

Atividade 8A - Carga e Descarga de um Condensador e Retificação de Sinal

Maria Helena Nunes da Silva, PL6, Grupo 4

OBJETIVOS

- Estudar com um osciloscópio digital a resposta temporal de um circuito RC a um sinal de tensão retangular
- Observar a retificação de um sinal sinusoidal e gerar um sinal tipo dente-de-serra por meio da frequência do sinal do gerador

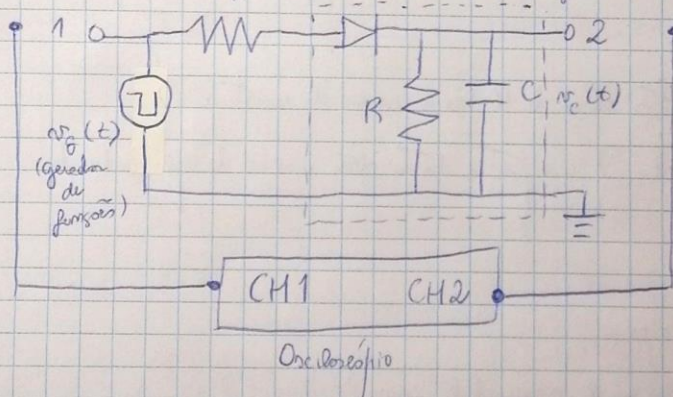
PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. Montar circuito representado no esquema abaixo

$$R = 3300 \, \Omega \text{ (resistência)}$$

$$C = 100 \times 10^{-6} \, \text{F} \text{ (condensador)}$$

R' → resistência de saída do gerador



2. Ligar o canal 1 do osciloscópio simultaneamente ao terminal de saída do gerador (1, OUTPUT MAIN) e ao terminal de entrada (IN) do circuito RC (mar "T").
Ligar o canal 2 do osciloscópio ao terminal de saída do circuito RC (2).

Determinação de τ e de $t_{1/2}$

3. No gerador, selecionar a função "sinal quadrado" e frequência de $\sim 200 \, \text{Hz}$ ($0.2 \times 1 \, \text{kHz}$)
4. Observar os sinais de entrada e saída do circuito RC no osciloscópio selecionando as escalas corretas (possivelmente $5.00 \, \text{V}$)
5. Usando as curvas, estimar o valor de $t_{1/2}$, tempo necessário para a tensão passar de V_0 para $V_0/2$ (CH2 - canal do condensador)

6. Usando momentos os curvas, obtenha o valor de τ , tempo necessário para a tensão passar de V_g para V_g/e .
7. Compare com os valores calculados a partir dos valores máximos de R e C :
 - $t_{1/2} = 0,693RC$
 - $\tau = RC$

Determinação da capacitância de um condensador desconhecido

8. Recorra a uma placa para montagem de circuitos elétricos, implemente o esquema de placa e tracejado; utilize uma resistência da ordem dos 4000 Ω e um condensador de valor desconhecido
9. Faça os ajustes necessários nas configurações do osciloscópio para obter um sinal de boa qualidade no ecrã
10. Com um multímetro determine o valor de R e utilize o osciloscópio para obter o parâmetro $t_{1/2}$
11. Repita o procedimento para outros valores de R (com caixa de resistências)
12. Construa o gráfico $(R, t_{1/2})$ e a partir deste obtenha o valor da capacitância do condensador

Retificação e onda dente-de-serra

13. No gerador, selecione um sinal sinusoidal com frequência $f < \frac{1}{2\pi RC}$
 $(1,4 \times 1 \text{ KHz})$
14. No canal 1 do osciloscópio introduza o sinal à entrada e no canal 2 o sinal à saída; registre ambos os sinais e registre características, utilizando a porta USB para a aquisição dos dados
15. Repita o processo, aumentando gradualmente a ordem de grandeza da frequência do gerador, até se observar um sinal tipo dente-de-serra; registre as observações utilizando a porta USB do osciloscópio.

DADOS

Determinação de τ e de $t_{1/2}$

$$R = 3.25 \times 10^3 \Omega$$

$$C = 155.2 \times 10^{-6} F$$

$$t_{1/2} = 220.0 \mu s \pm (0.1 \mu s) \Rightarrow \text{para } V_g = 10.0 V \text{ e } V_g/2 = 5.00 V$$

$$\tau = 320.0 \mu s (\pm 0.1 \mu s) \Rightarrow \text{para } V_g = 10.0 V \text{ e } V_g/e \sim 3.68 V$$

NAS equações foi fornecida esta valor
3.60 V

$f < 482 \text{ Hz} \rightarrow$ Retificador e onda dent. - de - ruído

Determinação da capacitância de um condensador desconhecido

R (Ω)

$t_{1/2}$ (μs)

1000

260.0

900

230.0

800

210.0

700

190.0

600

160.0

500

140.0

400

120.0

300

90.00

200

70.00

100

50.00

1050

270.0

950

240.0

850

220.0

750

200.0

650

170.0

550

150.0

650

130,0

350

110,0

250

60,00

150

60,00

$$R_{\text{calculado}} = 117,1 \, \Omega \quad (\pm 0,1 \, \Omega)$$

$$C_{\text{calculado}} = 0,336 \, \mu\text{F}$$

ANÁLISE DE DADOS

Determinar τ e de $t_{1/2}$

R (Ω)	3.26E+03
C (F)	1.552E-07

Tabela ~~1.1~~ 1.1.

	Referência (s)	Osciloscópio (s \pm E-06)	Erro relativo a Osciloscópio	Porta USB (s)	Erro relativo a Porta USB
τ	5.060E-04	3.200E-04	37%	4.10E-04	19%
$t(1/2)$	3.506E-04	2.200E-04	37%	3.00E-04	14%

Tabela ~~1.1~~ ~~1.2~~ 1.7.

- Os valores apresentados na tabela 1.1. foram medidos com o multímetro, ~~onde~~ sendo estes considerados os valores nominais de R e C (ver figura 1), em vez dos valores apresentados no passo 1 do procedimento experimental.

- Usando os ~~dados~~ dados de Tabela 1.1, calcularam-se os valores de referência de τ , constante de tempo de descarga do condensador de capacitância C através da resistência R, e de $t_{1/2}$, tempo necessário para a tensão diminuir para metade do valor inicial, usando as ~~seguintes~~ fórmulas:

$$\tau = RC$$

$$t_{1/2} = 0,693 RC, \text{ onde } 0,693 \sim \ln(2)$$

- Na tabela 1.2, apresentam-se os valores medidos no osciloscópio utilizando curvas. Continuando o que foi referido em DADOS, a imagem do osciloscópio mostra medido τ é 0,1 μs ou $0,1 \times 10^{-6} \text{ s}$, pois observando os dados relativos à determinação da capacitância de um condensador desconhecido (mais à frente), vemos que para $t_{1/2}$ não há qualquer variável de ~~uma~~ casa decimal, pelo que a menor divisão da escala deste aparelho digital seria 1 μs ou 10^{-6} s .

- A comparação entre os valores de referência e os valores medidos no osciloscópio resultou num erro relativo significativo (37%). Este erro é praticamente igual para as duas grandezas, o que pode indicar que ~~os erros~~ se deve a uma mesma cause. Observando as figuras 2 e 3, o cursor à esquerda foi ~~ter~~ colocado abaixo do valor correto para ambas as grandezas de tempo, resultando num valor menor do que o ideal ~~obtido~~ (sabemos que a menor distância do eixo de tempo ~~é~~ 100 μ s). Para realizar a medição corretamente teria sido necessário aumentar a escala de forma a poder mover os cursores com mais precisão.

Retificação e onda dente-de-serra

- Todos os frequências utilizadas para a medida dos dados estão abaixo de 482 Hz, ou seja, ~~se~~ ~~os~~ menores do que $\frac{1}{2\pi RC}$ (utilizaram-se os valores de R e C referido no primeiro parte do procedimento)

- Com o dente de serra nos terminais do condensador (CH2), encontramos o valor máximo de tensão, V_g , e $V_g/2$ e V_g/e . Com os tempos correspondentes, calculamos T e $t_{1/2}$, valores que se aproximados na rede "Porta USB" de ~~uma~~ tabela 1.2.

$$- t_{1/2} = |t_{V_g} - t_{V_g/2}|$$

$$- T = |t_{V_g} - t_{V_g/e}|$$

- Em comparação com os valores de referência, o erro é relativamente pequeno, pelo que os cursos são um método pouco fiável para a determinação das grandezas de tempo (uma vez que os cursos não tenham sido usados ~~em~~ constantemente). Com a porta USB, existem cerca de 1000 registos retirados diretamente, pelo que há uma maior ~~se~~ precisão na escolha dos valores e no cálculo de T e $t_{1/2}$.

- De acordo com as figuras 4 e 5, vemos que com o aumento da frequência, o sinal nos terminais do condensador se vai aproximando do valor de tensão máximo.

Determinação da capacitância de um condensador desconhecido

R (Ω)	t(1/2)		Ajuste	Resíduos
	(μ s) ± 1	(s) \pm E-06	(s) \pm E-06	
1050	270.0	2.700E-04	2.673E-04	2.714E-06
1000	260.0	2.600E-04	2.557E-04	4.271E-06
950	240.0	2.400E-04	2.442E-04	-4.173E-06
900	230.0	2.300E-04	2.326E-04	-2.617E-06
850	220.0	2.200E-04	2.211E-04	-1.060E-06
800	210.0	2.100E-04	2.095E-04	4.962E-07
750	200.0	2.000E-04	1.979E-04	2.053E-06
700	190.0	1.900E-04	1.864E-04	3.609E-06
650	170.0	1.700E-04	1.748E-04	-4.835E-06
600	160.0	1.600E-04	1.633E-04	-3.278E-06
550	150.0	1.500E-04	1.517E-04	-1.722E-06
500	140.0	1.400E-04	1.402E-04	-1.654E-07
450	130.0	1.300E-04	1.286E-04	1.391E-06
400	120.0	1.200E-04	1.171E-04	2.947E-06
350	110.0	1.100E-04	1.055E-04	4.504E-06
300	90.00	9.000E-05	9.394E-05	-3.940E-06
250	80.00	8.000E-05	8.238E-05	-2.383E-06
200	70.00	7.000E-05	7.083E-05	-8.271E-07
150	60.00	6.000E-05	5.927E-05	7.293E-07
100	50.00	5.000E-05	4.771E-05	2.286E-06

Tabela 2.1: Valores de R e $t_{1/2}$ medidos e respectivos ajuste e resíduos

Ajuste linear			
m	2.311E-07	2.460E-05	b
s(m)	2.342E-09	1.506E-06	s(b)
r ²	9.982E-01	3.020E-06	s(y)

Tabela ~~2.1~~ 2.2.

C (F)	Valor	Incerteza
do ajuste linear	3.335E-07	3.379E-09
do multímetro	3.36E-07	1.00E-09
Erro relativo	0.74%	

Tabela ~~2.2~~ 2.3. Determinação de C

R em função de $t(1/2)$

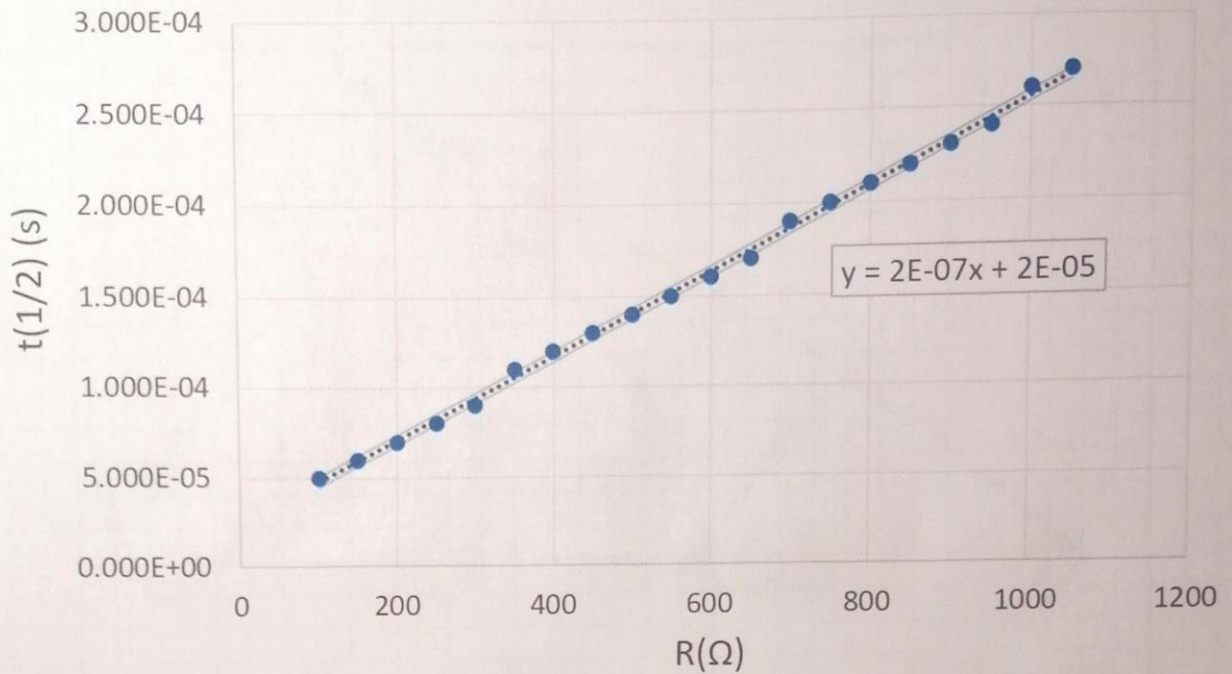


Gráfico 1

Resíduos

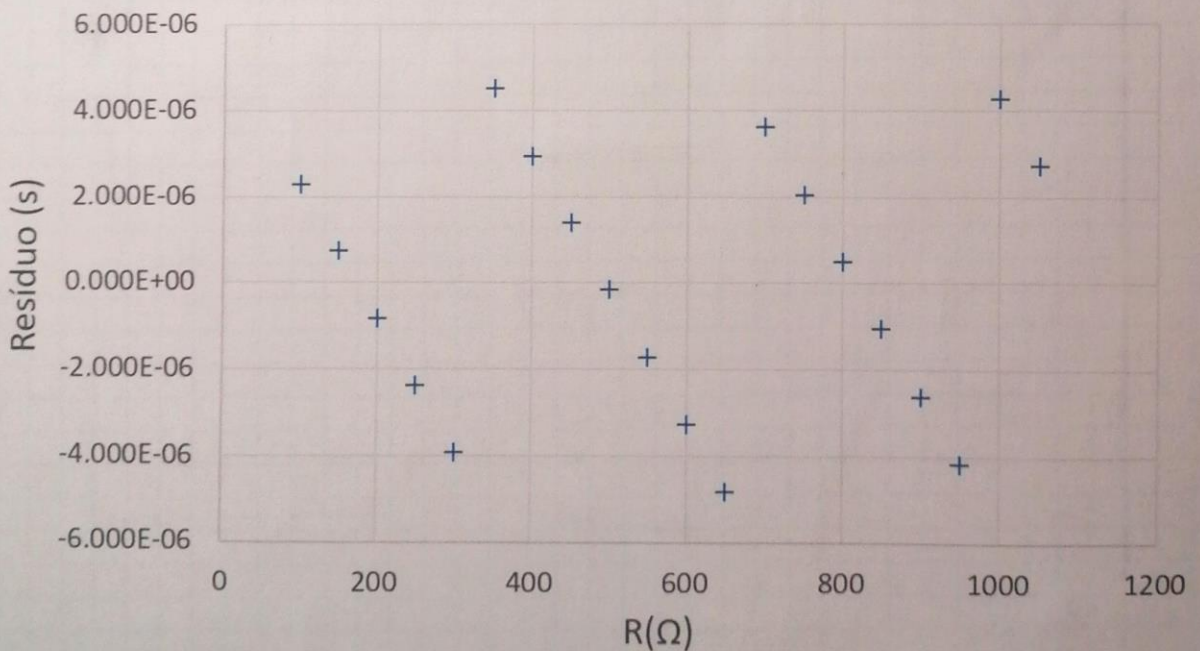


Gráfico 2

- Nos primeiros gráficos vimos de como no gráfico 1 pois não iniciam nem a escala escolhida

• Quanto a Tabela 2.3:

- Sabemos que $t_{1/2} = 0.693 RC \Rightarrow \frac{t_{1/2}}{R} = 0.693 C \Rightarrow$
 \rightarrow declina

$\Rightarrow m = 0.693 C \Rightarrow C = m / 0.693$, sendo esta a fórmula utilizada para calcular a capacitância do condensador pelo ajuste. A incerteza ~~da~~ propagada deste cálculo é dada por: $u(C) = \frac{\partial C}{\partial m} u(m) = \frac{u(m)}{0.693}$

~~Substituindo os valores de m~~ $= \frac{u(m)}{0.693} = \frac{2.342 \times 10^{-9}}{0.693} \approx 3.379 \times 10^{-9} F$

- A incerteza do valor de C medido no multímetro é a incerteza de medição, ou seja, ~~0.001~~ $0.001 \times 10^{-6} F$

- Pelos gráficos 1, vê-se que os valores de η crescem quase linearmente quando se varia o tempo $y = mx + b + dy$ e $y = mx + b + s(y)$. Os resíduos (gráficos 2) apresentam, por isso, tendências lineares, pois $t_{1/2}$ não aumenta que diretamente com o aumento de R (o "salto" entre valores de m é constante, sendo por isso de 20 μs quando ~~os~~ as constantes de 10 μs). Ainda assim, de acordo com a Tabela 2.3, o erro relativo obtido é extremamente pequeno, pelo que foi utilizada a ajuste linear adequado.

CONCLUSÃO

- Foi possível estudar a resposta temporal de um circuito RC a um sinal de tensão retangular (deschaje do condensador) a partir das grandezas τ e $t_{1/2}$;
- Verificou-se que os cursos do osciloscópio são um método pouco eficaz para a determinação das grandezas referidas, pelo que é desejável utilizar uma medição de dados diretamente do osciloscópio usando uma porta USB.

- Verificou-se com o aumento da frequência, o sinal dos terminais dos condensadores não se aproximando do valor de tempo máximo, observando-se os dentes-de-serra.

ANEXO

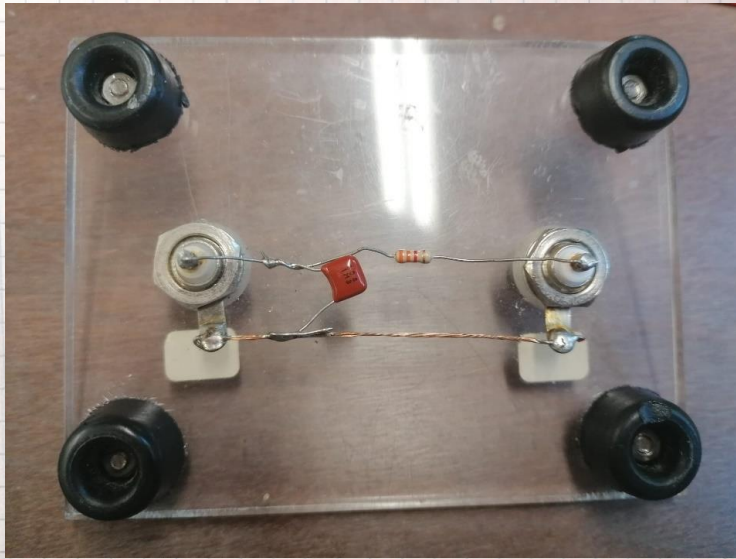


Figure 1

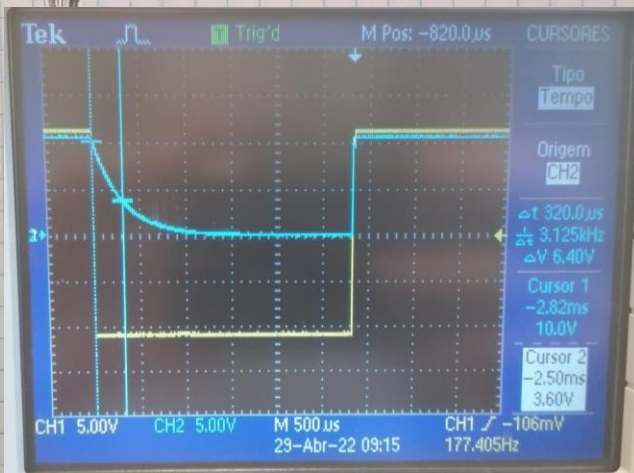


Figure 2 : determinação de τ

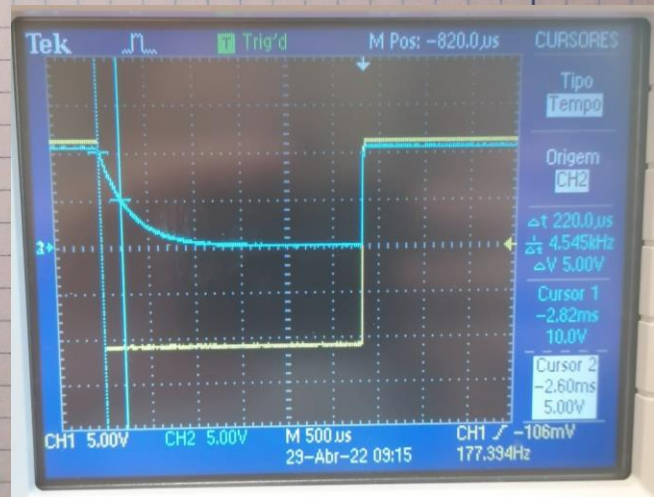
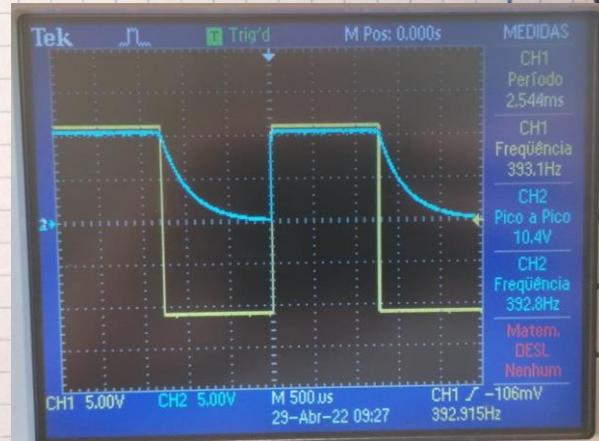
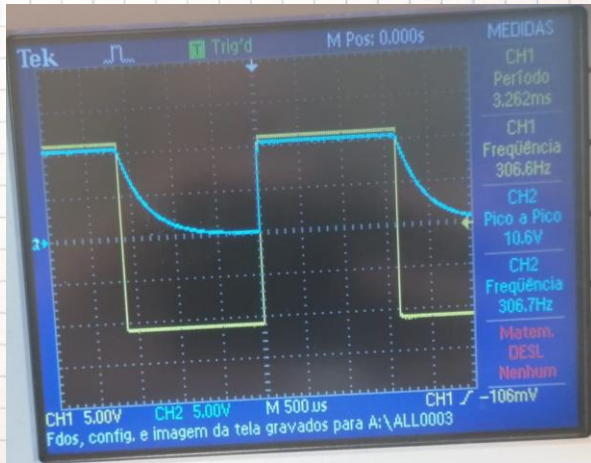
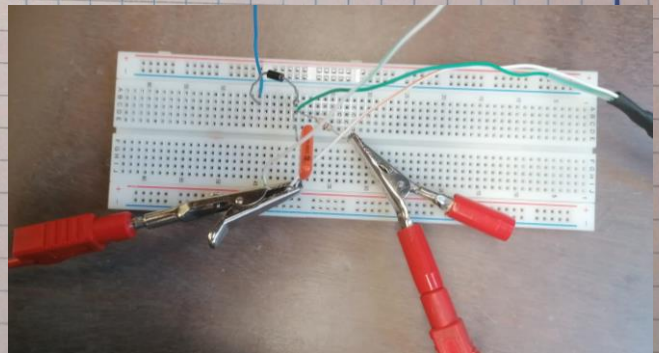
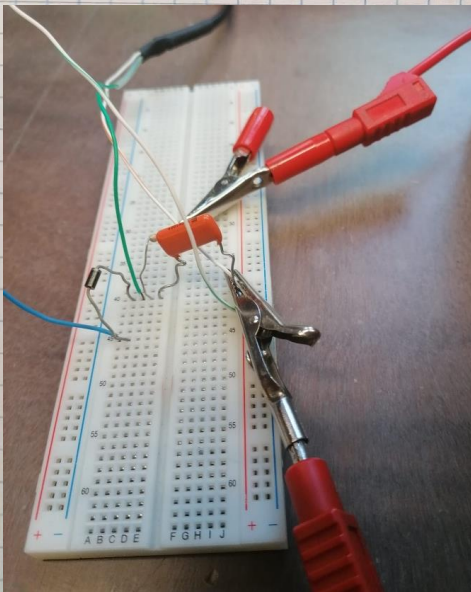


Figure 3 : Determinação de $t_{1/2}$



Figuras 4 e 5: "Dente-de-serra" (à esquerda este ~~é~~ o sinal com menor frequência)



Figuras 6 e 7: Circuito com condensadores de capacitância desconhecida