



Experiência 9 (05.06 a 09.06)
Redes de Primeira ordem – Circuitos RC e RL

ROTEIRO EXPERIMENTAL

Walter Jaimes Salcedo / ROnmori

PARTE 1 - Medida de Constante de tempo e tempo de subida de um circuito RC e RL

1) **Medida dos Componentes.** Determine o valor do resistor (R) e do capacitor (C) com multímetro Tek TX3, e o indutor (L) com o medidor RLC. Anote os resultados na **Tabela 1**.

TABELA 1 - Valores dos Componentes (R, C e L)

COMPONENTE	VALOR NOMINAL	VALOR MEDIDO	
R	1 k Ω		
C	100 nF		
L	170 mH	L _S =	R _S =

2) **Medida de constante de tempo num circuito RC**

Monte o circuito da **Figura 1** com o capacitor C e resistor R. Programe o gerador de funções com uma **onda quadrada** com $V_g = 5$ Vpp, offset nulo e frequência de **100 Hz**.

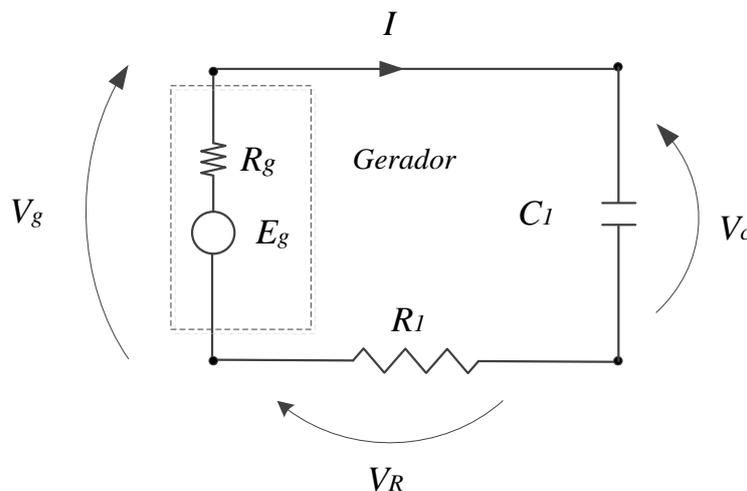


Figura 1. Circuito RC.

Desenhe a forma de onda de V_C e $-V_R$ no gráfico da Figura 2 (lembre-se da convenção de gerador/receptor e que $-V_R$ é proporcional à corrente). Ajuste o osciloscópio para que seja observado dois a três períodos.

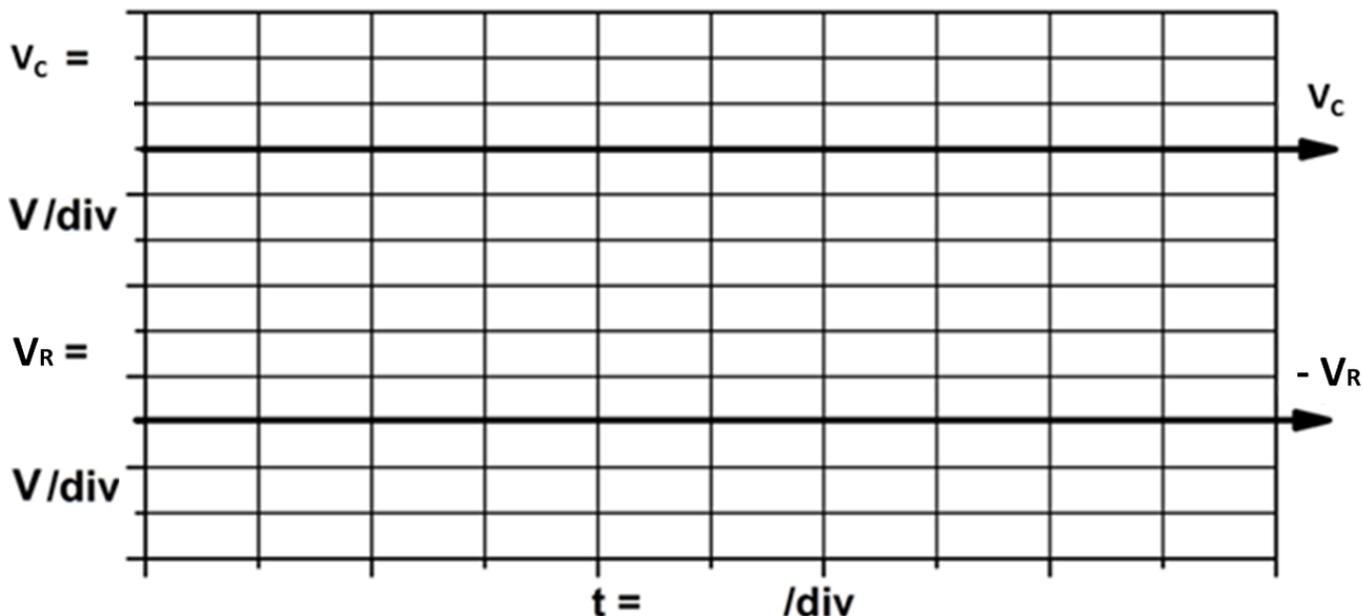


Figura 2 – Formas de onda de V_C e $-V_R$.

3) Medida de constante de tempo de circuito RC

Anote na **Tabela 2** o período da onda quadrada (T) e a constante de tempo (τ) para o par R e C. Utilize o método descrito no item 2.4 (figura 6) da apostila “Introdução Teórica”.

Tabela 2 – Constante de tempo de circuitos RC.

	C (100 nF)	
	T	τ
R (1 k Ω)		

4) Medida da frequência de corte do Circuitos R.C. (resposta de estado estacionário)

Anote na **Tabela 3** a frequência de corte (f_c) para o par R e C. Utilize a forma de onda senoidal para fazer as medições. Anote também o valor da tensão V_{PP0}^1 e V_{PPC}^2 .

¹ V_{PP0} é a tensão na região do patamar (tensão se mantém constante com a variação de frequência).

² V_{PPC} é a tensão na frequência de corte ($V_{PPC} = V_{PP0} / \sqrt{2}$)

Tabela 3 – Frequência de corte do circuito RC.

	C (100 nF)		
	V_{PP0}	V_{PPC}	f_C
R (1 k Ω)			

5) Medida da constante de tempo no circuito RL

Monte o circuito conforme a Figura 3. Programe o gerador de funções para uma **onda quadrada** com $V_{PP} = 5V$, offset nulo e frequência de **100 Hz**.

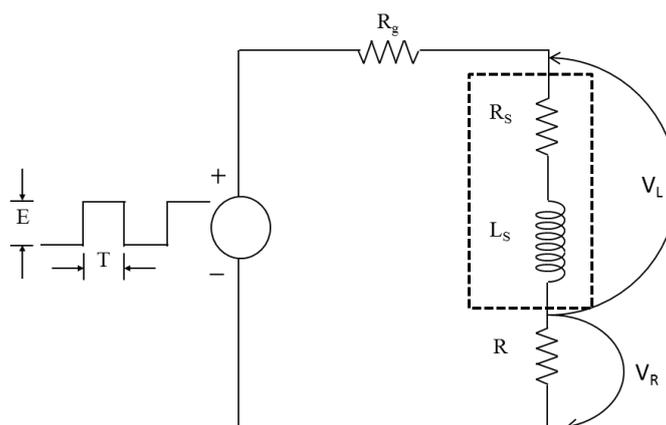


Figura 3 Esquema do circuito RL.

Para o circuito desenhe a forma de onda de V_L e V_R contendo mais de um período do sinal.

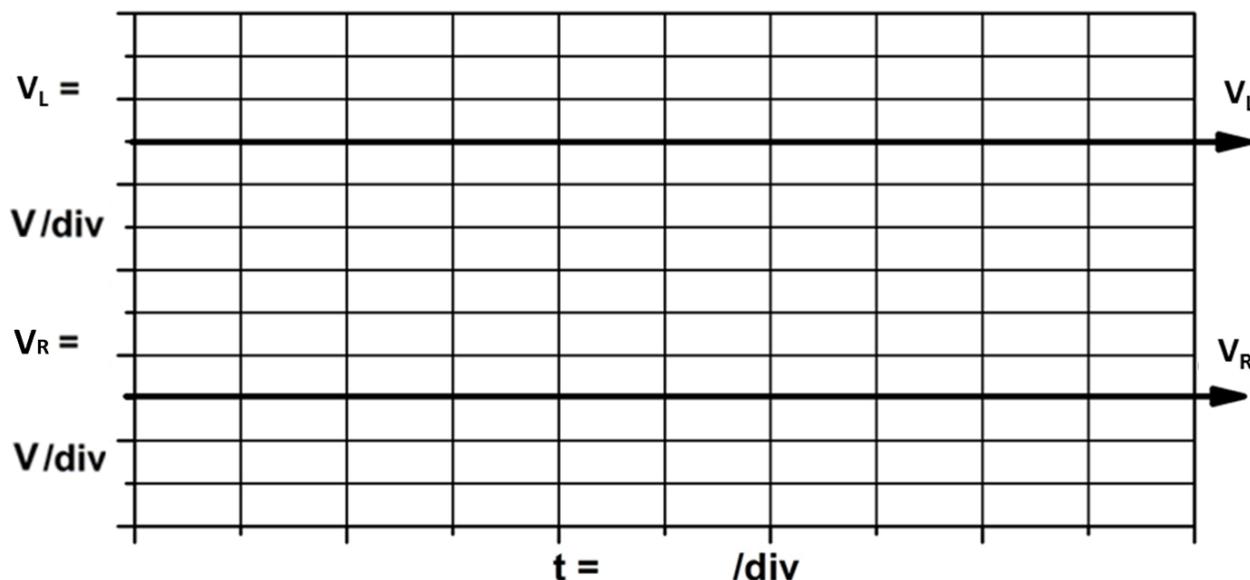


Figura 4 - Comportamento do circuito RL.

Ajuste a frequência do gerador de modo que a forma de onda de V_R fique próximo à figura 6 da “Introdução Teórica”. Meça a constante de tempo τ (tempo necessário para V_R atingir 0,632 do nível máximo) e preencha a tabela 4.

Tabela 4 – Constante de tempo do circuito RL.

	τ
R (1 kΩ)	

6) Medida do tempo de subida do sinal da onda quadrada do gerador.

Meça o tempo de subida do sinal da onda quadrada do gerador para frequência de 1 kHz.

$t_r = \dots\dots\dots$

Análise dos Resultados da PARTE 1

1. Analise e discuta as forma de onda dos sinais da **Figura 2**.
2. Em relação à **Tabela 2** compare os valores do período do sinal (T) e a constante de tempo do circuito R.C (τ) e discuta esta relação.
3. Considerando a resistência total do circuito como sendo $R_T = R_g + R$ calcule a constante teórica do circuito e compare com o valor medido e discuta as diferenças observadas. **Comente os resultados.**

Tabela 5 – Constante de tempo de circuito RC.

	C	
	τ (Tabela1)	τ (teórico)
R_T=		

4. Determine o tempo de subida do circuito R.C utilizando o valor da constante de tempo medido e calcule o produto $f_c \cdot t_r$. Compare com o valor teórico e discuta o resultado.

Tabela 6 – Tempo de subida e circuito RC.

	C	
	t_r	$f_c \cdot t_r$
R		

5. **CONCLUSÃO DA PARTE 1** – a partir dos resultados, análises e discussões, faça uma conclusão desta parte da experiência.

Parte 2 – Gerador de onda quadrada com circuito RC e AmpOp:

1) Circuito Comparador

Monte o circuito comparador da Figura 5. Alimente o amplificador operacional com a fonte na configuração simétrica $\pm 15V$. $R_1 = R_2 = 10\text{ k}\Omega$. Usando o gerador de funções como fonte DC (frequência nula e offset ativo), obtenha a curva de histereses (ver Figura 10 da apostila – “Introdução Teórica”). Anote os valores de V_H , V_L , V_{TU} e V_{TL} .

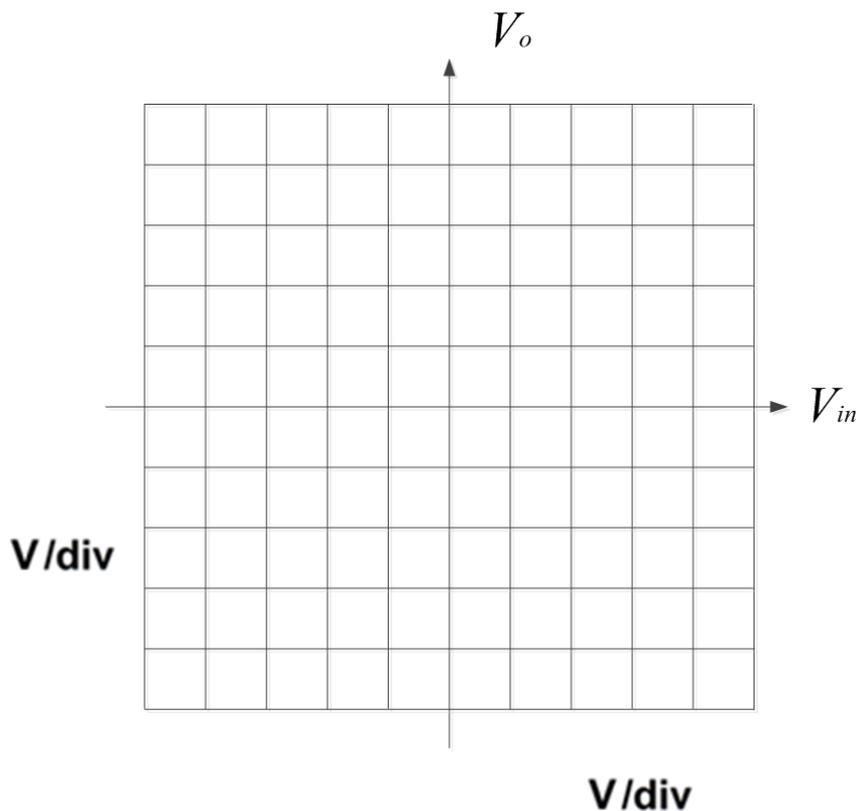
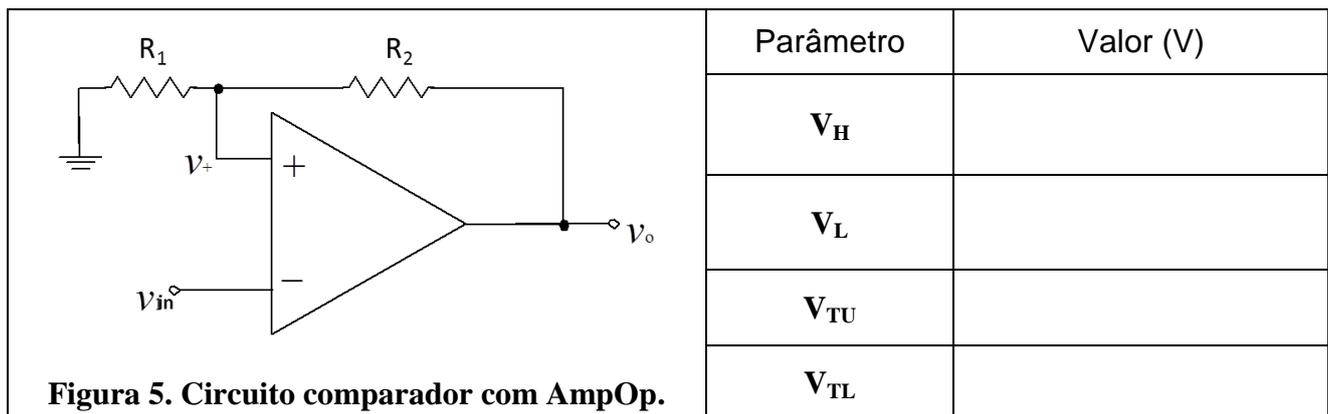


Figura 6. Gráfico de Resposta do circuito comparador com AmpOp (curva de histereses).

2) Oscilador de onda quadrada

Acrescente ao circuito anterior os elementos R e C conforme mostrado no esquema Figura 7. Nesta parte da experiência será utilizado o capacitor de $C = 100 \text{ nF}$ e resistência $R_F = 56 \text{ k}\Omega$. Após a montagem meça o valores da tensão pico a pico da saída (V_{PPo}) e no capacitor (V_{PPC}) assim como os valores médios (V_{oavg} e V_{Cavg}) destas tensões e a frequência do sinal de saída respectivamente.

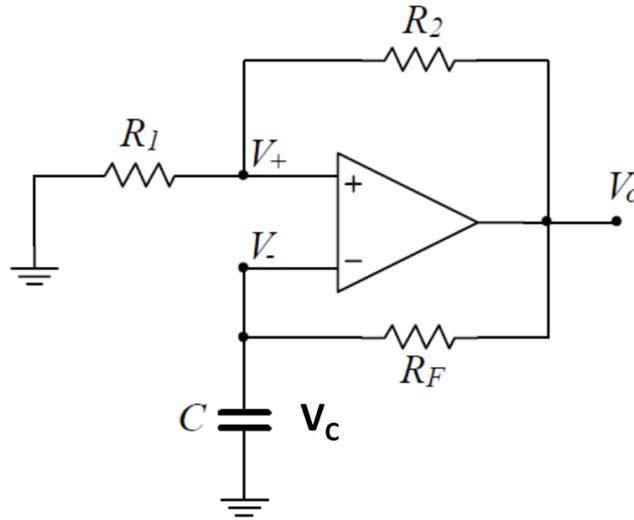


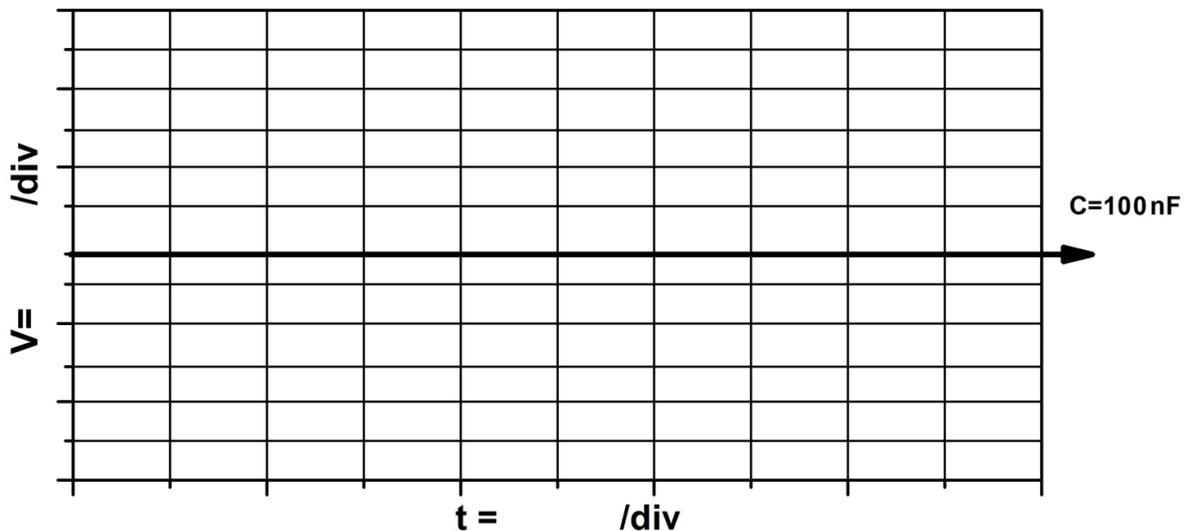
Figura 7 – Gerador de onda quadrada ($R_1 = R_2 = 10 \text{ k}\Omega$).

Tabela 7

R_F	C	V_{PPC}	V_{Cavg}	V_{PPo}	V_{oavg}	f
56 k Ω	100 nF					

Faça o gráfico de tensão do oscilador (V_0 e V_C) para R e C utilizado. Siga o modelo da apostila “Introdução Teórica”, Fig. 12 (V_0 e V_C superpostos).

Gráfico para $R = 1 \text{ k}\Omega / C = 100 \text{ nF}$:



Meça o tempo de subida da onda quadrada para o par RC - 1kΩ-100nF (t_r),

$$t_r = \dots\dots\dots$$

Análises dos resultados da PARTE 2

1. Compare os valores V_{TU} e V_{TL} do comparador com os valores V_{PPC} no oscilador e discuta o resultado explicando o mecanismo de funcionamento do oscilador.
2. A partir dos valores de V_{PP0} e V_{avg0} (Tabelas 7) identifique o tipo de sinal gerado (AC ou não AC?) e discuta que componente do sistema origina este comportamento.
3. Compare os valores teóricos da frequência com os valores medidos (tabelas 6 e 7) e discuta seus resultados.

	C = 100 nF	
	f (teórico)	f (medido)
56 kΩ		

4. Analise os gráficos de V_0 e V_C e discuta a qualidade da forma de onda em relação ao valor da constante de tempo do circuito $R_F.C$.
5. A partir da medida do tempo de subida t_r discuta a sua dependência ou independência em relação aos outros parâmetros de resposta do oscilador.
6. Das discussões em 4 e 5 faça uma análise dos fatores limitantes no projeto de osciladores nesta experiência e indique uma metodologia que possa melhorar este desempenho.
7. **CONCLUSÃO DA PARTE 2** – a partir dos resultados, análises e discussões, faça uma conclusão desta parte da experiência.

LISTA DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS

- Osciloscópio
- Gerador de funções
- Multímetro Tektronix TX3
- Resistor de 1kΩ, 2 res. de 10kΩ, 56 kΩ
- Capacitor de 100 nF, 1μF
- Bobina de núcleo de ar ($L_s \cong 0,170H$ e $R_s \cong 610\Omega$)
- Amplificador operacional LM741
- Fonte simétrica CC $\pm 15V$
- LC-meter