



Eletrónica Geral

1º Trabalho de Laboratório: Circuito RC Série

Grupo:

Fábio Santos, 42111

André Faria, 44731

Afonso Correia, 47521

João Jacinto, 48659

Conteúdo

1. Objetivos	3
2. Esquema de Montagem	3
3. Dimensionamento	4
3.1 Funcionamento da Montagem na figura 1:	4
3.2 Simulação do circuito:	4
3.2.1 Onda Quadrada:	5
3.2.2 Onda Sinusoidal:	5
4. Resultados Experimentais	6
4.1 Onda quadrada 1KHz a variar entre 0V e 5V:	6
4.1.1 Formas de onda do condensador e do gerador.	6
4.1.2 Formas de onda do condensador, do gerador e da resistência R2.	7
4.2 Onda sinusoidal 1KHz a variar entre 0V e 5V:	8
4.2.1 Formas de onda do condensador e do gerador.	8
4.2.2 Formas de onda do condensador e da resistência R2.	9
5. Analise de Resultados	10
5.1 Carga do condensador:	10
5.2 Descarga do Condensador:	11
5.3 Diagrama vetorial de tensões:	12
5.4 Comparação da simulação com os resultados experimentais	12
5.4.1 Onda Quadrada:	12
5.4.2 Onda Sinusoidal:	13
6. Conclusões.....	14

1. Objetivos

- Adaptação ao equipamento laboratorial;
- Verificação do comportamento de um condensador em CC;
- Verificação do comportamento de um condensador em CA;
- Introdução à criação de modelos para o estudo de circuitos;
- Simulação do circuito teórico/prático.

2. Esquema de Montagem

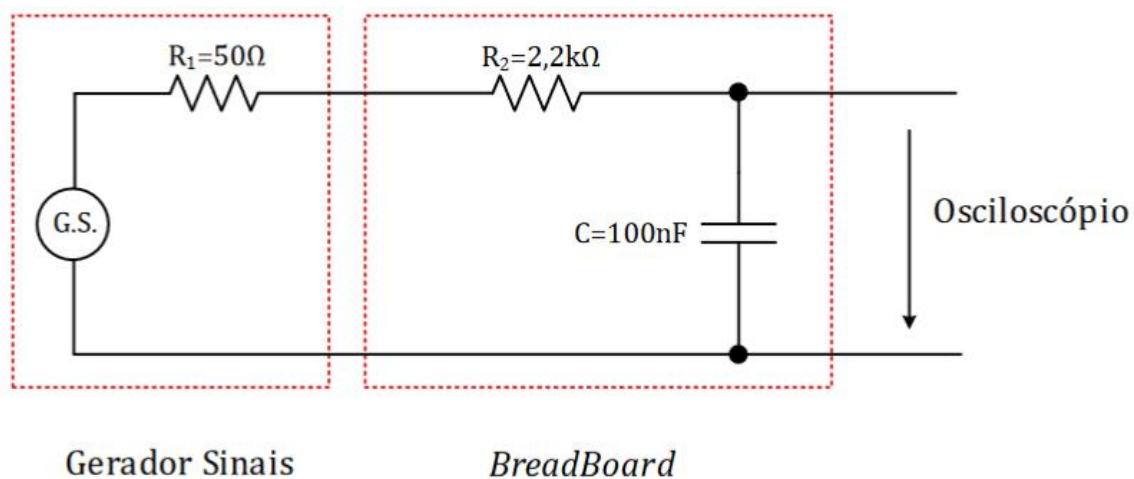


Figura 1

3. Dimensionamento

3.1 Funcionamento da Montagem na figura 1:

Na figura temos presente um circuito RC que é composto por uma resistência e um condensador ligados em série. Quando se liga o gerador de sinais, uma tensão é aplicada ao circuito e corrente começa a fluir através da resistência e do condensador.

A resistência limita a corrente que flui através do circuito, enquanto o condensador armazena carga a medida que a corrente o percorre. Como o condensador é um elemento que armazena carga, não permite a passagem de corrente instantaneamente, mas sim com um certo atraso de tempo. Esse atraso é medido em termos da constante de tempo do circuito RC, que é dado pelo produto da resistência e da capacidade do condensador.

Assim, a carga no condensador aumenta gradualmente até que atinge o seu valor máximo quando a constante de tempo é atingida. Nesse ponto, a carga para de aumentar e a corrente começa a diminuir, pois a tensão no condensador aproxima-se da tensão do gerador de sinais. Se estivermos em baixas frequências o condensador comportar-se-á como um circuito aberto, pois ao ficar carregado já não permitirá a passagem da corrente. Nas altas frequências, quando a tensão no gerador de sinais for inferior à do condensador, este começa a descarregar-se de volta para o circuito.

3.2 Simulação do circuito:

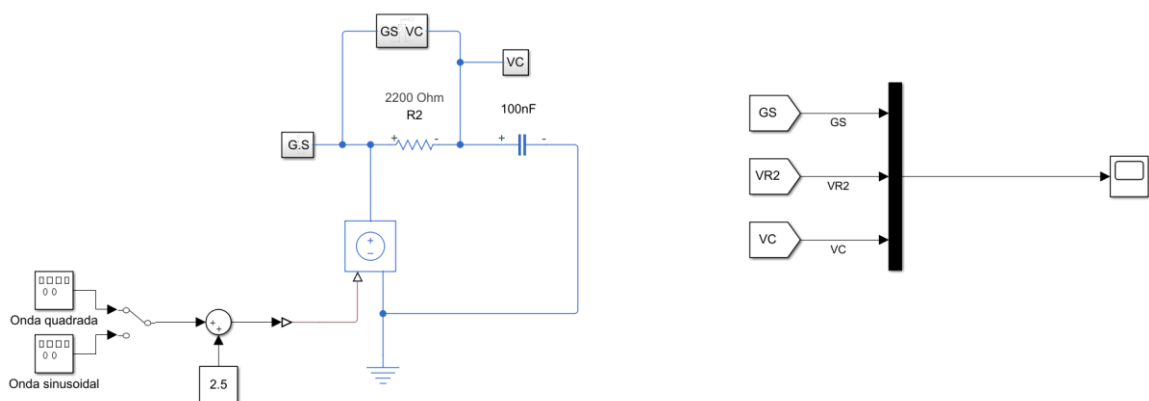


Figura 2 – Simulink

3.2.1 Onda Quadrada:

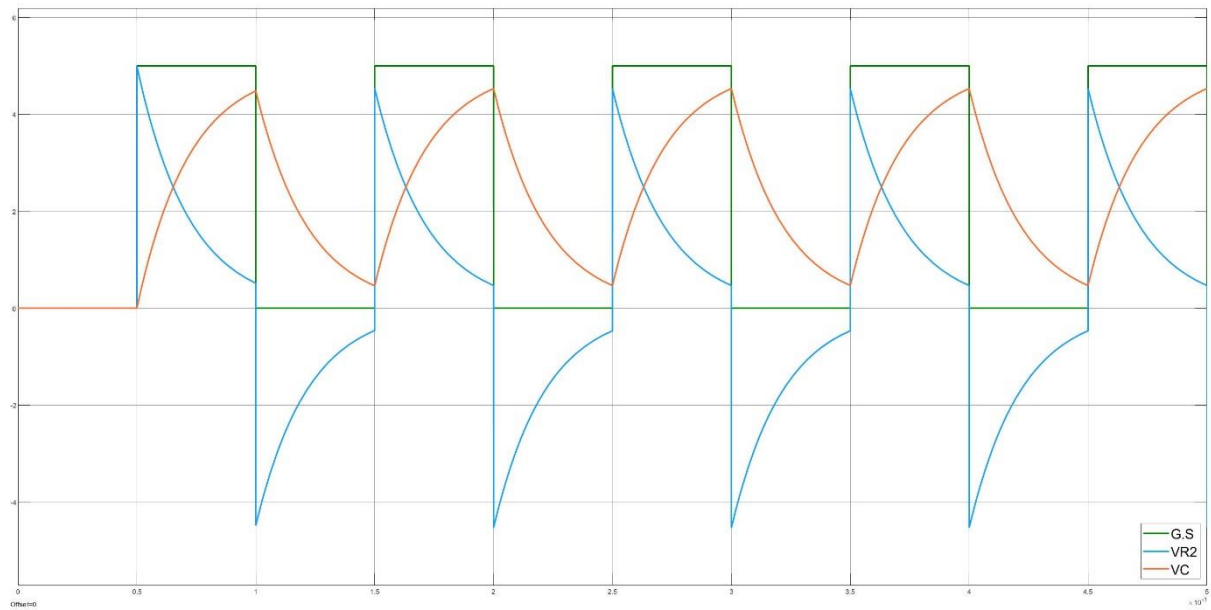


Figura 3 – Resultado da simulação aplicando uma onda quadrada 1KHz a variar entre 0V e 5V

3.2.2 Onda Sinusoidal:

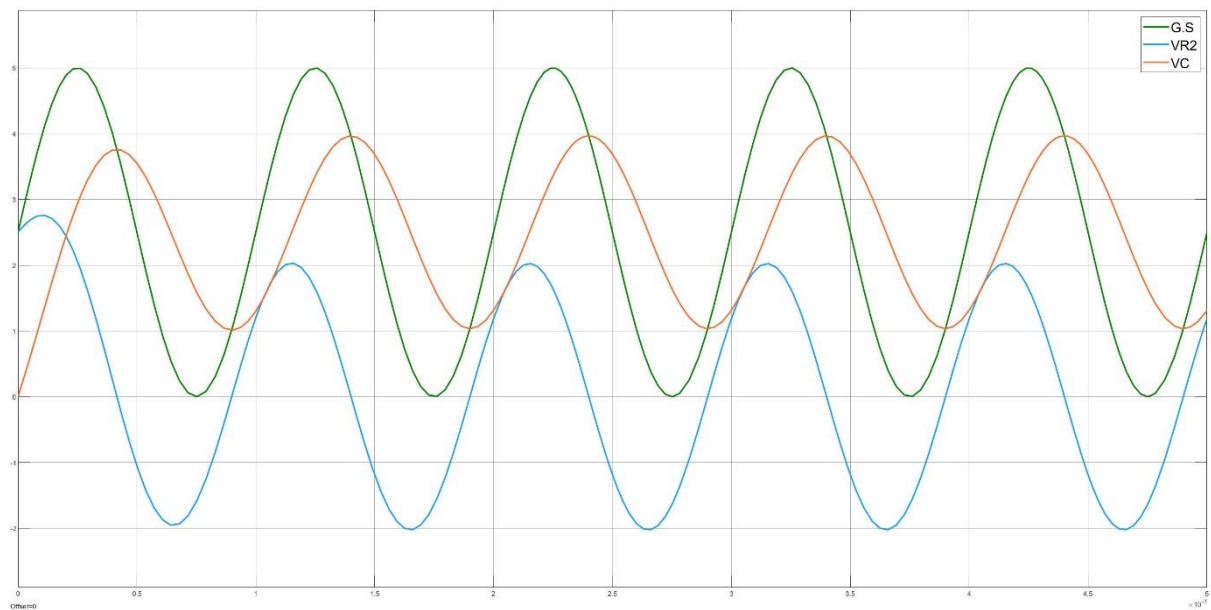


Figura 4 - Resultado da simulação aplicando uma onda sinusoidal 1KHz a variar entre 0V e 5V

4. Resultados Experimentais

4.1 Onda quadrada 1KHz a variar entre 0V e 5V:

4.1.1 Formas de onda do condensador e do gerador.



Figura 5

4.1.2 Formas de onda do condensador, do gerador e da resistência R2.



Figura 6

4.2 Onda sinusoidal 1KHz a variar entre 0V e 5V:

4.2.1 Formas de onda do condensador e do gerador.

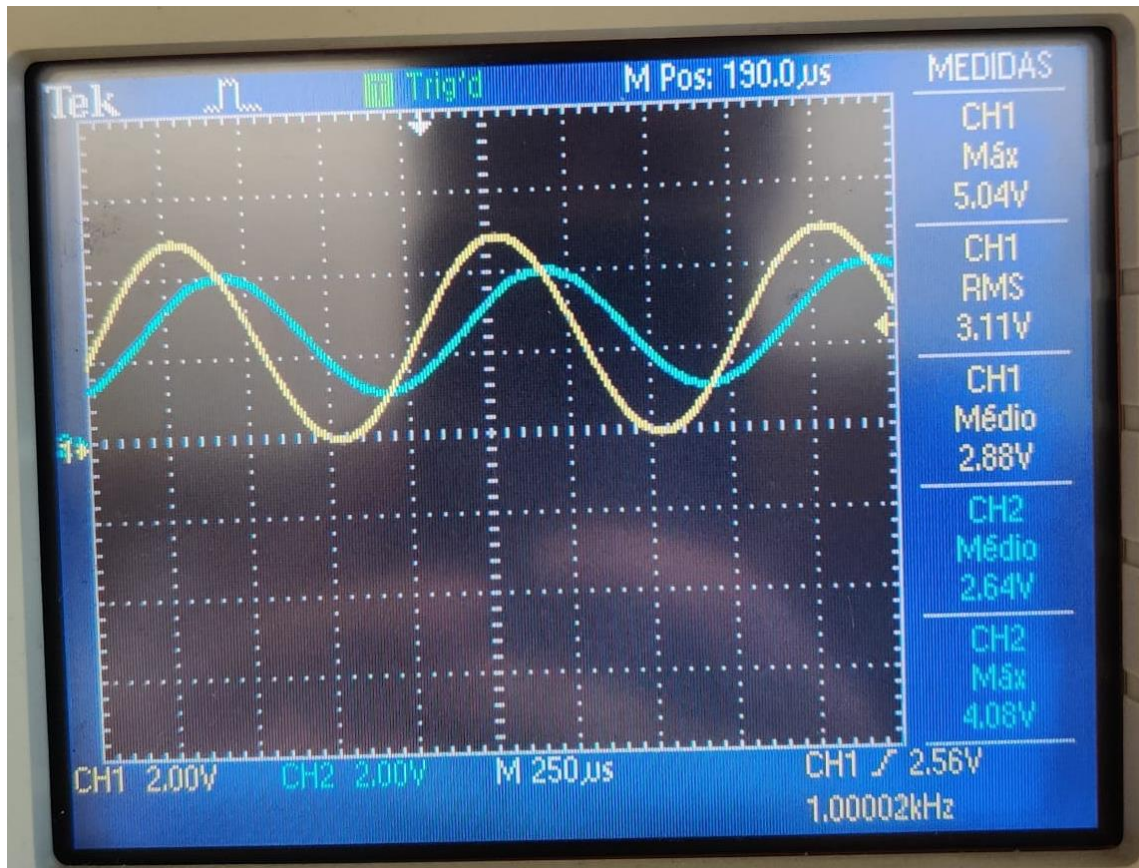


Figura 7

De seguida será feito o cálculo da amplitude e da fase da tensão no condensador:

$$\begin{array}{rcl} \text{graus} & & \text{divisões} \\ 360 & \text{-----} & 4 \\ X & \text{-----} & 0,8 \\ X = & & -72^\circ \end{array}$$

A amplitude no pico mais alto é 4V.

A amplitude no pico mais baixo é 0,8V.

$$4 - 0,8 = 3,2V$$

Depois a amplitude da onda será os $3,2/2 = 1,6V$

Sendo assim é possível concluir que $V_c = 1,6 \angle -72^\circ$

4.2.2 Formas de onda do condensador e da resistência R2.

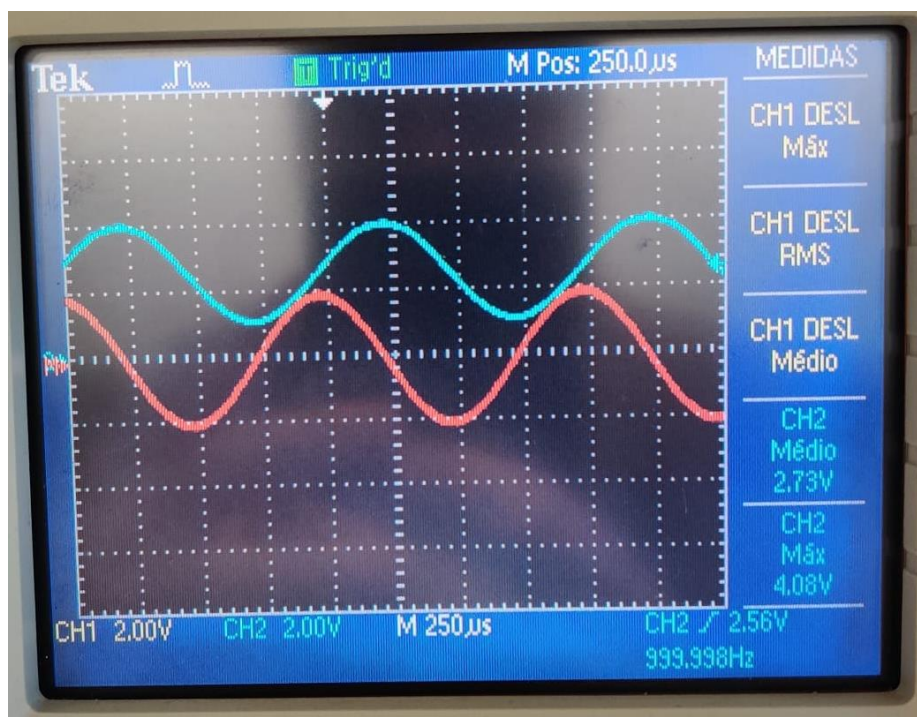


Figura 8

5. Analise de Resultados

5.1 Carga do condensador:

$$I_C = C \frac{dV}{dt}$$

$$V_C = \frac{1}{C} \int_0^t i \, dt$$

$$V_{G.S.} = V_R + V_C$$

$$V_{G.S.} = R \cdot i + \frac{1}{C} \int i \, dt = R \cdot i + \frac{1}{C} \int \frac{dq}{dt} \, dt = R \cdot i + \frac{1}{C} q \Leftrightarrow$$

—

$$V_{G.S.} = R \cdot i + \frac{q}{C} = R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} \Leftrightarrow \frac{dq}{dt} = \frac{V_{G.S.}}{R} - \frac{q}{R \cdot C} \Leftrightarrow$$

$$\frac{dq}{dt} = \frac{C \cdot V_{G.S.} - q}{R \cdot C} \Leftrightarrow \frac{dq}{q - C \cdot V_{G.S.}} = -\frac{dt}{R \cdot C} \Leftrightarrow$$

$$\int_0^Q \frac{1}{q - C \cdot V_{G.S.}} \, dq = -\frac{1}{R \cdot C} \int_0^t dt \Leftrightarrow \Leftrightarrow [\ln(q - C \cdot V_{G.S.})]_0^Q = -\frac{t}{R \cdot C}$$

\Leftrightarrow

$$\ln\left(\frac{Q - C \cdot V_{G.S.}}{-C \cdot V_{G.S.}}\right) = -\frac{t}{R \cdot C} \Leftrightarrow \frac{Q - C \cdot V_{G.S.}}{-C \cdot V_{G.S.}} = e^{-\frac{t}{R \cdot C}} \Leftrightarrow$$

$$Q = -C \cdot V_{G.S.} e^{-\frac{t}{R \cdot C}} + C \cdot V_{G.S.} \Leftrightarrow Q = C \cdot V_{G.S.} \left(1 - e^{-\frac{t}{R \cdot C}}\right) \Leftrightarrow$$

$$V_C = \frac{Q}{C} = V_{G.S.} \left(1 - e^{-\frac{t}{R \cdot C}}\right)$$

5.2 Descarga do Condensador:

$$V_R + V_C = 0$$

$$R.i + \frac{q}{C} = 0$$

$$R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{R.C} = 0 \Leftrightarrow \frac{dq}{dt} + \frac{q}{R.C} = 0$$

Multiplicando os membros da última equação por $V(t) = e^{\frac{t}{R.C}}$

$$e^{\frac{t}{R.C}} \frac{dq}{dt} + e^{\frac{t}{R.C}} \frac{q}{R.C} = 0 \Leftrightarrow \frac{d}{dt} \left(q \cdot e^{\frac{t}{R.C}} \right) = 0 \Leftrightarrow$$

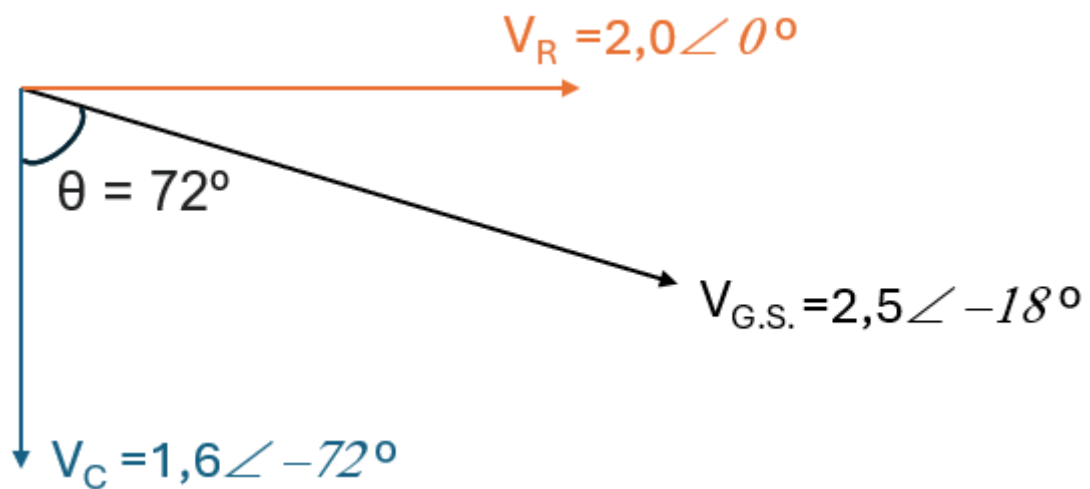
$$q \cdot e^{\frac{t}{R.C}} = K \Leftrightarrow q(t) = K e^{-\frac{t}{R.C}}$$

$$q(0) = C.V_C(0) ; V_C(0) = V_{G.S.} \Leftrightarrow C.V_{G.S.} = K e^{-\frac{t}{R.C}}$$

$$t = 0 \Leftrightarrow K = C.V_{G.S.} \Leftrightarrow V_C(t) = \frac{q(t)}{C} = \frac{C.V_{G.S.} e^{-\frac{t}{R.C}}}{C} \Leftrightarrow$$

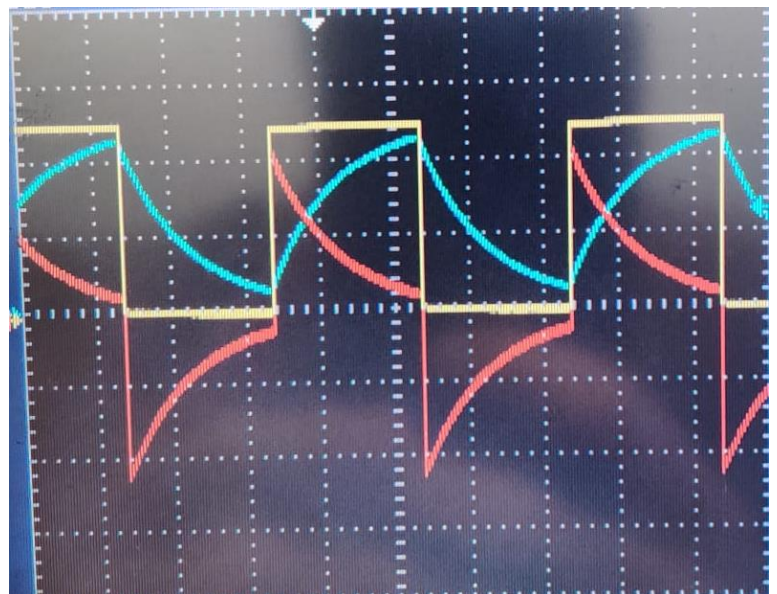
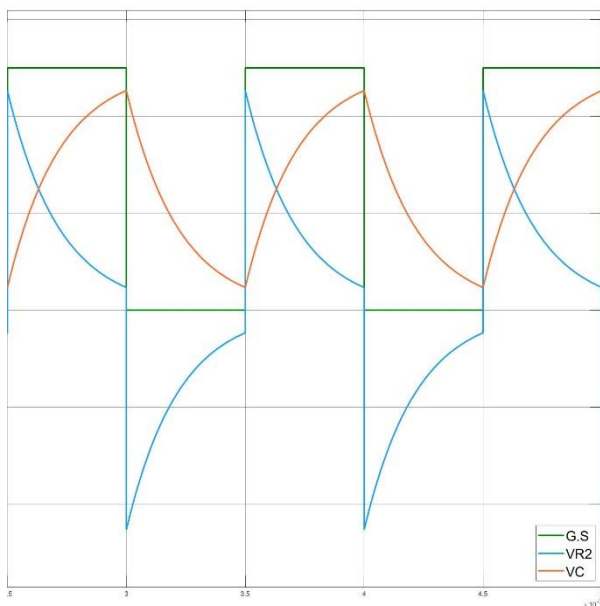
$$V_C = V_{G.S.} e^{-\frac{t}{R.C}}$$

5.3 Diagrama vetorial de tensões:



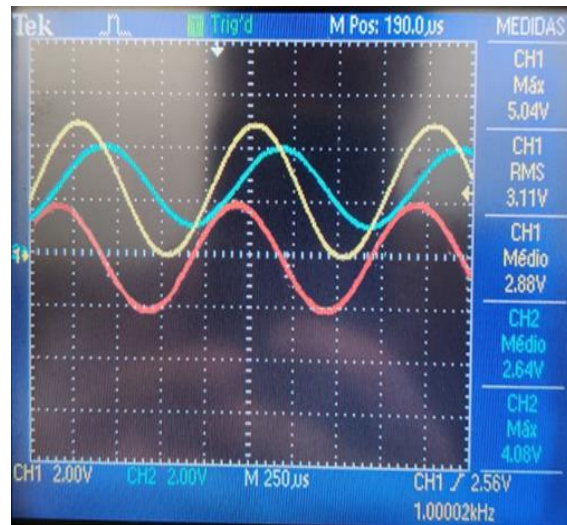
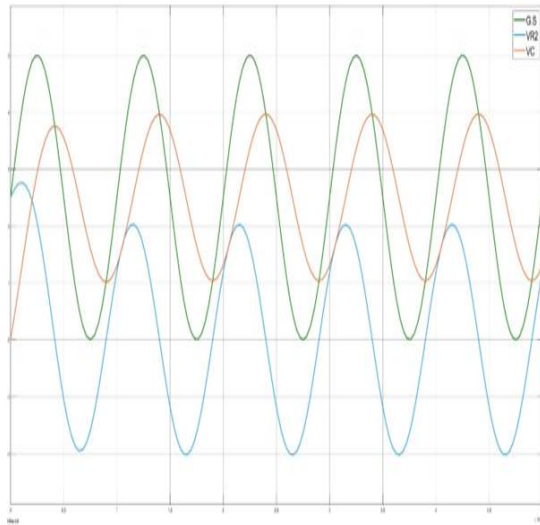
5.4 Comparação da simulação com os resultados experimentais

5.4.1 Onda Quadrada:



Ao aplicar o sinal do gerador de sinais ao circuito, o condensador começar-se-á a carregar até atingir um valor máximo, onde a corrente no circuito passará a ser mínima. Quando a tensão do gerador de sinais passar a 0V o condensador começar-se-á a descarregar para o circuito.

5.4.2 Onda Sinusoidal:



Sabendo que este trabalho se tratava de uma montagem RC foi possível deduzir previamente que a montagem teria caracter capacitivo. Este argumento foi verificado quando a tensão na resistência (espelho na corrente) apresentou-se em atraso relativamente à tensão do gerador de sinais.

O condensador apresenta-se em avanço relativamente ao gerador de sinais devido ao efeito de carga e descarga deste.

Estes dois pontos foram ambos confirmados na simulação como na prática.

6. Conclusões

Ao longo do trabalho fomos adquirindo novos conhecimentos tais como se comporta o condensador em série com uma resistência. A resistência limita a passagem de corrente no mesmo, assim como, à medida que a corrente passa pelo condensador, este carrega até chegar à sua carga máxima, seguindo-se da sua descarga, pois a tensão no gerador de sinais era inferior, tal pode ser explicado pela lei das malhas $V_{GS} = V_R + V_C$.

Ao montarmos o circuito na breadboard verificámos que as ondas da resistência, condensador e tensão do gerador de sinais no osciloscópio, verificando que os resultados práticos obtidos estão concordantes com os da simulação matlab (dimensionamento).