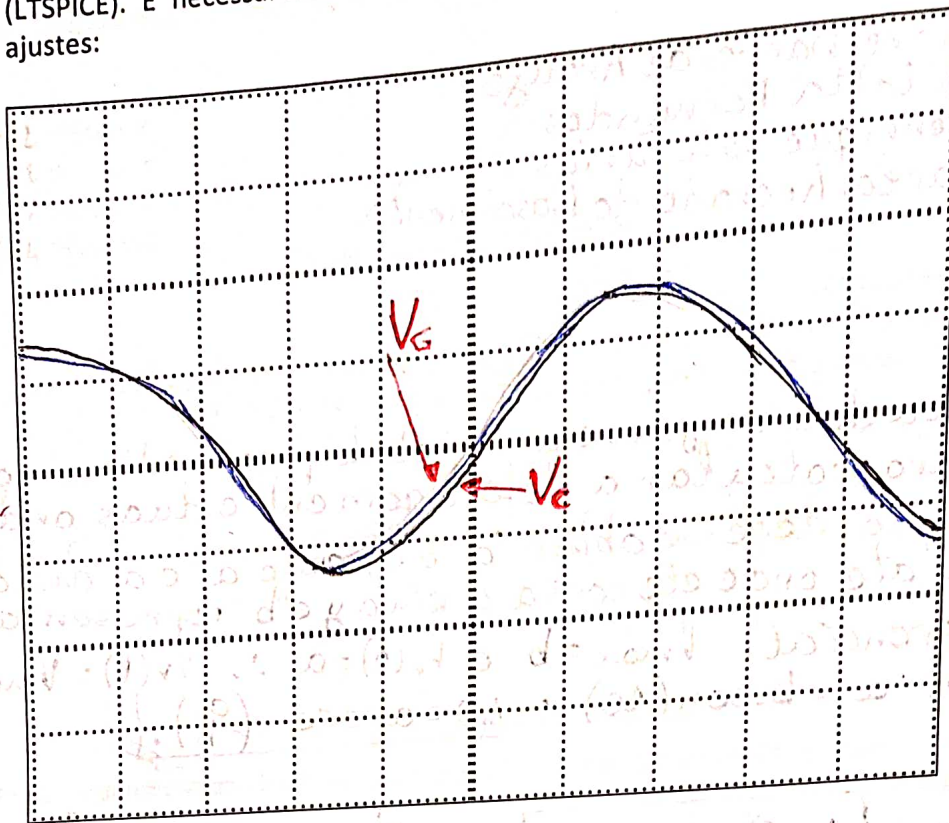
a) **Forma de Onda Senoidal:** Com o multímetro no modo AC ajuste um sinal senoidal pelo gerador de funções com uma tensão RMS de  $V_G = 2V$  e frequência de 60Hz.

a.1) **Valores medidos:** Desenhe abaixo as formas de onda de  $V_G$  e  $V_C$ . Anote as escalas horizontais e verticais utilizadas para cada canal,  $V_p$ ,  $V_{pp}$  e  $V_{RMS}$  lidos pelo osciloscópio

$$V_{PP} = 5,96V ; V_{RMS} = 2,04V ; V_p = 2,98V$$

(LTSPICE). É necessário enquadrar os dois canais na mesma tela, fazendo os devidos ajustes:

$V_G$ : Fonte  
 $V_C$ : Capacitor



$V_G = V_{C\text{máx}}$ , sen (cruzado)

Escalas:  
 CH1: 2V  
 CH2: 2V

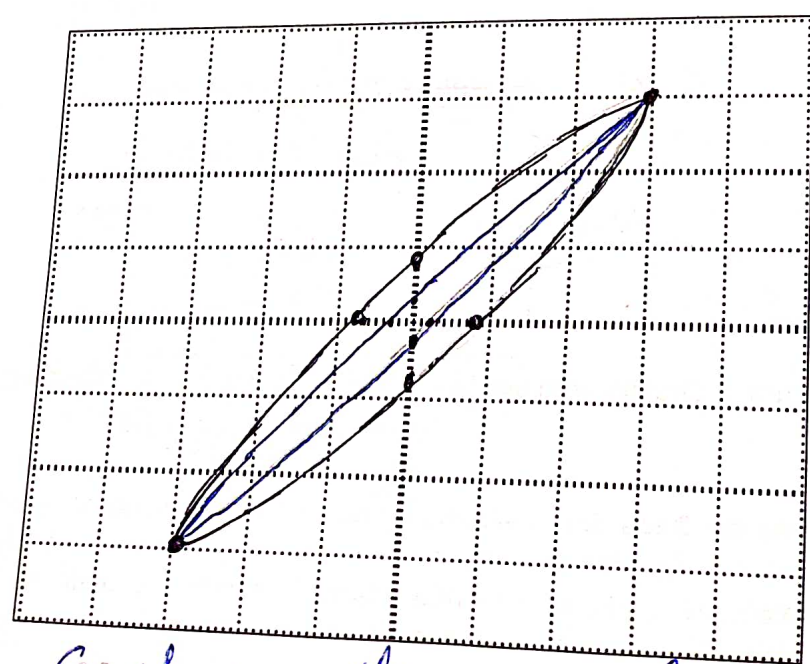
a.2) Defasagem a partir do tempo: Ajuste as escalas do osciloscópio no modo apropriado para medir a defasagem entre as ondas  $V_G$  e  $V_C$ . Considere  $V_G$  como referência.

$$\theta = \omega \cdot t = 2\pi \cdot f \cdot t, \quad f = 60,349 \text{ Hz}; \quad t = 350 \mu\text{s}$$

$$\theta = 2\pi \cdot 60,349 \cdot 350 \cdot 10^{-6} = 0,13274 \text{ rad}$$

$$\underline{7,6052^\circ}$$

a.3) Defasagem a partir das figuras de Lissajous: Determine o ângulo a partir da figura de Lissajou (vide anexo se necessário), sendo X a tensão em  $V_G$  e Y, a tensão em  $V_C$ . A figura de Lissajous determina-se plotando  $V_x$  vs  $V_y$  no osciloscópio



$$a = 2$$

$$b = 15$$

$$\theta = \arcsen\left(\frac{2}{15}\right)$$

$$\theta = 0,13733 \text{ rad}$$

$$\underline{7,66^\circ}$$

Considerar gráfico em azul.

a.4) Os ângulos de defasagem no tempo e observando a curva de Lissajou ficaram próximos (justifique)?

Sim, eles ficaram ~~próximos~~ próximos como era esperado porque é possível medir a defasagem no tempo ou usando Lissajou.

Atenção: As questões "b" e "b.1" (abaixo) não precisam ser feitos para a versão online.

b) Sem alterar a amplitude, mude o gerador de sinais para forma de onda quadrada, 60 Hz e determine  $V_p$ ,  $V_{pp}$  e  $V_{RMS}$



b.1) Os valores de  $V_p$ ,  $V_{pp}$  e  $V_{RMS}$  medidos no osciloscópio das duas ondas (senoidal e quadrada) estão de acordo com o esperado?

$$V_{pp} = 6$$

$$V_p \approx 3V$$

$$V_{rms} \approx 2,12$$

Sim, era esperado que fossem  
próximos iguais porque

o valor RMS é

$$V_{rms} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}} \text{ para ambos os casos}$$