

INSTRUMENTAÇÃO E PROJETO DE CIRCUITOS

Trabalho Prático nº 4: Circuitos RC em Corrente Contínua

Preparação dos Trabalho Práticos

Objetivos:

- Conhecer o conteúdo dos guias
 - Identificar as matérias envolvidas
 - Perceber a lógica do guia
 - Identificar dificuldades previamente
 - Rentabilizar o tempo disponível no laboratório
-

Responda às seguintes questões:

- Para a alínea **1c)** do guia, calcule a constante de tempo (τ) do circuito da figura 1.
- Apresente a equação que descreve o valor de u_c nesse circuito ao longo do tempo. Com base nessa equação, calcule o valor de u_c para $t = 0$, para $t = 5\tau$ e quando t tende a infinito.
- O que aconteceria com a corrente i no instante $t = t_{0+}$ se R_1 fosse nula (alínea **1g)**), ou seja, se a fonte fosse ligada diretamente ao condensador? O que deduz sobre essa montagem?
- No circuito da figura 3, obtenha o equivalente de *Thévenin* visto entre os terminais do condensador. Ligue o condensador ao circuito resultante e calcule a tensão máxima no condensador e a constante de tempo (τ) deste circuito.
- Para o ponto **3d)** do guia, admita que o condensador se encontra totalmente descarregado no instante inicial (t_0) e calcule o valor da corrente em cada um dos componentes no instante imediatamente após o fecho do interruptor **S** (em t_{0+}).

INSTRUMENTAÇÃO E PROJETO DE CIRCUITOS

Trabalho Prático nº 4: Circuitos RC em Corrente Contínua

Objetivos:

- Explicar o funcionamento de um condensador em corrente contínua
- Calcular a corrente inicial e a tensão final num condensador
- Calcular as tensões e a corrente em qualquer instante num circuito RC em corrente contínua
- Configurar o osciloscópio digital para capturar a forma de onda de um sinal transitório

1. Monte o circuito da figura 1 com $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ e $C = 10 \text{ nF}$, implementando o interruptor S através de um fio.

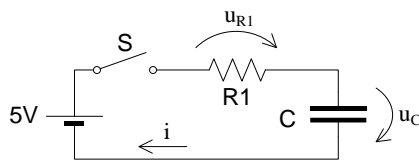


Figura 1

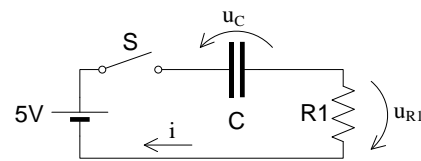


Figura 2

- Com o interruptor S aberto, meça com o multímetro a tensão aos terminais do condensador (u_C).
 - Feche o interruptor S e meça a tensão aos terminais do condensador (u_C), a tensão aos terminais da resistência (u_{R1}), e a corrente que percorre o circuito (i).
 - Calcule a constante de tempo (τ) do circuito da figura 1.
 - Apresente a equação que descreve o valor de u_C ao longo do tempo. De acordo com essa equação, calcule o valor de u_C decorridas 5 constantes de tempo após o fecho do interruptor S .
 - Com base na equação de u_C , na lei das tensões de Kirchhoff e na lei de Ohm, deduza as equações que descrevem os valores da tensão u_{R1} e da corrente i ao longo do tempo.
 - Explique os resultados que obteve na alínea **b)** tendo em conta as equações anteriores e o tempo que decorreu desde o fecho interruptor S até a medição desses valores.
 - Admitindo que o condensador se encontra totalmente descarregado no instante inicial (t_0), calcule o valor da corrente fornecida pela fonte no instante imediatamente após o fecho do interruptor S , ou seja, $i(t_0^+)$. O que aconteceria com a corrente i no instante $t = t_0^+$ se R_1 fosse nula?
 - Qual é o valor da carga elétrica armazenada em C ?
 - Inverta temporariamente a posição relativa do condensador e da resistência, como na figura 2, e meça as grandezas representadas nessa mesma figura. Preste atenção aos sentidos. Que conclui relativamente à ordem de quaisquer componentes numa série (i.e., num ramo de um qualquer circuito)?
2. Para além de sinais periódicos, o osciloscópio digital permite a medição de sinais transitórios, como é o caso da tensão descrita pela equação de u_C utilizada na alínea **1d)**, sendo para isso necessário fazer algumas alterações na configuração do osciloscópio. Sendo assim, siga o seguinte procedimento:
- Com o interruptor S aberto, ligue a ponta de prova do osciloscópio (canal 1) aos terminais do condensador no circuito da figura 1 para medir a tensão u_C .
 - Ajuste a base de tempo (Time/Div) do osciloscópio para o valor da constante de tempo (de forma a poder visualizar a carga do condensador em 5τ).
 - Ajuste a escala de amplitude do canal 1 para 2 Volt/Div.
 - Ajuste o nível de *trigger* (indicado pela seta à direita do ecrã) para ficar a meio da gama de valores da tensão que o condensador irá assumir (ou seja, entre 0 e 5 V).
 - Ajuste o instante de *trigger* (indicado pela seta no topo do ecrã) para a margem esquerda do ecrã usando o ajuste horizontal.
 - Pressione o botão MENU do *trigger* do osciloscópio para acesso aos seus comandos.
 - Comute o modo (Mode) de funcionamento do osciloscópio de Auto para Normal.

- h) Certifique-se que a opção Type está em Edge (borda) e no menu Slope/Coupling está assinalada a opção Rising Edge (rampa ascendente), representada por uma seta de transição do sinal para cima.
- i) Pressione o botão SINGLE. O osciloscópio deverá apresentar a mensagem “Trig?” para indicar que está à espera de um sinal ascendente para fazer o *trigger* e apresentá-lo no ecrã.
- j) Feche o interruptor **S**. Se tudo estiver configurado corretamente, o ecrã deverá apresentar o sinal transitório correspondente à carga do condensador e a mensagem “Stop” a vermelho, para indicar que o sinal capturado ficou congelado no ecrã.
- k) Registe o sinal obtido experimentalmente e compare com a equação da alínea **1d)**. Obs.: O sinal capturado pode apresentar muito ruído devido à vibração mecânica do contacto do interruptor, pelo que sugere-se repetir os passos indicados nos pontos **i)** e **j)** múltiplas vezes.
- l) Volte a colocar o osciloscópio no modo Auto.

3. Coloque agora uma resistência **R₂** = 10 kΩ em paralelo com o condensador, conforme a figura 3.

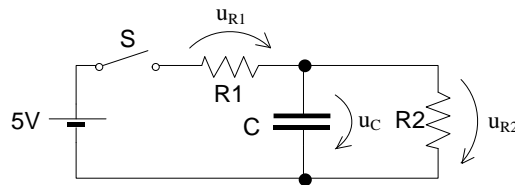


Figura 3

- a) Feche o interruptor **S** e meça a tensão aos terminais de **R₁**, **R₂** e **C**, e também a corrente que atravessa cada um desses componentes.
- b) Explique os valores obtidos, nomeadamente o motivo pelo qual as tensões aos terminais do condensador **C** e da resistência **R₁** são, neste caso, diferentes dos valores obtidos em **1b)**.
- c) Obtenha o equivalente de *Thévenin* visto entre os terminais do condensador. Com base nesta análise, indique o valor da constante de tempo (que rege o tempo de carga do condensador) e o valor máximo de **u_C** para este circuito.
- d) Admitindo que o condensador se encontra totalmente descarregado no instante inicial (**t₀**), calcule o valor da corrente em cada um dos componentes no instante imediatamente após o fecho do interruptor **S** (**t₀⁺**).

4. Monte agora o circuito da figura 4, com **R₁** = **R₂** = 10 kΩ e **C** = 10 nF.

- a) Meça as tensões as tensões aos terminais de **R₁**, **R₂** e **C**, e também a corrente que os atravessa.
- b) Explique os valores obtidos.
- c) Repare que a diferença deste circuito relativamente ao da figura 1 consiste na adição de **R₂**. Tendo em conta os resultados obtidos em **1b)** e **3a)**, por que razão agora a resistência **R₂** não afeta a tensão aos terminais do condensador?

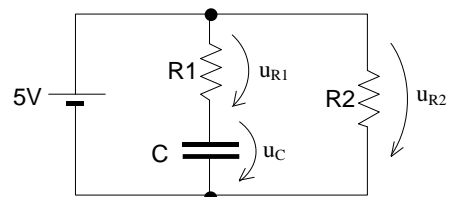


Figura 4

- d) Retire o condensador do circuito deixando o ramo de **R₁** em circuito aberto. Meça a tensão entre os dois pontos abertos e comente o valor obtido.