

## TRABALHO DE LABORATÓRIO Nº3 – Circuitos RC Série

### Descrição

Neste trabalho vamos usar circuitos RC série, observar os processos de carga e descarga de um condensador e medir as constantes de tempo, definidas por  $\tau = RC$ .

### Objectivo

Pretende-se que o aluno: (i) observe o processo de carga e descarga de um condensador e perceba as escalas de tempo envolvidas; (ii) tenha um primeiro contacto com o osciloscópio para efectuar operações simples de medição de tempos e de tensões; (iii) utilize a plataforma de *hardware* Arduino para realizar a aquisição de dados; (iv) treine a utilização de folhas de cálculo para pós-processamento dos dados registados e para elaboração de gráficos.

### Requisitos

Este trabalho deve cumprir os seguintes requisitos:

1. Descrição adequada das observações do processo de carga realizadas no osciloscópio para os circuitos RC propostos.
2. Montagem de um sistema simples para aquisição de dados com a plataforma Arduino.
3. Determinar das constantes de tempo dos dois circuitos RC propostos com uma margem de erro menor ou da ordem de 10%, relativamente ao valor teórico calculado, mostrar gráficos do processo de descarga dos condensadores a partir dos dados experimentais.

**Material:** Resistências eléctricas, condensadores electrolíticos, *breadboard*

**Instrumentação:** Osciloscópio, Arduino UNO R3, Computador

### Experiência 1 - Observação da Carga-Descarga de um Condensador

Nesta experiência vamos observar no osciloscópio o processo de carga e descarga de um condensador a partir de uma onda quadrada gerada pelo Arduino. A experiência tira partido dos pinos digitais do Arduino controlados pela instrução *digitalWrite()*, e do controlo de tempo através da instrução *delay()*.

**Procedimento:**

**P.1** Escreva um sketch para o Arduino que gere uma onda quadrada a partir de um pino digital.

**P.2** Monte um circuito RC série para cada valor indicado na tabela 1. Para cada par de valores (R,C), determine as grandezas que estão na tabela para posterior verificação experimental.

**P.3** Observe no osciloscópio o ciclo de carga e descarga do condensador e a onda quadrada gerada pelo Arduino; use os dois canais com uma escala apropriada para a base de tempo (eixo horizontal) e em tensão (eixo vertical).

**P.4** Meça no osciloscópio os tempos e os valores das tensões apresentados na tabela 1 e compare com os valores calculados teoricamente. Preencha a tabela numa versão com valores teóricos e noutra versão com valores medidos. Compare e comente.

**Tabela 1**

Vo (V)	R (Ohm)	C (uF)	tau	C:Vc/Vo (%)	Tc (ms)	Vc (V)	D:Vd/Vo (%)	Td (ms)	Vd (V)
5	330	22.0		90			10		
5	330	4.70		90			10		
5	390	4.70		90			10		
5	390	0.47		90			10		
5	390	1000		90			10		

**Legenda:**

**Vo:** Tensão aplicada à série RC

**R:** Valor da resistência

**C:** Valor do condensadores

**tau:** constante de tempo  $\tau=RC$

**Tc:** tempo para atingir V/Vo%

**Td:** tempo para atingir V/Vo%

**C:V/Vo%:** razão entre tensão aos terminais do condensador e tensão aplicada em %, no final da carga

**D:V/Vo%:** razão entre tensão aos terminais do condensador e tensão aplicada em %, no final da descarga

**Tc:** tempo de aplicação de tensão para que o condensador carregue de modo a termos o valor relativo V/Vo%

**Td:** tempo de aplicação de tensão para que o condensador descarregue de modo a termos o valor relativo V/Vo%

**Vc:** valor final da tensão ao terminais do condensador no final da carga

**Vd:** valor final da tensão ao terminais do condensador no final da descarga

**Sugestão:** para cada caso de valores de R e de C ajuste a onda quadrada de modo a melhor visualizar o processo de carga-descarga. Tenha em conta os tempos calculados para efectuar esse ajuste.

**Experiência 2 - Determinação da Constante de Tempo de Circuitos RC**

A segunda parte deste trabalho consiste na medição da constante de tempo do circuito RC, dada por  $\tau=RC$ , que define o comportamento na carga e na descarga do condensador. O *sketch* escrito para a experiência anterior pode servir de base para a programação do Arduino como sistema de aquisição de dados. Alguns detalhes a ter em conta na elaboração do *sketch*:

1. A medição da tensão aos terminais do condensador deve ser feita com um pino analógico A#.
2. Use o baudrate mais elevado possível para o porto série do PC associado ao Arduino para que a transferência dos dados seja rápida.

3. Para não introduzir atrasos entre as medições da tensão leia todos os valores de seguida e armazene numa estrutura de dados do tipo matriz (por exemplo, dados[n\_amstras]).
4. Defina uma variável que meça o tempo para associar às medições da tensão.
5. Evite cálculos no *sketch* que possam atrasar o processo de aquisição de dados; faça os cálculos posteriormente na folha de cálculo.
6. Use o *Serial Monitor* para copiar os valores medidos e para transferi-los para uma folha de cálculo.

### Procedimento:

**P.1** Escreva um *sketch* de acordo com as indicações anteriores para permitir a aquisição de dados com o Arduino.

**P.2** Monte dois circuitos RC, com valores,  $R = 390 \, \Omega$  e  $C = 22 \, \mu\text{F}$  e  $C = 1000 \, \mu\text{F}$ . Para cada um meça a tensão aos terminais do condensador durante a descarga.

**P.3** Transfira os valores medidos para uma folha de cálculo.

**P.4** Faça um ajuste dos dados registados, depois de devidamente, tratados, à equação de descarga do condensador e calcule a constante de tempo.

### Observações:

1. Apresente as deduções das equações usadas para o cálculo dos tempo de carga e descarga.
2. Apresente a listagem dos códigos que escreveu para o Arduino e folhas de cálculo.
3. Todos os circuitos usados nos trabalhos experimentais têm de ser apresentados na forma de montagem em *breadboard* e em esquema eléctrico. Para isso deve usar o programa [Fritzing](#).
4. Sempre que for relevante deve apresentar uma discussão sobre as fontes de erros presentes nas experiências. Se necessário deve realizar cálculo de erros para complementar a sua discussão.
5. Discuta os resultados tendo em conta o que se pretende medir, o que se esperava obter e o que foi possível verificar.
6. O relatório tem de seguir o modelo definido para os trabalhos experimentais (ver página da unidade curricular).

<b>Autor:</b> Nuno Pereira	<b>Departamento:</b> Matemática e Ciências Físicas	<b>Ano lectivo:</b> 2015-16	<b>Edição:</b> 01
<b>UCs / Cursos:</b> Física Aplicada à Computação / Eng. Informática			