

# **PRODUTO EDUCACIONAL**

**DESENVOLVIMENTO DE UM KIT DIDÁTICO EXPERIMENTAL PARA O ENSINO  
DE RESISTORES, CAPACITORES E CIRCUITOS DE TEMPORIZAÇÃO RC**

**Mestrando:** Vatison Mauro Bratti

**Orientador:** Dr. Gilson Junior Schiavon

**Co-Orientador:** Dr. Michel Corci Batista

**Campo Mourão  
2017**



**VATISON MAURO BRATTI**

# **PRODUTO EDUCACIONAL**

**DESENVOLVIMENTO DE UM KIT DIDÁTICO EXPERIMENTAL PARA O ENSINO  
DE RESISTORES, CAPACITORES E CIRCUITOS DE TEMPORIZAÇÃO RC**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação da UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

**Campo Mourão  
2017**

**CADERNO DE ATIVIDADES PRÁTICAS**

## 1. INTRODUÇÃO

O produto educacional desenvolvido é composto por um kit didático experimental, acompanhado de componentes eletrônicos que servirá como uma ferramenta pedagógica para o estudo de resistores e capacitores, bem como circuito temporizador RC.

O objetivo do produto educacional é tornar uma aula mais dinâmica, atrativa e de fácil ensino/aprendizagem, pois através deste é possível relacionar a parte teórica com a parte prática, deixando de lado parte do sistema tradicional de ensino.

Este produto educacional é distribuído em duas partes, onde na primeira parte o professor trabalha a parte teórica, mostrando assim alguns componentes que fazem parte do conteúdo estudado. Na segunda parte é onde o professor utilizará o kit didático experimental, para que o aluno possa relacionar o conteúdo teórico com o experimental, facilitando assim um melhor ensino/aprendizagem.

## 2. PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO

<b>Disciplina:</b> Física	<b>Série:</b> 3° ano - Ensino Médio
<b>Tema:</b> Eletricidade	<b>Conteúdo Básico:</b> Resistores e Capacitores.
<b>Nº de aulas previstas:</b>	<b>08 aulas</b>
<b>I. Conteúdo específico</b>	
Tipos de resistores; tipos de capacitores; capacitância; associação de resistores e capacitores em série; associação de resistores e capacitores em paralelo, circuito temporizador RC.	
<b>II. Pré-requisitos</b>	
Os alunos devem ter noções básicas sobre corrente elétrica e tensão.	
<b>III. Objetivos:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos.</li> <li>• Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano.</li> <li>• Relacionar informações para compreender manuais de instalação ou</li> </ul>	

utilização de aparelhos, ou sistemas tecnológicos de uso comum.

- Compreender as diferentes maneiras de ligação elétrica e eletrônica, bem como seus prós e contras.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 Introdução teórica

É importante que o professor faça uma introdução sobre o conteúdo a ser estudado demonstrando sua origem histórica, suas aplicações no cotidiano proporcionando ao aluno uma visão ampla de como se originou os estudos sobre resistores e a importância de **Georg Simon Ohm** nesse processo.

Para tanto, será apresentado aos alunos um texto a fim de proporcionar aos mesmos um maior conhecimento sobre resistores e as contribuições de Ohm para a eletricidade.

Quem foi Georg Simon Ohm? Qual sua contribuição para a Física?

Nascido em 16 de março de 1789, na cidade de Erlangen, falecido em 06 de julho de 1854, na cidade de Munique, ambas na Alemanha. Foi professor de matemática e física no colégio dos Jesuítas, em Colônia e na Escola de Guerra de Berlim na Alemanha. Tinha como objetivo ser professor na universidade, como prova de admissão fora exigido que Georg realizasse um trabalho de pesquisa inédito. Seu interesse foi fazer experiências com a eletricidade, e para isso construiu seu próprio equipamento. Como seu experimento era o fio elétrico o componente principal para o estudo, o mesmo adquiriu diferentes fios e com várias espessuras.

Ao analisar vários fios de diversas espessuras e comprimentos, chegou à descoberta de relações matemáticas simples envolvendo as dimensões e as grandezas elétricas já descobertas na época.

Primeiramente observou que a intensidade da corrente era diretamente proporcional à área da secção do fio e inversamente proporcional ao seu comprimento. Baseado nesta descoberta é que Georg Ohm definiu um novo conceito que é o de resistência elétrica. Foi aí então que Georg decidiu dedicar-se à

investigação científica dos fenômenos da eletrodinâmica, a qual estuda as cargas elétricas em movimento.

Na figura 1 são ilustrados alguns tipos de resistores que existem no mercado ou até mesmo alguns que já não são mais comercializados.

**Figura 1** - Tipos de Resistores



Fonte: mundoelétrica (online)

Buscando uma melhor compreensão sobre resistores, o professor mostra fisicamente alguns tipos de resistores existentes no mercado, entre eles também alguns que já não são mais comercializados.

### 3.1.1 Resistores

Podemos dizer que os resistores são componentes eletrônicos, muito comuns e bastante utilizados no mundo da eletrônica, onde é usada a letra R para representar um resistor. Eles não são polarizados, não possuindo assim polo positivo e negativo. Tem como função limitar o fluxo de corrente elétrica que passa por ele, onde essa limitação se dá o nome de resistência. A unidade de medida da

resistência é dada por Ohm em homenagem ao seu descobridor Georg Simon Ohm, essa medida é compreendida pela dificuldade ou facilidade que os elétrons têm em passar pelo resistor quando o mesmo está sob uma diferença de potencial. Ao relacionar o grau de dificuldade ou facilidade dos elétrons passarem pelo resistor, dizemos que quando o valor da resistência for maior, mais difícil será para os elétrons passarem pelo resistor, e do contrário quando a resistência for menor, mais fácil será para os elétrons passarem. Cada resistor tem uma limitação do fluxo da corrente elétrica, o que pode causar uma queda de tensão.

Alguns resistores também tem a finalidade básica de conversão de energia elétrica em energia térmica, conhecida como efeito Joule. Além disso, tem a função de possibilitar a alteração da diferença de potencial em determinada parte do circuito, ocorrendo por conta da diminuição da corrente elétrica devido à presença no equipamento.

Quando falamos em conversão de energia elétrica em energia térmica citamos como exemplo um resistor presente em um chuveiro elétrico, que tem uma função de aquecer a água.

Os resistores podem ser fixos ou variáveis. Para os resistores fixos eles possuem um valor de resistência e dois terminais, tendo como exemplo os resistores de carvão, resistores de fio, resistores de filme de carbono e resistores de filme metálico, onde cada um com suas devidas funções:

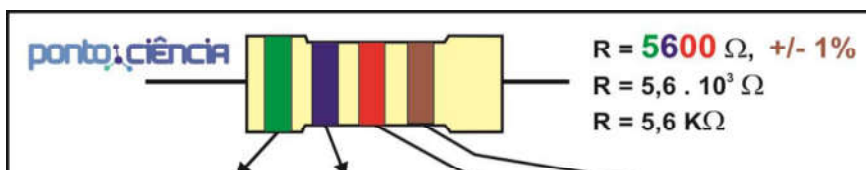
- **Resistor de Carvão:** Os resistores de carvão são inseridos no interior de um tubo e são misturados com um material de preenchimento, e essa quantidade de carvão e do material de preenchimento é que se obtém o valor da resistência. Se comparado aos demais resistores fixos eles possuem um tamanho maior, possuindo assim uma tolerância maior. Para identificar o valor da resistência é necessário seguir uma tabela de código de cores.
  
- **Resistores de Fio:** Construído a partir de um núcleo de cerâmica ou vidro que em sua volta é enrolado um fio de longo comprimento. O comprimento e o diâmetro do fio são fundamentais para determinar o valor da resistência. Também o resistor de fio é um ótimo dissipador de calor e geralmente possuem maiores potências e menores valores ôhmicos. Diferente dos outros

tipos de resistores, o seu valor de resistência é fornecido no corpo do componente.

- **Resistores de Filme de Carbono:** Esses resistores possuem um cilindro de cerâmica, coberto com uma película de carbono e a largura e a espessura dessa película é que determina a resistência. No mercado esse componente é encontrado com facilidade e seu custo é muito baixo comparado com os demais, mas é um componente que, quando está energizado emite muitos ruídos. Os resistores de filme possuem impresso em seu corpo um código de cores que identifica a sua resistência, tolerância e às vezes o coeficiente de temperatura, que vem a ser a variação do valor de resistência com a variação de temperatura de trabalho. As faixas impressas identificando cores é o que possibilita que possa ser determinado seu valor a partir de uma tabela de cores.

A figura 2 ilustra uma tabela com código de cores dos resistores, tabela essa que serve de exemplo e ainda possibilita fazer a leitura de qualquer resistor de 4 cores, identificando assim o seu valor numérico.

**Figura 2** - Imagem da tabela de código de cores



COR	1ª Faixa (Número)	2ª Faixa (Número)	3ª Faixa (zeros ou Pot. de 10)	4ª Faixa (Tolerância)
Preto	—	0	—	—
Marrom	1	1	0 (x 10 <sup>1</sup> )	1%
Vermelho	2	2	00 (x 10 <sup>2</sup> )	2%
Laranja	3	3	000 (x 10 <sup>3</sup> )	—
Amarelo	4	4	0000 (x 10 <sup>4</sup> )	—
Verde	5	5	00000 (x 10 <sup>5</sup> )	—
Azul	6	6	000000 (x 10 <sup>6</sup> )	—
Violeta	7	7	—	—
Cinza	8	8	—	—
Branco	9	9	—	—
Ouro	—	—	x 0,1 (x 10 <sup>-1</sup> )	5%
Prata	—	—	x 0,01 (x 10 <sup>-2</sup> )	10%

**Código de cores dos resistores**

Fonte: pontociência (online)

Veremos na sequência os passos a ser seguidos para determinar o valor do resistor, conforme os valores e cores apresentados na figura 2.

A **PRIMEIRA FAIXA** em um resistor é interpretada como o PRIMEIRO DÍGITO do valor ôhmico da resistência do resistor. Para o resistor mostrado na figura 2, a primeira faixa é verde, assim o primeiro dígito é 5.

A **SEGUNDA FAIXA** dá o SEGUNDO DÍGITO. Essa é uma faixa azul, então o segundo dígito é 6.

A **TERCEIRA FAIXA** é chamada de MULTIPLICADOR e não é interpretada do mesmo modo. O número associado à cor do multiplicador nos informa quantos "zeros" devem ser colocados após os dígitos que já temos. Aqui, uma faixa vermelha nos diz que devemos acrescentar 2 zeros. O valor ôhmico desse resistor é então 5600 ohms, quer dizer, 5600  $\Omega$  ou 5,6 k $\Omega$ .

A **QUARTA FAIXA** (se existir), um pouco mais afastada das outras três, é a faixa de tolerância. Ela nos informa a precisão do valor real da resistência em relação ao valor lido pelo código de cores. Isso é expresso em termos de porcentagem. A maioria dos resistores obtidos nas lojas apresenta uma faixa de cor prata, indicando que o valor real da resistência está dentro da tolerância dos 10% do valor nominal.

Podemos encontrar em alguns circuitos antigos, resistores com apenas 3 faixas, por não existir a faixa de tolerância, indicando assim que o resistor possui uma tolerância de  $\pm 20\%$  (não encontrado mais comercialmente).

Os resistores com código de cores, podem nos deixar na dúvida quanto à que lado do resistor deve-se começar a leitura do código. Para esclarecermos essas dúvidas, vamos nos atentar para as seguintes dicas:

- As faixas normalmente são agrupadas do lado de um dos terminais, portanto a faixa mais próxima desse terminal é a primeira, ou primeiro algarismo significativo;
- A primeira faixa nunca deverá ser de cor preta, prata ou ouro, conforme tabela;
- A segunda faixa nunca deverá ser de cor prata ou ouro, conforme tabela;
- Geralmente quando não se consegue posicionar, faz-se a leitura nos dois sentidos, e a que a tabela não permitir, descarta-se. Entretanto, existem alguns resistores de precisão que se consegue ler pela tabela dois valores diferentes. Os



resistores obedecem a uma série de valores comerciais, que basta comparar os dois valores obtidos, para verificar qual deles existe. Depois de todas as tentativas anteriores, essa última é infalível.

Os valores ôhmicos dos resistores podem ser reconhecidos pelas cores das faixas em suas superfícies, cada cor e sua posição no corpo do resistor representa um número.

- **Resistores de Filme Metálico:** Esses resistores são semelhantes aos resistores de filme de carbono. Também composto de um cilindro de cerâmica, coberto por uma película metálica, sua resistência é determinada através da largura e espessura da película metálica, uma das diferenças do resistor de filme de carbono é que esse resistor de filme metálico seu ruído é bem inferior ao de carbono. Possui uma tolerância de 1% devido a sua película ser constituída de Níquel Ni-Cr (nicromo), garantindo assim uma maior precisão do valor da resistência. É possível também identificar a resistência através da tabela de cores disponibilizada na figura 02.

A utilização desses tipos de resistores fixos é comum em equipamentos eletrônicos, onde é necessária uma regulação precisa do nível de corrente que circula pelo circuito. Entre os equipamentos que necessitam de uma regulação precisa estão os televisores, aparelhos de DVD, rádios, entre outros.

Já para os resistores variáveis a sua resistência pode ser alterada, dentro dos limites, possuindo normalmente três terminais, onde podemos citar abaixo alguns tipos de resistores variáveis:

- **Reostato:** Servem como uma barreira variável que dificulta a passagem da corrente elétrica em seu condutor, possibilitando aumentar ou diminuir a intensidade da corrente no circuito. Citamos dois tipos de reostatos, os que possuem resistência variável continuamente e os reostatos de resistência variável descontinuamente. Podemos citar a utilização do reostato em aparelhos de som, ao aumentar o volume do som, estamos utilizando um reostato, isso acontece por que na medida em que se aumenta o volume do som, automaticamente se diminui a resistência elétrica, tudo isso ocasionado pelo aumento ou diminuição do fio de cobre que a compõe.

- **Potenciômetro:** Componente eletrônico que tem sua função em limitar o fluxo da corrente elétrica que passa por ele, podendo ser ajustado manualmente, isto é, pode ser aumentada ou diminuída. Tanto o resistor quanto o potenciômetro tem por finalidade limitar o fluxo da corrente elétrica em circuito, o potenciômetro pode ter sua resistência ajustada e o resistor comum não pode, pois ele possui um valor de resistência fixo. É um componente que possui três terminais e um eixo giratório, que serve para ajuste da sua resistência. Encontrado em aparelhos de som, onde sua função é controlar o volume, também em controle de posicionamento em controles de vídeo games, controle de brilho e contraste em telas LCD.
  
- **Varistor:** Esse componente é especial, pois altera a resistência quando a tensão nos seus terminais também é alterada. Na placa de controle há um varistor ligado em paralelo com o transformador, a especificação do varistor é dada pelo seu limite de tensão. Utilizado em fornos, onde em condições normais sua resistência é muito alta. O varistor funciona como um dispositivo de proteção do trafo da placa, evitando que o equipamento (forno) queime com elevação de tensão. Também é utilizado para proteção contra curtos-circuitos em extensões ou para-raios usados nos postes de ruas, ou como “trava” em circuitos eletromotores.
  
- **Termistores:** São resistências que podem variar seu valor de acordo com a temperatura em que esta submetida. A relação geralmente é direta porque os metais usados têm um coeficiente de temperatura positivo, onde se a temperatura subir a resistência também sobe. Para os termistores PTC e NTC, são usados semicondutores ao invés dos metais, por isso alguns autores não consideram como resistor.

Os termistores PTC (*Positive Temperature Coefficient*) são resistores que depende de uma temperatura positiva, onde quando a temperatura aumenta a resistência também aumenta.

Os termistores NTC (*Negative Temperature Coefficient*) dependem de uma temperatura com coeficiente negativo, onde, quando sua temperatura aumenta, a sua resistência diminui.

Já para os termistores LDR (*Light Dependent Resistor*) a sua resistência varia de acordo com a intensidade luminosa incidida. A relação geralmente é inversa, ou seja, a resistência diminui com o aumento da intensidade luminosa. É usado em sensores de luminosidade.

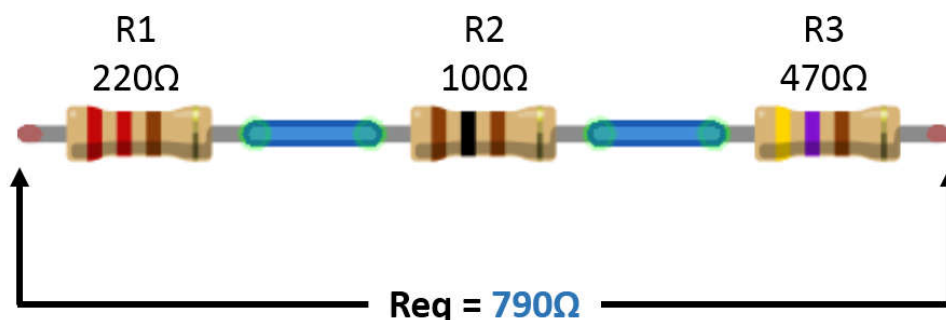
Os resistores mais utilizados são os resistores de filme de carbono, para tanto segue em anexo ao kit didático experimental alguns resistores com seus respectivos valores que servem para serem calculados seus valores utilizando a tabela de código de cores ou até mesmo medir seu valor com o multímetro.

### 3.1.2 Associações de Resistores em Série

É um conjunto de dois ou mais resistores interligados entre si de forma que a corrente elétrica tenha um único caminho a seguir. Na prática temos situações em que há necessidade de ligarmos os resistores em série como às lâmpadas de uma árvore de natal, em circuitos de rádio e outros, este tipo de associação ocorre quando os resistores são ligados um após o outro, de forma a oferecer apenas um caminho para a corrente.

A figura 3 ilustra um exemplo de uma associação em série composta por três resistores de valores diferentes, exemplificando assim um circuito em série.

**Figura 3** - Imagem de uma associação de resistores em série



Fonte: vandertronic (*online*)

Citamos algumas características ou propriedades de uma associação em série.

- Os resistores ligados em série são percorridos por uma mesma corrente.

$$i_{eq} = i_{R1} = i_{R2} = i_{R3} = \text{constante}$$

- A tensão (U) na associação em série, é a soma das tensões parciais.

$$U_{\text{fonte}} = U_{R1} + U_{R2} + U_{R3}$$

- A resistência equivalente da associação é a soma das resistências associadas.

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

**Paralelo**

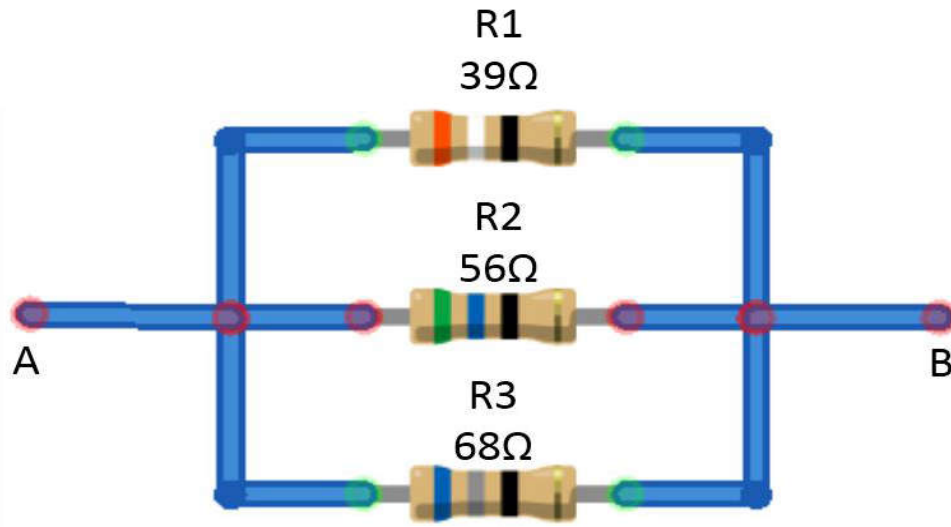
Vários resistores estão associados em paralelo quando são ligados pelos mesmos pontos, de modo a ficarem submetidos à mesma tensão.

A intensidade de corrente  $i$  do circuito principal divide-se entre os ramos dos resistores. Usando a conservação da carga elétrica, podemos afirmar que a corrente que entra em uma bifurcação de fios, ponto que chamamos de nó, tem a mesma intensidade das correntes que saem do mesmo. Qualquer associação de resistores pode ser representada pelo resistor equivalente, que representa a resistência total dos resistores associados.

Em uma associação de resistores em paralelo, a resistência equivalente sempre será menor que a resistência de menor valor do circuito. Nesse tipo de associação se um queimar os demais funciona normalmente, isto é, a corrente irá aumentar nos demais resistores do circuito.

A figura 4 ilustra um exemplo de uma associação em paralelo composta por três resistores de valores diferentes, exemplificando assim um circuito em paralelo.

**Figura 4** - Imagem de uma associação de resistores em série



**Fonte:** vandertronic (*online*)

Citamos algumas características ou propriedades de uma associação em paralelo:

A corrente em uma associação de resistores em paralelo é a soma das correntes nos resistores associados.

$$i_{eq} = i_{R1} + i_{R2} + i_{R3}$$

- Vários resistores estão associados em paralelo quando são ligados pelos mesmos pontos, de modo a ficarem submetidos à mesma tensão.

$$i_1 = \frac{U}{R_1} \quad i_2 = \frac{U}{R_2} \quad i_3 = \frac{U}{R_3}$$

- Em uma associação de resistores em paralelo, o inverso da resistência equivalente da associação é igual à soma dos inversos das resistências associadas.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

### 3.1.4 Capacitores

São dispositivos utilizados para armazenamento da carga elétrica, sendo de fundamental importância em determinados circuitos elétricos, principalmente no campo da eletrônica. São componentes de um circuito que tem a função de

armazenar energia, tornando sua tensão igual à fonte de alimentação do qual o circuito esta conectado.

Os capacitores também podem ser usados como filtro de fonte de alimentação, diminuindo o ruído, também serve para bloquear a corrente continua e apenas deixar passar a corrente alternada. Quanto maior a frequência da corrente alternada e o valor do capacitor, mais fácil é para passar pelo capacitor. Os capacitores também são usados para sintonizar determinados circuitos.

Cada capacitor pode armazenar certa quantidade de carga, e a medida desta quantidade de carga é igual o produto da capacitância pela tensão. A unidade de medida utilizada para capacitância é o F (Farad), e por ser uma unidade de medida muito grande, são usadas subunidades como microfarad ( $\mu\text{F}$ ) usado nos capacitores de alto valor (eletrolíticos), nanofarad (nF) usados nos capacitores comuns de médio valor e picofarad (pF) usados nos capacitores comuns de baixo valor.

Nos condutores isolados, por não possuírem grande capacidade de armazenar cargas elétricas, os mesmos com uma pequena carga adquirem potenciais muito elevados, no entanto, o campo elétrico também é alto, fazendo com que o condutor acaba-se descarregando com facilidade.

Nos circuitos elétricos, principalmente na eletrônica, é necessário utilizar dispositivos que possam armazenar uma grande quantidade de carga elétrica, possibilitando ser liberada somente quando o circuito necessitar. Isso só é possível utilizando-se de capacitores, os quais são carregados eletricamente pelo processo de indução.

Na natureza temos diferentes formas de energia que podem ser transformadas em outro tipo de energia, como exemplo, transformar energia elétrica em energia térmica, entre outras. Temos também a energia elétrica que pode ser armazenada em forma de energia potencial.

Esses dispositivos são muito comuns em nosso meio, pois estão presentes em vários aparelhos eletroeletrônicos, como exemplo nos televisores, flashes das máquinas fotográficas, entre outros. Além de ser utilizado no disparo de flashes, um capacitor tem várias outras aplicações, dentre elas podem-se citar:

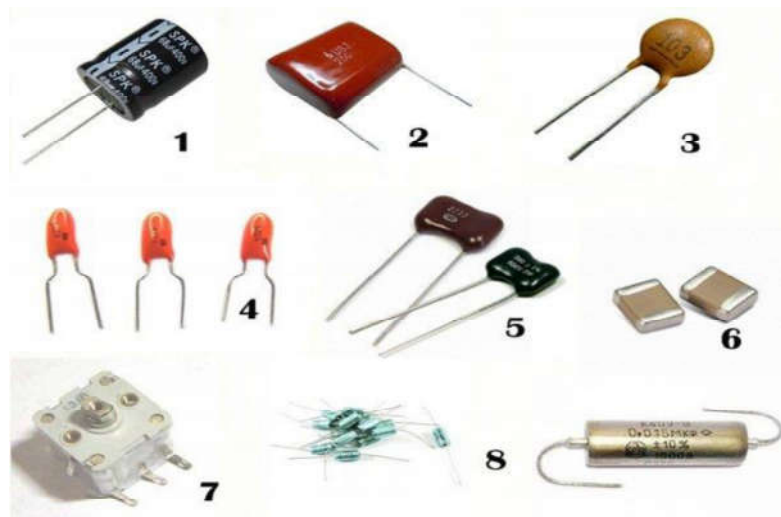
- Como sensores, e um exemplo são as telas touch screen capacitivas;
- Osciladores;
- Filtro de ruídos em sinais de energia;
- Divisor de frequência em sistemas de áudio;

- Armazenamento de carga elétrica em sistemas de flash de máquinas fotográficas, (como já foi citado);
- Sintonizador de rádios (capacitor variável);
- No start de motores de portão eletrônico (capacitor de partida);
- Em conjunto com transistores em memórias do tipo DRAM;
- Como baterias temporárias em som automotivo (mega-capacitores);
- Laser de alta potência (banco de capacitores);
- Radares (banco de capacitores);
- Aceleradores de partículas (banco de capacitores);
- Em fontes de alimentação, e muito mais;

Os capacitores podem ser planos ou cilíndricos, polarizados ou não polarizados, e quanto a seu material dielétrico pode ser classificado da seguinte forma:

Seguem na figura 5 alguns tipos de capacitores existentes no mercado, entre eles também alguns que não são mais comercializados.

**Figura 5** - Tipos de Capacitores



Fonte: mundoeletrica (*online*)

Como podemos perceber na figura 5, existem vários tipos de capacitores, para tanto é interessante saber um pouco mais de cada capacitor, pensando nesta ideia

segue abaixo alguns tipos de capacitores, explicando-os e informando onde geralmente é encontrado.

- **Capacitor Eletrolítico:** pode ser usado em circuitos de baixa e alta tensão dependendo do valor nominal, possuem uma boa variedade de capacitâncias e são polarizados.
- **Capacitor de Poliéster:** tem elevadas tolerâncias, podem trabalhar em temperaturas altas e tensões muito altas e tem um custo razoável.
- **Capacitor Cerâmico:** muito usado em circuitos devido ao seu tamanho diminuto, mas possuem baixas capacitâncias.
- **Capacitor de Tântalo:** são polarizados, como os eletrolíticos, mas possuem uma grande capacidade para o seu tamanho.
- **Capacitor de Mica:** tem alta qualidade e desempenho, mas baixa tolerância, e um custo um pouco elevado. Esse tipo de capacitor não é muito utilizado nos dias de hoje.
- **Capacitor SMD:** São muito pequenos, e podem ter o dielétrico de diversos materiais. Sua montagem em um circuito normalmente é feita por robôs, devido ao seu tamanho.
- **Capacitores de Vidro:** Usa o vidro como dielétrico. São caros, mas oferecem um excelente nível de desempenho e qualidade. Uma característica interessante é que esses capacitores são resistentes à radiação nuclear.
- **Capacitor Variável:** pode variar sua capacitância dentro de um intervalo definido, um uso comum desse tipo de capacitor é na sintonia de rádios.
- **Megacapacitor ou Supercapacitor:** São projetados para armazenar e descarregar grande quantidade de energia, como as baterias, só que sua carga e descarga de energia são mais rápidas do que de uma bateria. Suas

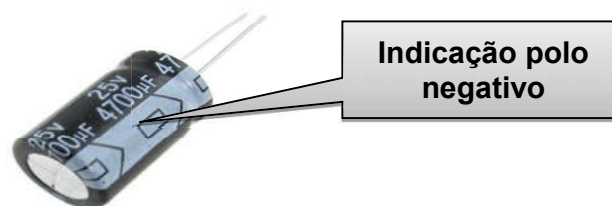


capacitâncias são altas, da ordem de Farads e na maioria dos casos trabalham com tensões altas.

- **Capacitor a Óleo:** Não é mais fabricado. O capacitor a óleo era muito utilizado em equipamentos valvulados, e onde era necessária alta isolação. Sua composição era de fitas de alumínio enroladas e isoladas com papel embebecido em óleo.

Para os capacitores polarizados como os eletrolíticos, que iremos trabalhar possuem uma marcação na lateral, indicando um polo negativo assim como mostra a figura 6.

**Figura 6** - Imagem de capacitores eletrolíticos polarizados



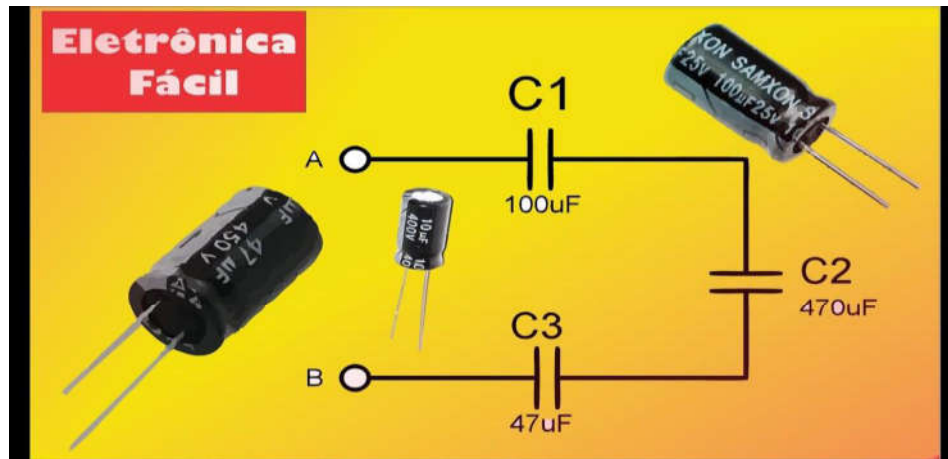
**Fonte:** huinfinito (*online*)

### 3.1.5 Associações de Capacitores em Série

Em uma associação, os capacitores são ligados de forma que a carga armazenada em cada um deles é a mesma e a tensão total aplicada aos capacitores se subdivide entre eles inversamente proporcional aos seus valores.

A figura 7 ilustra um exemplo de uma associação em série composta por três capacitores de valores diferentes, exemplificando assim um circuito em série.

Figura 7 - Imagem de uma associação de capacitores em série



Fonte: eletrônica fácil (online)

Citamos algumas características ou propriedades de uma associação em série:

- Na associação em série todos os capacitores apresentam a mesma carga.

$$E_{\text{fonte}} = V_{C1} + V_{C2} + V_{C3}$$

- Na associação em série, a tensão aplicada à associação é a soma das tensões dos capacitores associados.

$$E_1 = \frac{Q}{C_1} \quad E_2 = \frac{Q}{C_2} \quad E_3 = \frac{Q}{C_3}$$

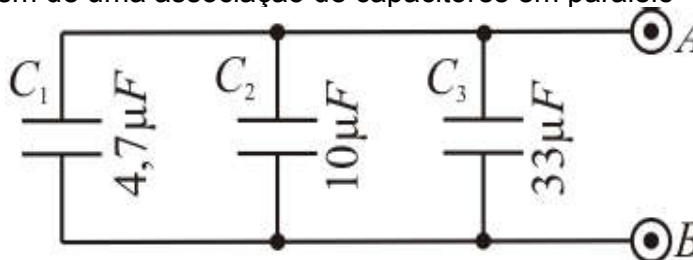
$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

### 3.1.6 Associações de Capacitores em Paralelo

Na associação em paralelo, os capacitores estão ligados de forma que a tensão total aplicada ao circuito é a mesma em todos os capacitores, e a carga do circuito se subdivide entre eles proporcionalmente aos valores dos capacitores.

A figura 8 ilustra um exemplo de uma associação em paralelo composta por três capacitores de valores diferentes, exemplificando assim um circuito em paralelo.

**Figura 8** - Imagem de uma associação de capacitores em paralelo



**Fonte:** obaricentrodamente (*online*)

Citamos algumas características ou propriedades de uma associação em paralelo:

Adaptando a Lei de Kirchhoff para a distribuição das cargas, a soma das cargas nos capacitores é igual à carga total fornecida pela fonte.

$$Q_{\text{fonte}} = Q_{C1} + Q_{C2} + Q_{C3}$$

- O resultado da carga dividido pela tensão corresponde a capacitância equivalente da associação em paralelo, isto é, a capacitância que a fonte de alimentação entende como sendo sua carga.

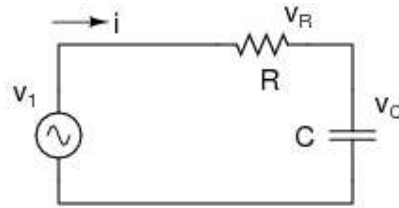
$$C_{\text{eq}} = C_1 + C_2 + C_3$$

### 3.1.7 Circuitos RC

O Circuito RC é um dos mais simples filtros eletrônicos, podendo dizer que é o conjunto de um resistor e um capacitor, alimentados por uma fonte de tensão. Os Circuitos RC são utilizados como temporizadores de sinais, controlando assim um determinado dispositivo permitindo ser acionado ou não. Sua capacidade de variar o tempo de sua carga depende da capacitância e da resistência empregados nos seus componentes RC.

Para o funcionamento de um circuito RC é necessário à combinação de dois elementos básicos, o resistor e o capacitor, componentes encontrados constantemente em circuitos.

A figura ilustra um circuito RC, possibilitando ao aluno analisar como é composto um circuito e como se comporta a tensão, onde tem dois componentes diferentes.

**Figura 9** - Imagem de Circuito RC em série

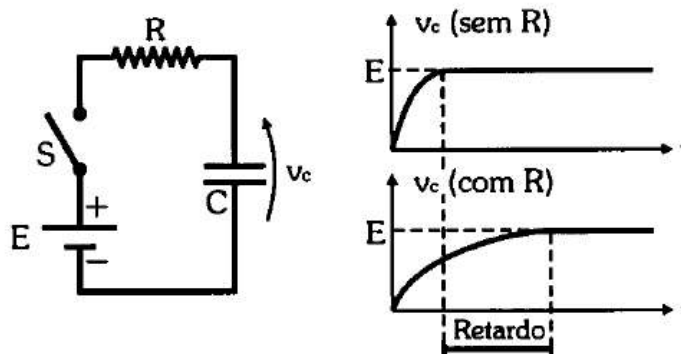
Fonte: infoescola(online)

### 3.1.8 Circuitos RC de Temporização

Um circuito temporizador é aquele que executa uma ação após o intervalo de tempo preestabelecido.

Analisaremos na figura 10 o comportamento de um circuito formado por um resistor e um capacitor ligado em série onde se estabelece uma relação entre os níveis de tensão e um intervalo de tempo definido pelos valores do resistor e capacitor.

**Constante de tempo:** O tempo de carga de um capacitor alimentado diretamente de uma fonte de tensão não é instantâneo, embora seja muito pequeno.

**Figura 10** - Imagem de Circuito RC de temporização em série

Fonte: MARKUS, O. (2001)

Ligando um resistor em série com um capacitor, pode-se retardar o tempo de carga, fazendo com que o tempo de tensão entre seus terminais aumente mais lentamente.

Analisando dimensionalmente o produto entre resistência e capacitância  $[R.C]$ , considerando as seguintes unidades de medida das grandezas envolvidas.

$$[R] = \Omega \text{ (ohm)} = V/A; \quad [C] = F \text{ (farad)} = C/V; \quad [I] = A \text{ (ampère)} = C/s$$

No entanto o produto  $R.C$  resulta na grandeza do tempo (segundo). Esse produto é denominado constante de tempo representado pela letra grega  $\tau$  (tau). Logo,

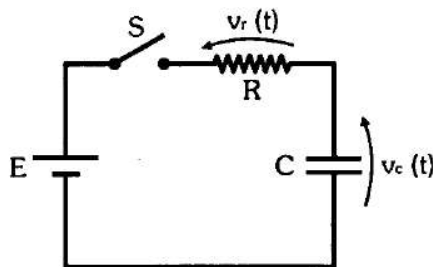
$$\tau = R.C$$

Em um circuito RC, quanto maior a constante de tempo, maior é o tempo necessário para que o capacitor se carregue.

### 3.1.9 Processo de Carga do Capacitor

Consideremos um circuito RC série, ligado a uma fonte de tensão contínua ( $E$ ) e uma chave ( $S$ ) aberta, com o capacitor completamente descarregado, conforme figura 11.

**Figura 11** - Imagem de um gráfico e comportamento da tensão no resistor -



Fonte: MARKUS, O. (2001)

Pela Lei de Kirchhoff para as tensões a equação geral desse circuito é fechada.

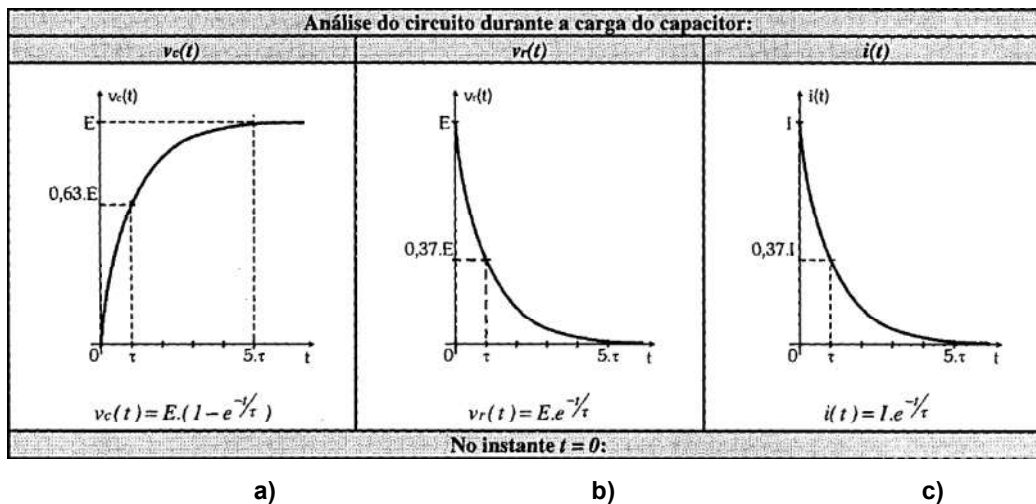
$$V_{c(t)} + V_{r(t)} = E$$

Logo a corrente que flui no circuito durante a carga do capacitor pode ser determinada aplicando a primeira Lei de Ohm no resistor  $R$ .

$$i(t) = \frac{V_r(t)}{R}$$

Ligando a Chave (S) no instante  $t = 0$ , observa-se que as tensões e a corrente do circuito resultam no seguinte gráfico e expressão, apresentados na figura 12.

**Figura 12 - a) Tensão no capacitor, b) Tensão no resistor, c) Corrente do circuito.**



Fonte: MARKUS, O. (2001)

**Tensão do Capacitor:** Conforme apresentado na figura 12-a a tensão ( $V_c$ ) no capacitor cresce exponencialmente desde (0) até a tensão  $E$ , quando sua carga é total. Portanto, a tensão no capacitor é uma exponencial crescente, que pode ser deduzida da equação geral do circuito. Pode então observar que o ( $V_c$ ) aumenta em função do aumento do ( $t$ ).

**Tensão do Resistor:** Conforme apresentado na figura 12-b a tensão ( $V_r$ ) cai exponencialmente de ( $E$ ) até zero, pois o capacitor descarregado comporta-se como um curto-circuito e totalmente carregado comporta-se como um circuito aberto. Pode então observar que o ( $V_r$ ) diminui em função do tempo ( $t$ ).

**Corrente no Circuito:** Conforme apresentado na figura 12-c a corrente ( $i$ ) inicia com um valor máximo quando o capacitor está descarregado (curto-circuito), caindo até zero quando o capacitor está totalmente carregado (circuito aberto). Podendo então se observar que a corrente diminui em função do tempo.

Analisando o circuito, conforme figura 13, durante a carga do capacitor temos que no  $t = 0$ , a tensão do capacitor é nula, a tensão no resistor e a corrente no circuito são máximas. Já para o  $t = 1s$ , a tensão no capacitor cresce até 63% da tensão da fonte, sendo que a tensão do resistor e a corrente no circuito caem 63%.

Analisando ainda o  $t = 5\tau$ , tem-se que a tensão no capacitor cresce até 99% da tensão da fonte, onde a tensão do resistor e a corrente no circuito caem 99%. Neste caso podemos considerar que o capacitor já se encontra totalmente carregado.

**Figura 13** - Imagem para análise de um circuito durante a carga de um capacitor

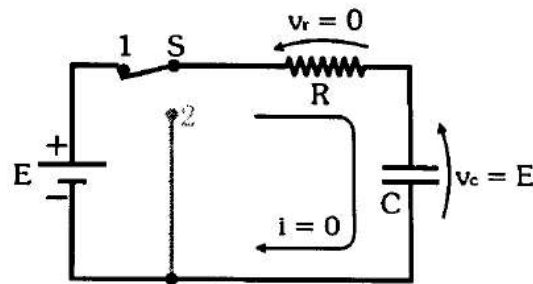
$v_c(0) = E.(1 - e^{0/\tau}) \Rightarrow$	$v_r(0) = E.e^{0/\tau} \Rightarrow$	$i(0) = I.e^{0/\tau} \Rightarrow$
$v_c(0) = E.(1 - e^0) = E.(1 - 1) \Rightarrow$	$v_r(0) = E.e^0 = E.I \Rightarrow$	$i(0) = I.e^0 = I.I \Rightarrow$
$v_c(0) = 0$	$v_r(0) = E$	$i(0) = I$
<b>Análise:</b> Em $t = 0$ , a tensão no capacitor é nula, a tensão no resistor é máxima e a corrente no circuito é máxima.		
<b>No instante <math>t = \tau</math>:</b>		
$v_c(\tau) = E.(1 - e^{-\tau/\tau}) \Rightarrow$	$v_r(\tau) = E.e^{-\tau/\tau} \Rightarrow$	$i(\tau) = I.e^{-\tau/\tau} \Rightarrow$
$v_c(\tau) = E.(1 - e^{-1}) = E.(1 - 0,37) \Rightarrow$	$v_r(\tau) = E.e^{-1} \Rightarrow$	$i(\tau) = I.e^{-1} \Rightarrow$
$v_c(\tau) = 0,63.E$	$v_r(\tau) = 0,37.E$	$i(\tau) = 0,37.I$
<b>Análise:</b> Em $t = \tau$ , a tensão no capacitor cresce até 63% da tensão da fonte ( $v_c = 0,63.E$ ), a tensão no resistor cai 63% ( $v_r = 0,37.E$ ) e a corrente no circuito cai 63% ( $i = 0,37.I$ ).		
<b>No instante <math>t = 5\tau</math>:</b>		
$v_c(5\tau) = E.(1 - e^{-5\tau/\tau}) \Rightarrow$	$v_r(5\tau) = E.e^{-5\tau/\tau} \Rightarrow$	$i(5\tau) = I.e^{-5\tau/\tau} \Rightarrow$
$v_c(5\tau) = E.(1 - e^{-5}) = E.(1 - 0,01) \Rightarrow$	$v_r(5\tau) = E.e^{-5} \Rightarrow$	$i(5\tau) = I.e^{-5} \Rightarrow$
$v_c(5\tau) = 0,99.E$	$v_r(5\tau) = 0,01.E$	$i(5\tau) = 0,01.I$
<b>Análise:</b> Em $t = 5\tau$ , a tensão no capacitor cresce até 99% da tensão da fonte ( $v_c = 0,99.E$ ), a tensão no resistor cai 99% ( $v_r = 0,01.E$ ) e a corrente no circuito cai 99% ( $i = 0,01.I$ ). Nesse caso, podemos considerar que o capacitor já se encontra totalmente carregado.		

Fonte: MARKUS, O. (2001)

### 3.1.10 Processo de Descarga do Capacitor

Consideremos um circuito RC série, ligado a uma fonte de tensão ( $E$ ) e a uma chave ( $S$ ) inicialmente na posição (1) com o capacitor já completamente carregado, conforme figura 14.

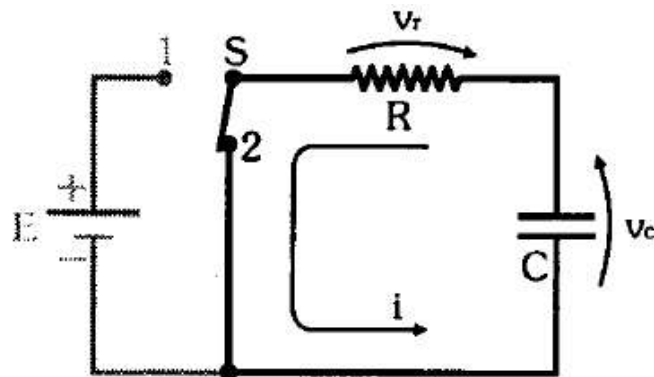
**Figura 14** - Imagem de Descarga do capacitor



**Fonte:** MARKUS, O. (2001)

Se mudarmos a chave (S) para a posição (2), conforme figura 15, no instante zero, a fonte de alimentação é desligada, ficando o circuito RC em curto. Assim o capacitor se descarrega sobre o resistor, de forma que sua tensão descreve uma curva exponencial decrescente. Nesse caso, o capacitor comporta-se como uma fonte de tensão, cuja capacidade de fornecimento de corrente é limitada pelo tempo de descarga.

**Figura 15** - Imagem de descarga de um capacitor

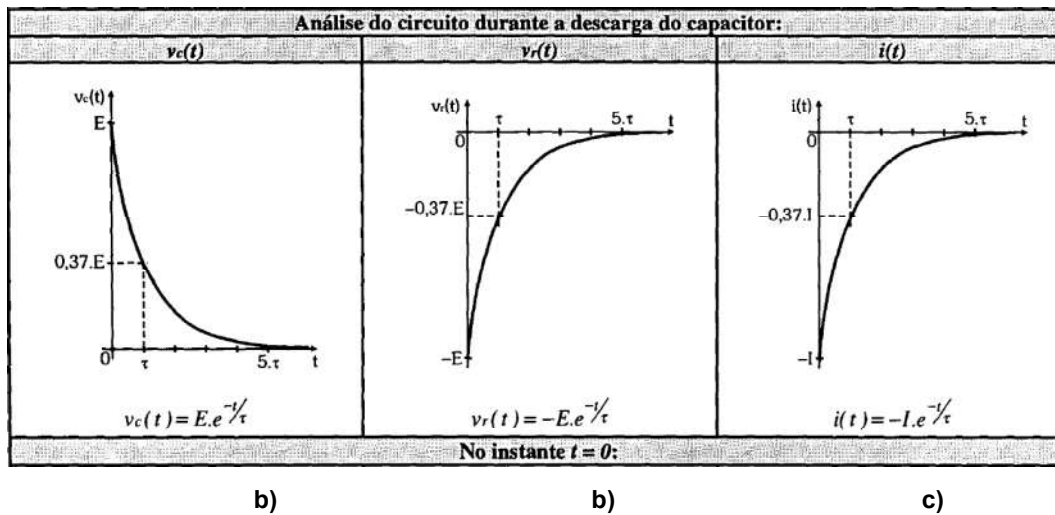


**Fonte:** MARKUS, O. (2001)

Na figura 16 podemos analisar o comportamento de um capacitor durante a sua descarga:



**Figura 16 - a) Tensão no capacitor, b) Tensão no resistor, c) Corrente do circuito.**



Fonte: MARKUS, O. (2001)

**Tensão no Capacitor:** Conforme apresentado na figura 16-a, a tensão  $V_c$  cai exponencialmente de  $E$  até zero.

**Tensão no Resistor:** Conforme apresentado na figura 16-b caso a tensão ( $V_r$ ) no resistor acompanha a corrente.

**Corrente no Circuito:** Conforme apresentado na figura 16-c a corrente ( $i$ ) flui agora no sentido contrario, descrevendo exponencialmente  $-I = -E/R$  até zero, devido à descarga do capacitor.

Analisando o circuito, conforme figura 17, durante a carga do capacitor temos que no  $t = 0$ , a tensão do capacitor, tensão no resistor e a corrente no circuito são máximas. Já para o  $t = 1s$ , a tensão no capacitor, tensão no resistor e a corrente no circuito caem 63%. Analisando ainda o  $t = 5s$ , a tensão no capacitor, tensão no resistor e a corrente no circuito caem 99%. Neste caso podemos considerar que o capacitor já se encontra totalmente descarregado.

**Figura 17** - Imagem para análise de um circuito durante a descarga de um capacitor

$v_c(0) = E.e^{0/\tau} \Rightarrow$	$v_r(0) = -E.e^{0/\tau} \Rightarrow$	$i(0) = -I.e^{0/\tau} \Rightarrow$
$v_c(0) = E.e^0 = E.I \Rightarrow$	$v_r(0) = -E.e^0 = -E.I \Rightarrow$	$i(0) = -I.e^0 = -I.I \Rightarrow$
$v_c(0) = E$	$v_r(0) = -E$	$i(0) = -I$
<b>Análise:</b> Em $t = 0$ , as tensões no capacitor e no resistor e a corrente no circuito são máximas.		
<b>No instante <math>t = \tau</math>:</b>		
$v_c(\tau) = E.e^{-\tau/\tau} \Rightarrow$	$v_r(\tau) = -E.e^{-\tau/\tau} \Rightarrow$	$i(\tau) = -I.e^{-\tau/\tau} \Rightarrow$
$v_c(\tau) = E.e^{-1} \Rightarrow$	$v_r(\tau) = -E.e^{-1} \Rightarrow$	$i(\tau) = -I.e^{-1} \Rightarrow$
$v_c(\tau) = 0,37.E$	$v_r(\tau) = -0,37.E$	$i(\tau) = -0,37.I$
<b>Análise:</b> Em $t = \tau$ , a tensão no capacitor cai 63% ( $v_c = 0,37.E$ ), a tensão no resistor cai 63% ( $v_r = -0,37.E$ ) e a corrente no circuito cai 63% ( $i = -0,37.I$ ).		
<b>No instante <math>t = 5.\tau</math>:</b>		
$v_c(5.\tau) = E.e^{-5.\tau/\tau} \Rightarrow$	$v_r(5.\tau) = -E.e^{-5.\tau/\tau} \Rightarrow$	$i(5.\tau) = -I.e^{-5.\tau/\tau} \Rightarrow$
$v_c(5.\tau) = E.e^{-5} \Rightarrow$	$v_r(5.\tau) = -E.e^{-5} \Rightarrow$	$i(5.\tau) = -I.e^{-5} \Rightarrow$
$v_c(5.\tau) = 0,01.E$	$v_r(5.\tau) = -0,01.E$	$i(5.\tau) = -0,01.I$
<b>Análise:</b> Em $t = 5.\tau$ , a tensão no capacitor cai 99% ( $v_c = 0,01.E$ ), a tensão no resistor cai 99% ( $v_r = -0,01.E$ ) e a corrente no circuito cai 99% ( $i = -0,01.I$ ). Nesse caso, podemos considerar que o capacitor já se encontra totalmente descarregado.		

Fonte: MARKUS, O. (2001)

#### **4. ATIVIDADES PRÁTICAS**

As atividades práticas aqui propostas têm por objetivo relacionar o conteúdo teórico trabalhado até o momento com a prática utilizando o kit didático experimental.

O kit experimental será a ferramenta de suma importância para o desenvolvimento das atividades, onde foi procurado montar essas praticas facilitando o máximo possível o entendimento para o aluno, fazendo com que o educando sinta-se estimulado a desenvolver essas atividades.

### **Prática 1: Leitura da resistência elétrica de um resistor**

#### **Objetivo:**

Fazer a leitura do valor nominal da resistência elétrica de cada resistor utilizando a tabela de código de cores.

#### **Materiais utilizados:**

06 resistores com valores diversos;

#### **Procedimento:**

Com o auxílio da tabela de código de cores faça a leitura da resistência elétrica de cada resistor e anote na tabela 01, assim como apresentado no exemplo na primeira linha da tabela.

**Tabela 01 – Valores lidos**

<b>Resistor</b>	<b>1ª Cor</b>	<b>2ª Cor</b>	<b>3ª Cor</b>	<b>4ª Cor</b>	<b>Valor Nominal</b>	<b>Valor Nominal (utilizando o múltiplo)</b>
<b>R<sub>exemplo</sub></b>	Amarelo	Violeta	Laranja	Prata	47000 +/- 10%	47 kΩ
<b>R<sub>1</sub></b>						
<b>R<sub>2</sub></b>						
<b>R<sub>3</sub></b>						
<b>R<sub>4</sub></b>						
<b>R<sub>5</sub></b>						
<b>R<sub>6</sub></b>						

**Vamos praticar:**

De acordo com o código de cores complete o quadro abaixo com as cores correspondentes as faixas que representam o valor da resistência e a tolerância.

<b>Resistência</b>	<b>Tolerância</b>	<b>1ª Faixa</b>	<b>2ª Faixa</b>	<b>3ª Faixa</b>	<b>4ª Faixa</b>
<b>3300 <math>\Omega</math></b>	<b><math>\pm 10\%</math></b>				
<b>470 <math>\Omega</math></b>	<b><math>\pm 5\%</math></b>				
<b>5600 <math>\Omega</math></b>	<b><math>\pm 10\%</math></b>				

## Prática 2: Medição da resistência elétrica de um resistor

### Objetivo

Fazer a medição do valor da resistência elétrica de cada resistor utilizando para isso o ohmímetro na escala adequada.

### Materiais utilizados

01 Multímetro

Resistores: 1 kΩ; 4,7 kΩ; 10 kΩ; 56 kΩ; 680 Ω; 1,0 MΩ.

### Procedimentos

1. Medir cada resistor e anote na tabela 01, os valores medidos ( $V_m$ ) e os valores nominais ( $V_n$ ).
2. Leia e anote para cada resistor sua tolerância.

**Tabela 1 – Valores lidos e medidos dos resistores**

Valor Nominal ( $V_n$ )	Tolerância	Valor Medido ( $V_m$ )	$\Delta R \%$
1 kΩ	$\pm 10\%$		
4,7 kΩ			
10 kΩ			
56 kΩ			
680 Ω			
1,0 MΩ			

3. Agora é hora de comparar os valores medidos com os valores nominais, com o intuito de verificar se o valor medido está dentro da tolerância permitida pelo fabricante, para isso calcule o desvio percentual ( $\Delta R\%$ ) e anote na tabela 01 acima.

$$\Delta R\% = \frac{|V_n - V_m|}{V_n} \cdot 100$$

**Esse desvio encontrado deve sempre ser menor ou igual à tolerância permitida pelo fabricante.**

### Prática 3: Associação de dois resistores em série

#### Objetivos

- Reconhecer, e montar uma associação de dois resistores em série;
- Determinar a resistência equivalente de uma associação em série de dois resistores;

#### Materiais utilizados

01 multímetro

Pontas de Prova

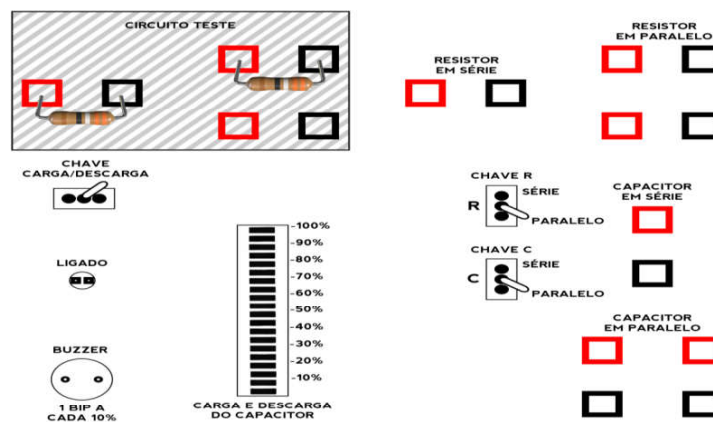
Resistores: 1 k $\Omega$ ; 4,7 k $\Omega$ ; 10 k $\Omega$ ; 56 k $\Omega$ ; 680  $\Omega$ ; 1,0 M $\Omega$ .

Kit experimental

#### Procedimento

1. Monte o circuito da figura abaixo e mantenha o kit experimental desconectado da fonte de alimentação.

**Figura 01** - Associação de dois resistores em série



Fonte: Autoria própria

2. Coloque o multímetro na escala ohms e faça a medida dos resistores  $R_1$  e  $R_2$ , registrando os valores experimentais na tabela 01.
3. Utilizando o código de cores faça a leitura do valor teórico de cada resistor e anote na tabela 01.

Tabela 1 – Valores lidos e medidos experimentalmente

RESISTORES	VALOR TEÓRICO	VALOR EXPERIMENTAL
R <sub>1</sub>		
R <sub>2</sub>		

4. Calcule o valor da resistência equivalente entre as extremidades, utilizando dos valores teóricos da tabela 01.

$$R_T = R_1 + R_2$$

**Equação para calcular a resistência equivalente em uma associação em série com dois resistores.**

$$R_T = \text{_____} + \text{_____}$$

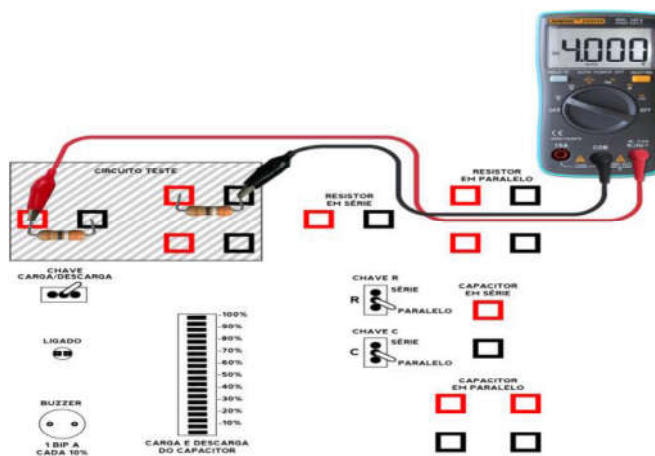
$$R_T = \text{_____}$$

Tabela 02: Resistência equivalente

R <sub>Eq</sub> Calculada	R <sub>Eq</sub> Medida

5. Coloque o multímetro na escala ohms, conforme figura abaixo e faça a medida da resistência equivalente do circuito, anotando seu valor medido na tabela 02.

Figura 02 - Associação de dois resistores em série



Fonte: Autoria própria



## Prática 4: Associação de dois resistores em série

### Objetivo

Verificar experimentalmente que a tensão na fonte se divide proporcionalmente nos resistores.

### Materiais utilizados

01 multímetro

Pontas de Prova

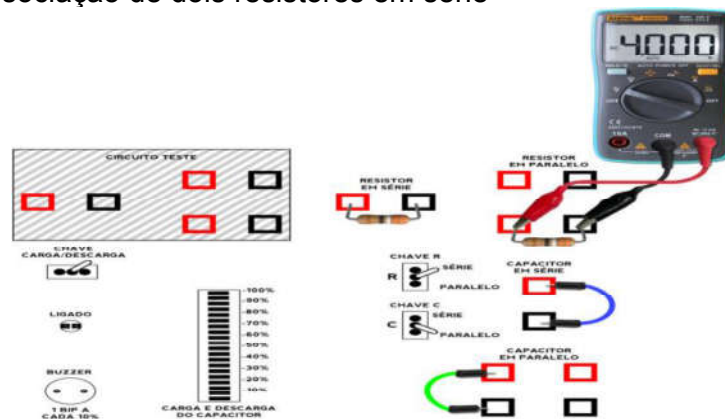
Resistores: 1 k $\Omega$ ; 4,7 k $\Omega$ ; 10 k $\Omega$ ; 56 k $\Omega$ ; 680  $\Omega$ ; 1,0 M $\Omega$ .

Kit experimental

### Procedimento

1. Monte o circuito da figura abaixo e faça a conexão do kit experimental na fonte de alimentação.

**Figura 01** - Associação de dois resistores em série



Fonte: Autoria própria

2. Regule o multímetro para a escala de tensão contínua;
3. Coloque a chave R na posição série e a chave C na posição paralelo.
4. Com o voltímetro conectado em paralelo faça a medida da tensão no resistor  $R_1$ , em seguida faça a medida da tensão no  $R_2$ , registrando os valores na tabela 01 abaixo.

**Tabela 01:** Valor do resistor e tensão

RESISTOR	VALOR	TENSÃO	VALOR
$R_1$		$U_1$	
$R_2$		$U_2$	

5. Faça a soma das tensões  $U_1$  e  $U_2$  registradas na tabela 01:

$U_T = U_1 + U_2$	$U_T = \underline{\quad} + \underline{\quad}$	$U_T = \underline{\quad}$
-------------------	---	---------------------------

6. Compare o resultado obtido no item 5 com a tensão total fornecida ao circuito.

7. Qual conclusão é possível tirar a respeito da tensão em um circuito em série?

---



---



---

8. A Lei de Ohm é dada por  $U_T = R \cdot i$ , onde U é a tensão, R é a resistência e i é a corrente elétrica. Aplique a Lei de Ohm para cada um dos resistores e determine as correntes nos resistores  $R_1$  e  $R_2$ .

$i_1 = \frac{U_1}{R_1}$	$i_1 = \underline{\quad}$	$i_1 = \underline{\quad} A$
$i_2 = \frac{U_2}{R_2}$	$i_2 = \underline{\quad}$	$i_2 = \underline{\quad} A$

9. Compare os valores obtidos para as correntes nos resistores  $R_1$  e  $R_2$  e em seguida responda que conclusão é possível tirar a respeito da corrente em um circuito em série?

---



---



---

## Prática 5: Associação de dois resistores em paralelo

### Objetivos

- Reconhecer, e montar uma associação de dois resistores em paralelo;
- Determinar o resistor equivalente de uma associação em paralelo de dois resistores;

### Materiais utilizados

01 multímetro

Pontas de Prova

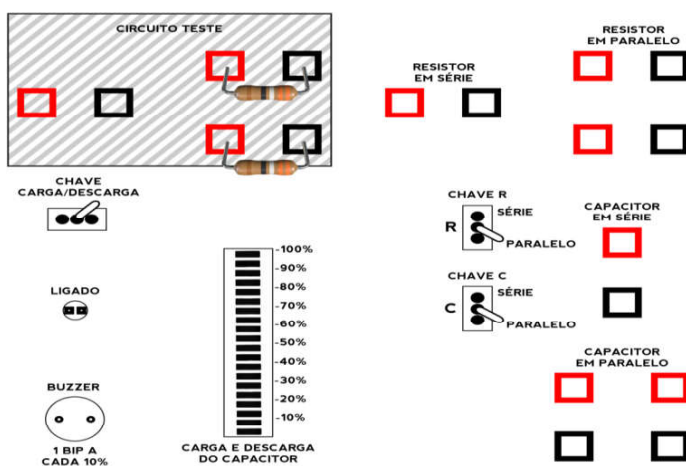
Resistores: 1 k $\Omega$ ; 4,7 k $\Omega$ ; 10 k $\Omega$ ; 56 k $\Omega$ ; 680  $\Omega$ ; 1,0 M $\Omega$ .

Kit experimental

### Procedimento

1. Monte o circuito da figura abaixo e mantenha o kit experimental desconectado da fonte de alimentação.

**Figura 01** - Associação de dois resistores em paralelo



**Fonte:** Autoria própria

2. Coloque o multímetro na escala ohms e faça a medida dos resistores  $R_1$  e  $R_2$ , registrando os valores experimentais na tabela 01.

3. Utilizando o código de cores faça a leitura do valor teórico de cada resistor e anote na tabela 01.

**Tabela 1 – Valores lidos e medidos experimentalmente**

RESISTORES	VALOR TEÓRICO	VALOR EXPERIMENTAL
R <sub>1</sub>		
R <sub>2</sub>		

4. Calcule o valor da resistência equivalente entre seus pontos extremos?

$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

**Equação para calcular uma resistência equivalente em uma associação de dois resistores em paralelo.**

$$R_{eq} = \text{-----}$$

$$R_{eq} = \text{-----}$$

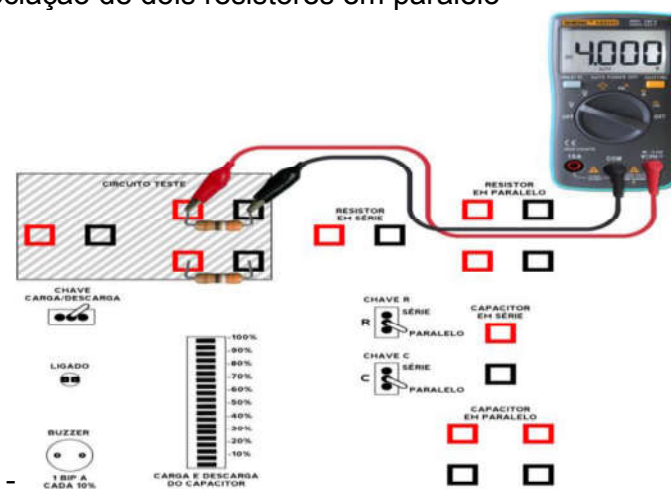
$$R_{eq} = \text{_____}$$

**Tabela 02: Resistência equivalente**

R <sub>Eq</sub> Calculada	R <sub>Eq</sub> Medida

5. Coloque o multímetro na escala ohms, conforme figura abaixo e faça a medida da resistência equivalente do circuito, anotando seu valor medido na tabela 02.

**Figura 01 - Associação de dois resistores em paralelo**



Fonte: Autoria própria

## Prática 6: Associação de dois resistores em paralelo

### Objetivo

Verificar experimentalmente que a tensão nos resistores associados em paralelo é a mesma da fonte.

### Materiais utilizados

01 multímetro

Pontas de Prova

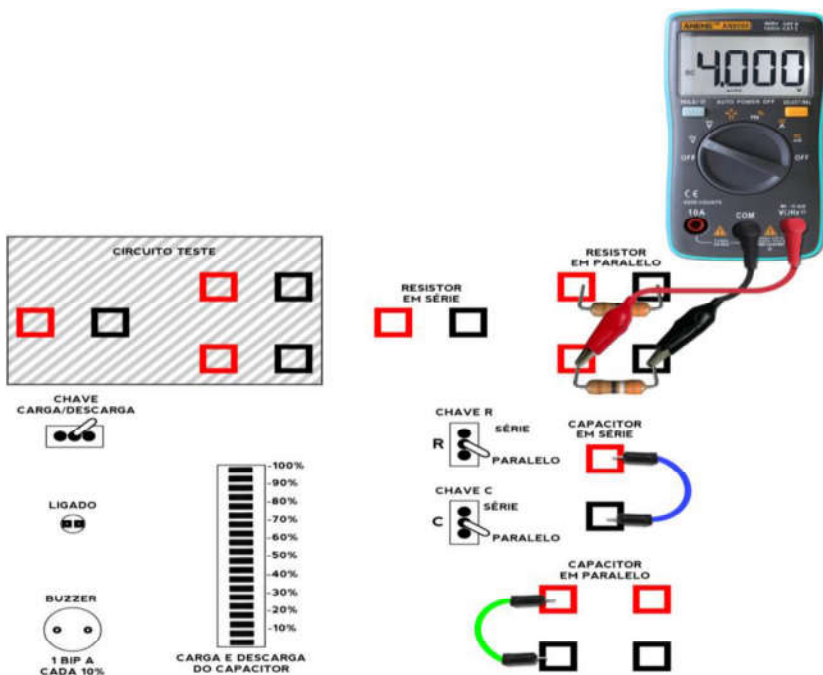
Resistores: 1 k $\Omega$ ; 4,7 k $\Omega$ ; 10 k $\Omega$ ; 56 k $\Omega$ ; 680  $\Omega$ ; 1,0 M $\Omega$ .

Kit experimental

### Procedimento

1. Monte o circuito da figura abaixo e faça a conexão do kit experimental na fonte de alimentação.

**Figura 01** - Associação de dois resistores em paralelo



Fonte: Autoria própria

2. Regule o multímetro para a escala de tensão contínua;

3. Coloque a chave **R** na posição paralelo, mantendo a chave **C** na posição paralelo.
4. Com o voltímetro conectado em paralelo faça a medida da tensão no resistor **R<sub>1</sub>**, em seguida faça a medida da tensão no **R<sub>2</sub>**, registrando os valores na tabela 01 abaixo.

**Tabela 01: Valor do resistor e tensão**

RESISTOR	VALOR	TENSÃO	VALOR
<b>R<sub>1</sub></b>		<b>U<sub>1</sub></b>	
<b>R<sub>2</sub></b>		<b>U<sub>2</sub></b>	

5. Faça a soma das tensões  $U_1$  e  $U_2$  registradas na tabela 01:

$U_T = U_1 + U_2$	$U_T = \underline{\quad} + \underline{\quad}$	$U_T = \underline{\quad}$
-------------------	---	---------------------------

6. Compare o resultado obtido no item 5 com a tensão total fornecida ao circuito.
7. Qual conclusão é possível tirar a respeito da tensão em um circuito em paralelo?

---



---



---

8. A Lei de Ohm é dada por  $U_T = R \cdot i$ , onde  $U$  é a tensão,  $R$  é a resistência e  $i$  é a corrente elétrica. Aplique a Lei de Ohm para cada um dos resistores e determine as correntes nos resistores  $R_1$  e  $R_2$ .

$i_1 = \frac{U_1}{R_1}$	$i_1 = \underline{\quad}$	$i_1 = \underline{\quad} \text{A}$
$i_2 = \frac{U_2}{R_2}$	$i_2 = \underline{\quad}$	$i_2 = \underline{\quad} \text{A}$

9. Compare os valores obtidos para as correntes nos resistores  $R_1$  e  $R_2$  e em seguida responda que conclusão é possível tirar a respeito da corrente em um circuito em paralelo?

---



---



---

## Prática 7: Associação de dois capacitores em série

### Objetivos

- Reconhecer, e montar uma associação de dois capacitores em série;
- Determinar o capacitor equivalente de uma associação em série de capacitores;

### Materiais utilizados

01 multímetro

Pontas de Prova

Capacitores: 2,2  $\mu\text{F}$ ; 4,7  $\mu\text{F}$ ; 10  $\mu\text{F}$ ; 33  $\mu\text{F}$ ; 47  $\mu\text{F}$ .

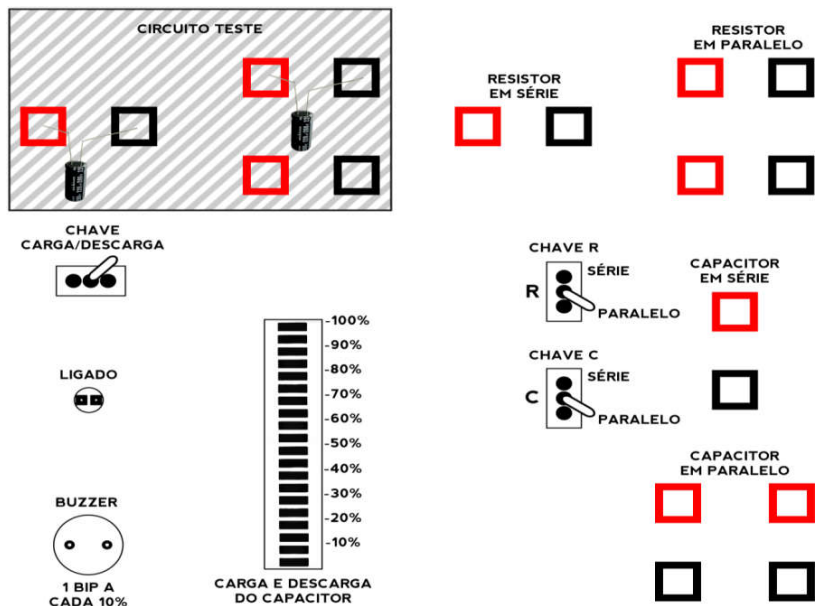
Kit experimental

***O multímetro que compõe o kit experimental faz a leitura de capacitores até 100 $\mu\text{F}$ , portanto é necessário utilizar de capacitores dentro desse valor de range.***

### Procedimento

1. Monte o circuito representado abaixo.

**Figura 01** - Associação de dois capacitores em série



Fonte: Autoria própria

2. Calcule o valor da capacitância equivalente entre as extremidades do circuito.

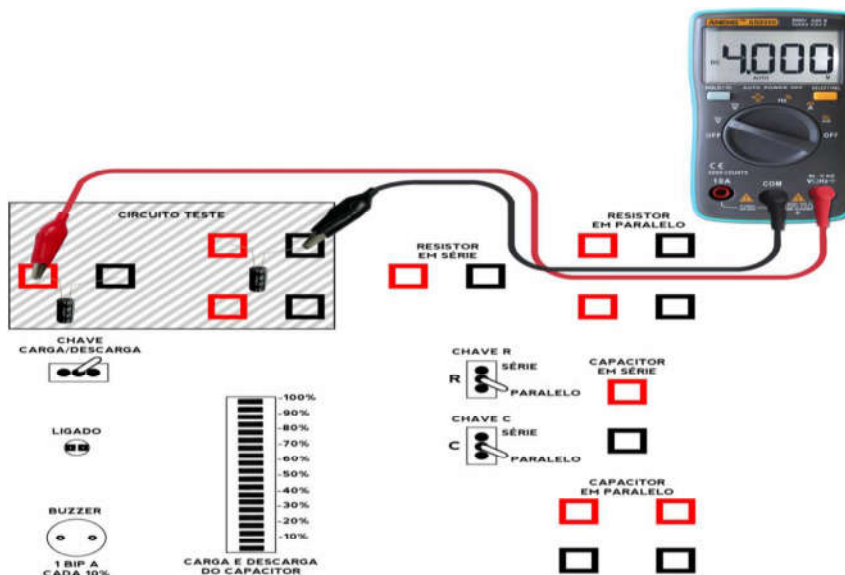
$$C_{eq} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

***Equação para calcular a capacitância equivalente em uma associação em série de dois capacitores.***

$C_{eq} = \text{-----}$                        $C_{eq} = \text{-----}$                        $C_{eq} = \underline{\hspace{2cm}}$

3. Conecte o multímetro, devidamente ajustado para a escala de Faraday, nas extremidades do circuito, faça a leitura e anote o valor na tabela 1.

**Figura 01** - Associação de dois capacitores em série



Fonte: Autoria própria

**Tabela 1 – Capacitância equivalente**

$C_{Eq}$ Calculada	$C_{Eq}$ Medida

4. Compare o valor calculado com o valor medido no capacitímetro e descreva o que pode ser observado.

---



---



---



## Prática 8: Associação de dois capacitores em paralelo

### Objetivos

- Reconhecer, e montar uma associação de dois capacitores em paralelo;
- Determinar o capacitor equivalente de uma associação em paralelo de dois capacitores;

### Materiais utilizados

01 multímetro

Pontas de Prova

Capacitores: 2,2  $\mu\text{F}$ ; 4,7  $\mu\text{F}$ ; 10  $\mu\text{F}$ ; 33  $\mu\text{F}$ ; 47  $\mu\text{F}$ .

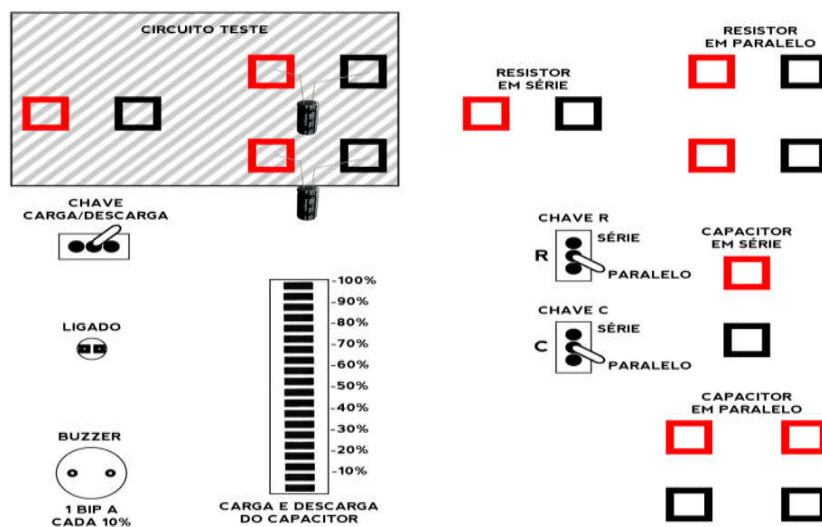
Kit experimental

*O multímetro que compõe o kit experimental faz a leitura de capacitores até 100 $\mu\text{F}$ , portanto é necessário utilizar de capacitores dentro desse valor de range.*

### Procedimento

1. Monte o circuito representado abaixo.

**Figura 01** - Associação de dois capacitores em paralelo



Fonte: Autoria própria

2. Calcule o valor da capacitância equivalente entre as extremidades do circuito.

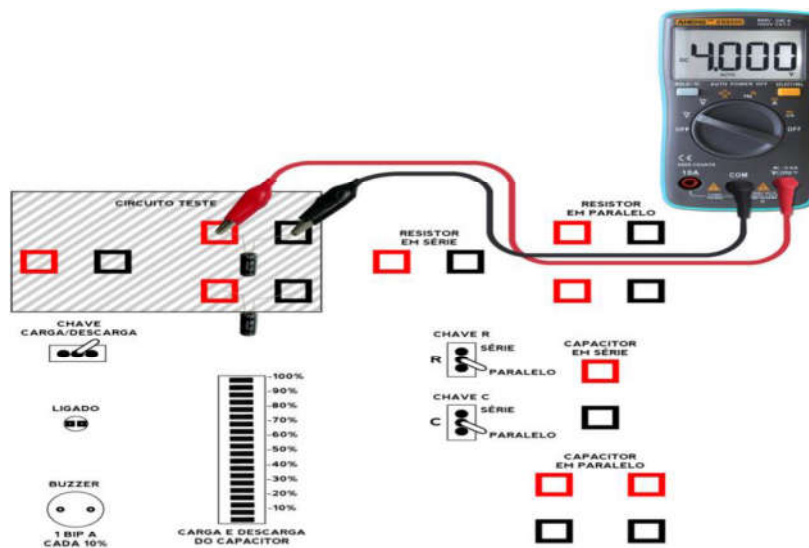
$$C_{eq} = C_1 + C_2$$

Equação para calcular a capacitância equivalente em uma associação em paralelo de dois capacitores.

$$C_{eq} = \underline{\hspace{2cm}} + \underline{\hspace{2cm}} \quad C_{eq} = \underline{\hspace{2cm}}$$

3. Conecte o multímetro, devidamente ajustado para a escala de Farad, nas extremidades do circuito, faça a leitura e anote o valor na tabela 1.

**Figura 02** - Associação de dois capacitores em paralelo



Fonte: Autoria própria

**Tabela 1 – Capacitância equivalente**

$C_{Eq}$ Calculada	$C_{Eq}$ Medida

4. Compare os valores calculados com os valores medidos com o capacitômetro e descreva o que pode ser observado.



## Prática 9: Circuito RC - série

### Objetivos

- Reconhecer, e montar um circuito em série de um resistor e um capacitor;
- Determinar as variáveis que influenciam no tempo de carga e descarga de um capacitor quando ligado em série com um resistor;

### Materiais utilizados

Resistores: 1 k $\Omega$ ; 4,7 k $\Omega$ ; 10 k $\Omega$ ; 56 k $\Omega$ ; 680  $\Omega$ ; 1,0 M $\Omega$ .

Capacitores: 2,2  $\mu$ F; 4,7  $\mu$ F; 10  $\mu$ F; 33  $\mu$ F; 47  $\mu$ F.

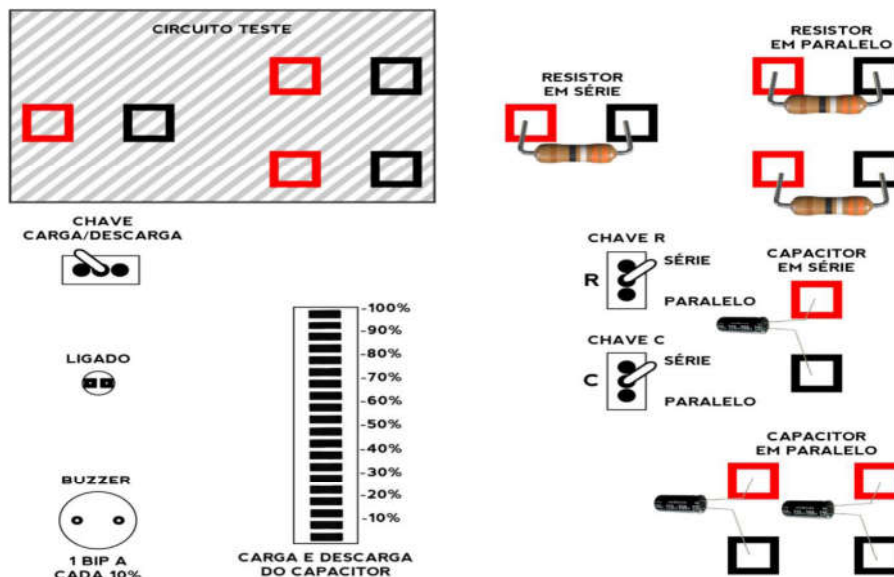
Kit experimental

**Atenção: Ao conectar os capacitores, sempre o lado negativo (sinalizado pela barra branca) no lado negativo do circuito (conector preto). Risco de acidentes!!!**

### Procedimentos

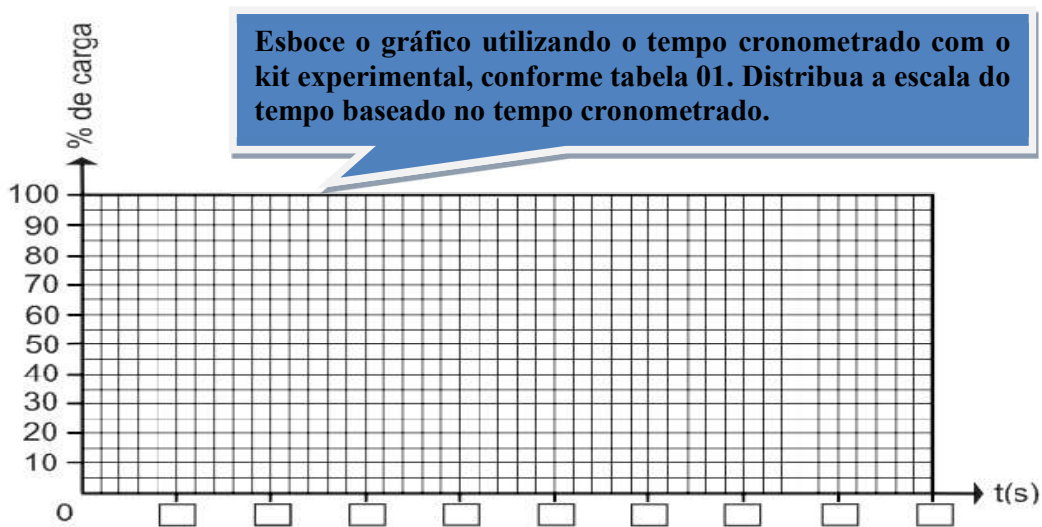
1. Monte o circuito, seguindo as instruções abaixo:
  - a) A chave **S** deve estar na posição **carga**;
  - b) A chave **R** deve estar na posição **série**;
  - c) A chave **C** deve estar na posição **série**.

**Figura 01 - Circuito RC em série**



Fonte: Autoria própria

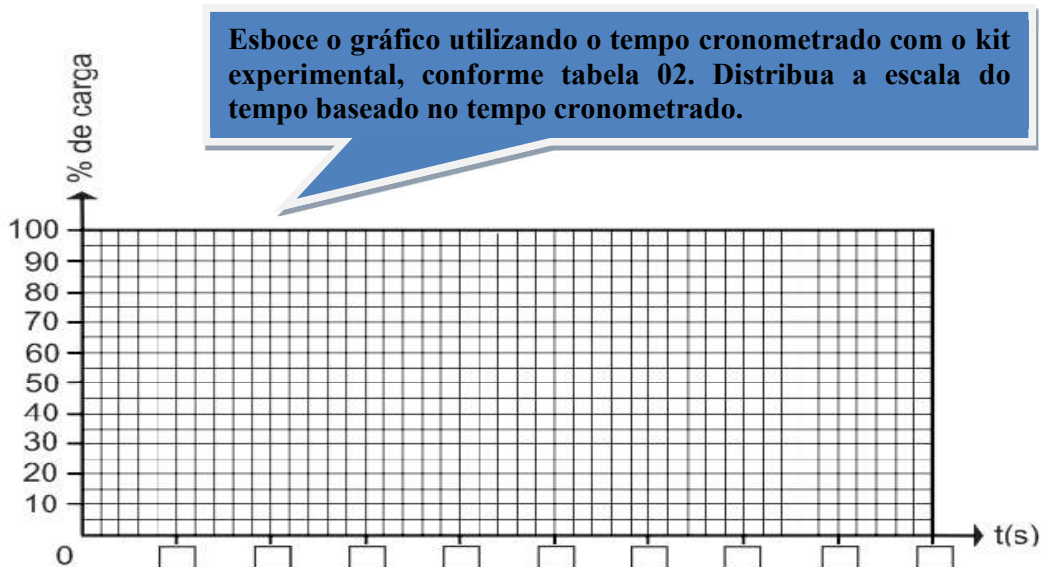




5. Utilizando dois resistores e dois capacitores, com valores respectivos,  $R_1 = 1,0 \text{ M}\Omega$ ,  $R_2 = 1,0 \text{ M}\Omega$ ,  $C_1 = 10 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_2 = 10 \text{ }\mu\text{F}$ , colocados em série no circuito, faça a medida do tempo para cada 10% de descarga até atingir 0%, conforme tabela 02.

**Tabela 02: Tabela % de descarga x tempo(s)**

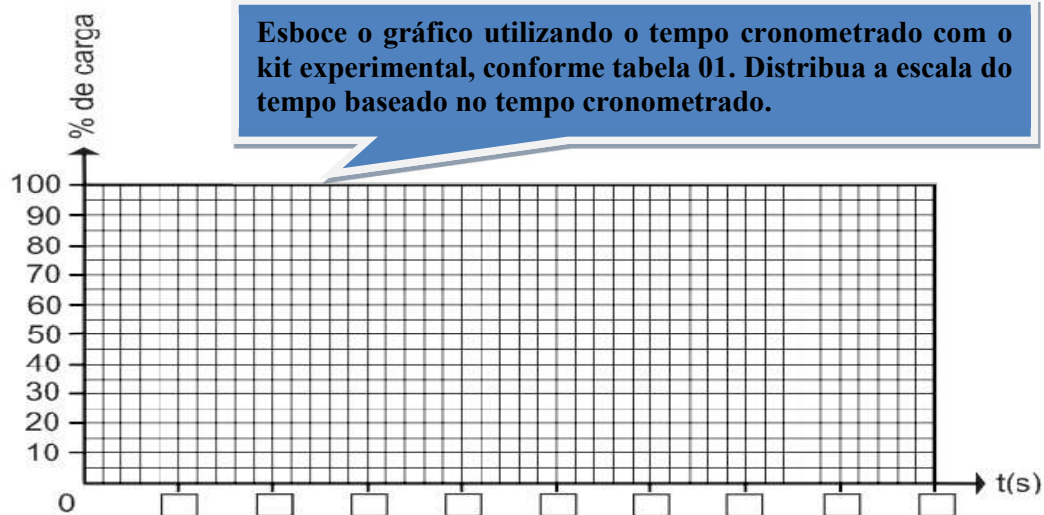
% de descarga	100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%
Tempo (s)										



6. Utilizando dois resistores e dois capacitores, com valores respectivos  $R_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $R_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $C_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $C_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ , colocados em série no circuito, faça a medida do tempo para cada 10% de carga até atingir 100%, conforme tabela 03.

**Tabela 03: Tabela % de carga x tempo(s)**

% de carga	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Tempo (s)										

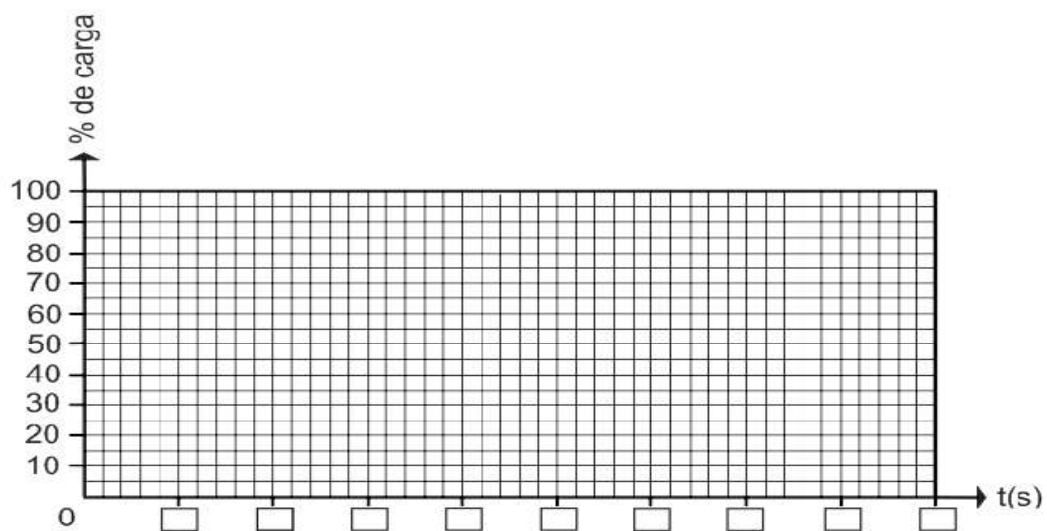


7. Utilizando dois resistores e dois capacitores, com valores respectivos,  $R_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $R_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $C_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $C_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ , colocados em série no circuito, faça a medida do tempo para cada 10% de descarga até atingir 0%, conforme tabela 04.

**Tabela 04: Tabela % de descarga x tempo(s)**

% de descarga	100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%
Tempo (s)										

Esboce o gráfico utilizando o tempo cronometrado com o kit experimental, conforme tabela 02. Distribua a escala do tempo baseado no tempo cronometrado.



8. Compare as tabelas 01 e 02, cujos valores de resistores e capacitores já indicados, com as tabelas 03 e 04, onde o aluno escolhera de forma aleatória outros valores. Após a comparação das tabelas descreva quais os fatores que influenciaram no processo de carga do capacitor?

---

---

---

---

---

---

---

---



## Prática 10: Circuito RC com resistores em paralelo e capacitores e paralelo

### Objetivos

- Reconhecer, e montar um circuito em paralelo de um resistor e um capacitor;
- Determinar as variáveis que influenciam no tempo de carga e descarga de um capacitor quando ligado em paralelo com um resistor;

### Materiais utilizados

Resistores: 1 k $\Omega$ ; 4,7 k $\Omega$ ; 10 k $\Omega$ ; 56 k $\Omega$ ; 680  $\Omega$ ; 1,0 M $\Omega$ .

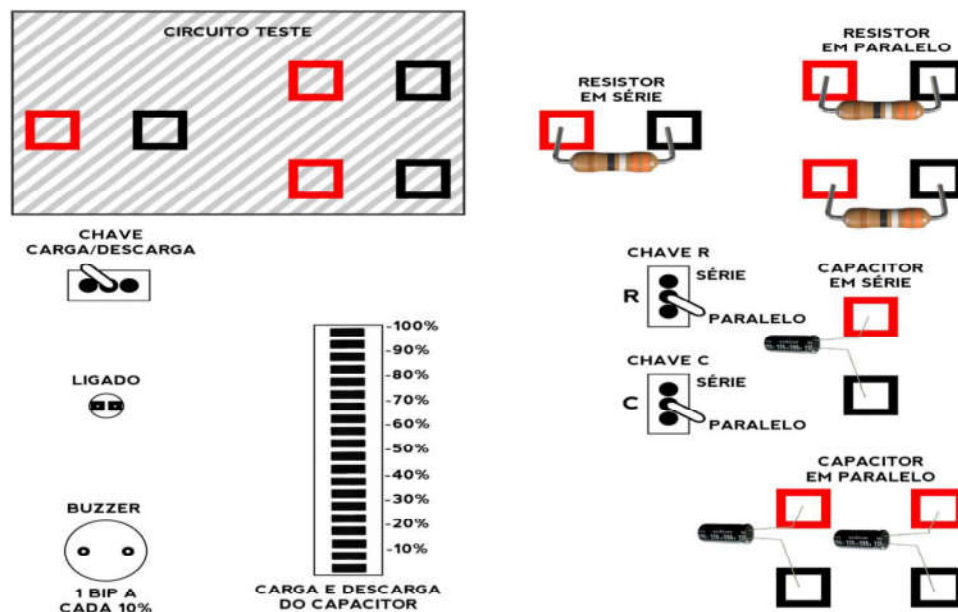
Capacitores: 2,2  $\mu$ F; 4,7  $\mu$ F; 10  $\mu$ F; 33  $\mu$ F; 47  $\mu$ F.

Kit experimental

### Procedimentos

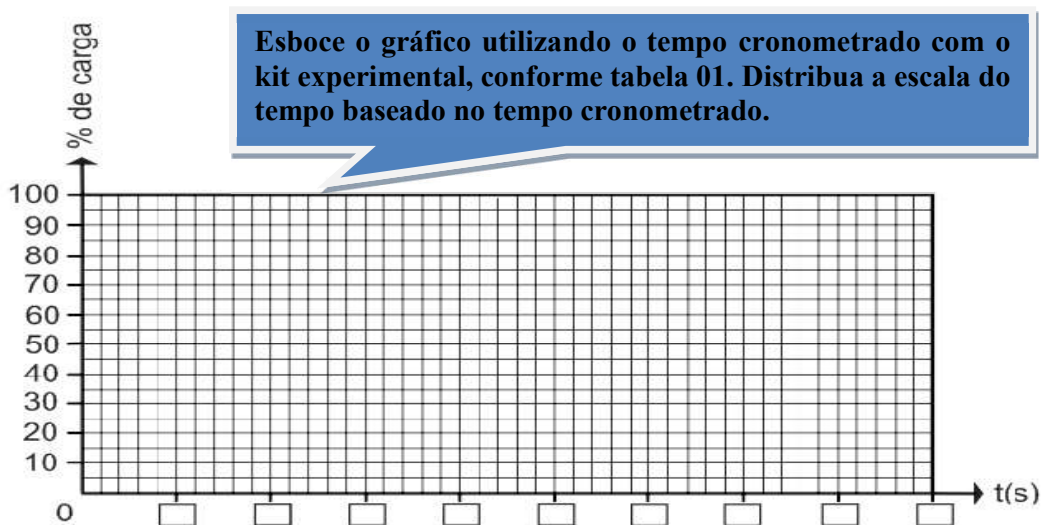
1. Monte o circuito, seguindo as instruções abaixo:
  - a) A chave **S** deve estar na posição **carga**;
  - b) A chave **R** deve estar na posição **paralelo**;
  - c) A chave **C** deve estar na posição **paralelo**.

**Figura 01** - Circuito RC com resistores em paralelo e capacitores e paralelo



Fonte: Autoria própria

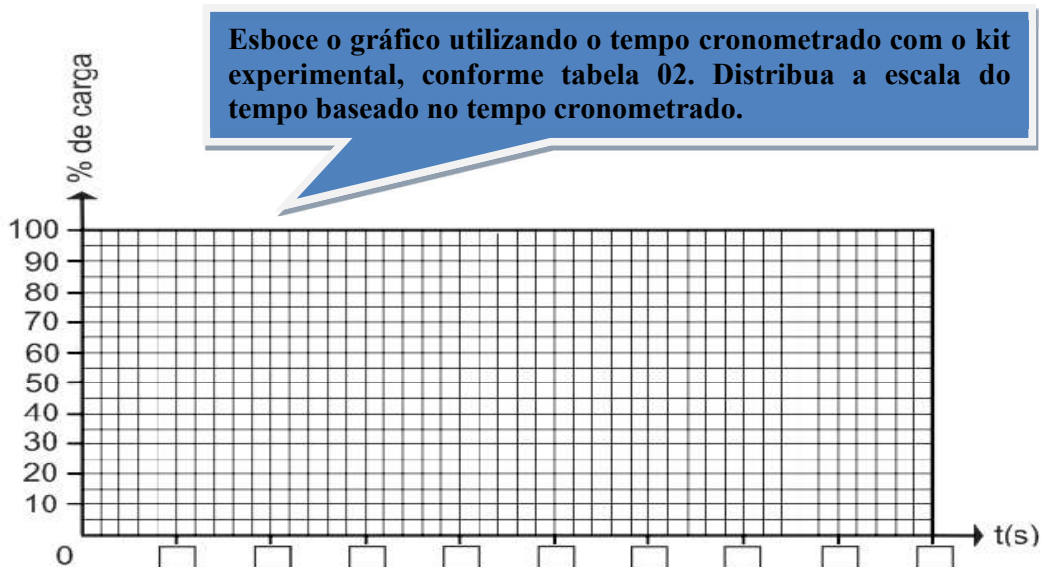




5. Utilizando dois resistores e dois capacitores, com valores respectivos,  $R_1 = 1,0 \text{ M}\Omega$ ,  $R_2 = 1,0 \text{ M}\Omega$ ,  $C_1 = 10 \text{ }\mu\text{F}$ ,  $C_2 = 10 \text{ }\mu\text{F}$ , colocados em paralelo no circuito, faça a medida do tempo para cada 10% de descarga até atingir 0%, conforme tabela 02.

**Tabela 02: Tabela % de descarga x tempo(s)**

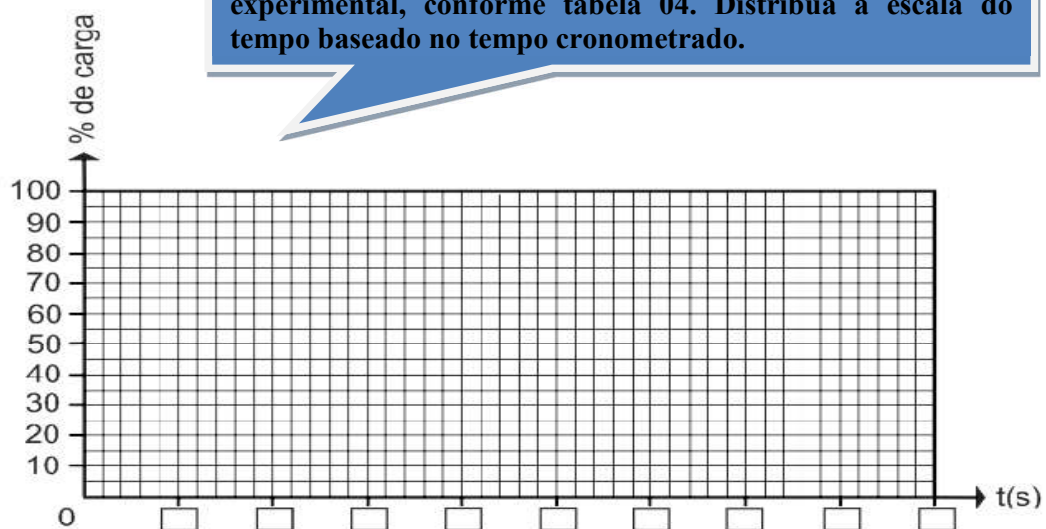
% de descarga	100%	90%	80%	70%	60%	50%	40%	30%	20%	10%
Tempo (s)										



6. Utilizando dois resistores e dois capacitores, com valores respectivos  $R_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $R_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $C_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ ,  $C_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ , colocados em paralelo no circuito, faça a medida do tempo para cada 10% de carga até atingir 100%, conforme tabela 03.



Esboce o gráfico utilizando o tempo cronometrado com o kit experimental, conforme tabela 04. Distribua a escala do tempo baseado no tempo cronometrado.



8. Compare as tabelas 01 e 02, cujos valores de resistores e capacitores já indicados, com as tabelas 03 e 04, onde o aluno escolhera de forma aleatória outros valores. Após a comparação das tabelas descreva quais os fatores que influenciaram no processo de carga do capacitor?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## CONSIDERAÇÕES SOBRE O PRODUTO

O Produto Educacional aqui apresentado tem por objetivo colaborar com a área de Ensino de Física uma vez que se apresenta como uma possibilidade para trabalhar conteúdos de Física na prática, fazendo uso do método experimental. A produção desse material possibilitou ao professor pesquisador, desenvolver novas habilidades para diversificar suas atuações pedagógicas utilizando assim de novas tecnologias para trabalhar com a Física experimental relacionando-a com a teoria.

Esse produto educacional constitui-se de um kit didático experimental para o ensino de resistores, capacitores e circuitos de temporização RC, conteúdo normalmente estudado na terceira série do Ensino Médio. Para o desenvolvimento desse produto também levou-se em consideração a possibilidade de um aluno com necessidades educacionais especiais em sala de aula, algo tão discutido atualmente, nos meios acadêmicos e nos documentos oficiais que permeiam a educação brasileira.

O kit didático produzido foi aplicado e testado em uma turma da terceira série de uma instituição pública de ensino localizada no Município de Cruzeiro do Iguaçu, Sudoeste do Paraná. Com a aplicação do material foi possível verificar que a aula tornou-se mais prazerosa para ambos, educador e educando, isso está ligado diretamente com o ambiente de aprendizagem estabelecido, no qual o aluno pode participar ativamente de toda a aula, tornando-se corresponsável pelo seu aprendizado.

Percebeu-se também por meio dos relatos e comentários dos alunos uma cobrança por mais aulas como a que foi ministrada com a utilização do kit, isso pode motivar trabalhos futuros.

Por fim, esse kit desenvolvido deve ser entendido como uma ferramenta didática, e pode ser utilizado por professores de qualquer região do país fazendo adequações sempre que necessário.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MARKUS, Otávio. **Circuitos Elétricos**. Ano 2001. Edição 1. Editora Érica Ltda.

CLUBE DA ELETRONICA, Disponível em:

<http://clubedaeletronica.com.br/Eletronica/HTML/deltaestrela.htm> Acesso em 08/08/2017

SALA DA ELETRICA – COMANDOS ELETRICOS

<http://www.saladaeletrica.com.br/comandos-eletricos/> Acesso em 08/08/2017

SOFISICA, Disponível em:

[http://www.sofisica.com.br/conteudos/Biografias/Georg\\_Ohm.php](http://www.sofisica.com.br/conteudos/Biografias/Georg_Ohm.php)

Acesso em 12/09/2017

COMO FAZER AS COISAS, Disponível em:

<http://www.comofazerascosas.com.br/introducao-aos-capacitores-o-que-e-para-que-serve-e-como-funciona.html> Acesso em 10/12/2017

PONTOCIÊNCIA, Disponível em:

<http://www.pontociencia.org.br/galeria/?content%2FFisica%2FEletromagnetismo%2FCodigos+de+Cores+dos+Resistores.jpg> Acesso em 10/11/2017

VANDERTRONIC, Disponível em:

[http://www.vandertronic.com/wp-content/uploads/2015/10/Serie\\_resultado.png](http://www.vandertronic.com/wp-content/uploads/2015/10/Serie_resultado.png)

Acesso em 15/12/2017

ELETRONICANOEL, Disponível em:

[http://eletronicanoel.blogspot.com.br/2012/06/curso-de-eletronica-circuitos-rc-parte\\_15.html](http://eletronicanoel.blogspot.com.br/2012/06/curso-de-eletronica-circuitos-rc-parte_15.html) Acesso em 10/12/2017

OBARICENTRODAMENTE, Disponível em:

<http://www.obaricentrodamente.com/2013/08/um-pouco-sobre-capacitores.html>

Acesso em 10/12/2017

WIKIPÉDIA, Disponível em:

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Georg\\_Simon\\_Ohm](https://pt.wikipedia.org/wiki/Georg_Simon_Ohm) Acesso em 19/12/2017