


























Sumário

TABELA DOS SÍMBOLOS DOS ELEMENTOS UTILIZADOS NOS EXPERIMENTOS	3
Prática 2: CIRCUITOS DE CORRENTE CONTÍNUA	5
Objetivos	5
Introdução	5
EXPERIMENTOS	8
I. Potenciômetros	8
II. Associação de Baterias	11
III. Comparando o brilho de lâmpadas diferentes	17
IV. Fonte de tensão real.....	22
V. Divisor de tensão	25
VI. LDR 28	
VII. Diodos e LEDs.....	31
Exercícios.....	40

TABELA DOS SÍMBOLOS DOS ELEMENTOS UTILIZADOS NOS EXPERIMENTOS

	Fonte de Tensão		Gerador de Onda Quadrada
	Fonte de Tensão Variável		Gerador de Onda Senoidal
	Fonte de Tensão Alternada		Transformador
	Pilha		Lâmpada
	Pilha, Bateria		Resistor
	Terra		Potenciômetro
	Chave		LDR (Light Dependent Resistor)
	Chave de Contato (Push Button)		Diodo
	Amperímetro		LED (Light Emitting Diodo)
	Voltímetro		Capacitor
	Ohmímetro		Supercapacitor
	Frequencímetro		Capacitor Eletrolítico
	Capacímetro		Indutor

Prática 2: CIRCUITOS DE CORRENTE CONTÍNUA

Objetivos

Nesta prática aprofundaremos nosso estudo de circuitos de corrente contínua, iniciado na prática anterior. Inicialmente estudaremos os fatores que determinam a potência em circuitos, através da análise do brilho de lâmpadas diferentes (de resistências diferentes). Veremos o efeito da resistência interna de uma fonte de tensão. Em seguida, analisaremos o circuito divisor de tensão. Este circuito será usado na exploração de novos dispositivos eletrônicos: resistores sensíveis à luz (LDR), diodos semicondutores e diodos emissores de luz (LED).

Introdução

1. Lei de Ohm e a Relação entre Tensão e Corrente

Segundo a lei de Ohm, a corrente em um resistor é proporcional à tensão (ddp) entre os seus terminais, $I = V/R$. Muitos materiais obedecem aproximadamente a lei de Ohm porque sua resistência praticamente não varia com a corrente e conseqüentemente com potência dissipada no resistor. Isto ocorre dentro de certo intervalo de correntes. Se a corrente for muito alta, o comportamento de $V \times I$ ou $I \times V$ torna-se não linear, tal como observado na lâmpada incandescente na prática 1. Eventualmente pode-se queimar o resistor devido ao excesso de corrente.

Os materiais que obedecem à lei de Ohm são chamados “ôhmicos” e, naturalmente, os “não-ôhmicos” são aqueles para os quais a lei de Ohm não é válida. No caso destes últimos, a relação entre a V e I não é linear. Em geral esta relação não-linear se deve a dependência da resistividade elétrica a parâmetros externos, tais como, temperatura, tensão mecânica, pressão, luminosidade, campo magnético, etc. Os componentes não-ôhmicos são largamente utilizados como sensores. Termo-resistência e termistor são componentes projetados especialmente para aplicações onde a resistência deve variar com a temperatura. Já no foto-resistor, a variação ocorre devido à intensidade luminosa. Estes componentes são conhecidos como LDR, do inglês “*light dependent resistor*”.

A relação entre tensão e corrente tem um papel muito importante nos circuitos elétricos e eletrônicos. Nesta prática exploraremos os diodos e LEDs, dispositivos que permitem a passagem da corrente em apenas uma direção. Na prática 3 veremos que em um capacitor I é proporcional a dV/dt e nos indutores (prática 4) V é proporcional a dI/dt .

2. Resistência Interna de um gerador de tensão elétrica

Em princípio, os geradores de tensão elétrica (baterias, pilhas, fontes, etc.) devem manter uma tensão constante entre seus terminais, V . Conseqüentemente se conectamos uma resistência ao gerador, ele deve fornecer uma corrente $I = V/R$, qualquer que seja o valor de R . Na prática, os geradores se comportam aproximadamente como ideais para baixas correntes, mas sempre existe uma limitação na corrente máxima que eles podem fornecer. Uma bateria de automóvel pode fornecer ~60A enquanto uma pilha alguns Ampères. Existem pilhas de diversos tamanhos (AAA, AA, etc.) e de vários tipos (alcalina, recarregável etc.) com características elétricas diferentes.

Figura 0.1 - (a) Representação de um gerador de tensão real ;b) Gerador de tensão real ligado a um circuito elétrico qualquer



Fonte: Elaborada pelo Compilador

De modo geral, observa-se que a tensão (V) entre os terminais do gerador diminui à medida que a corrente fornecida (I) aumenta. Numa primeira aproximação, podemos escrever que V decresce linearmente com I , ou seja:

$$V = \varepsilon - r_i I \quad (1)$$

Desta maneira, podemos interpretar a Eq.(1) tal como ilustrado na Fig.2.1 onde o gerador real é representado por um gerador ideal com tensão, ε , em série com um resistor, r_i . Este resistor é denominado de resistência interna do gerador. Logo a tensão do gerador no circuito aberto (Fig.2.1(a)) vale ε e quando ligada a um resistor (Fig.2.1(b)) é dada pela Eq.1.

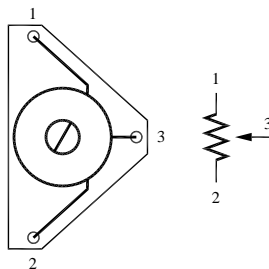
EXPERIMENTOS

I. Potenciômetros

Nos experimentos realizados anteriormente trabalhamos com resistências que possuíam valores fixos. Neste experimento utilizaremos resistores que nos possibilitam variar seu valor, são os chamados potenciômetros.

Os potenciômetros e reostatos são resistores especiais que possuem um terminal adicional, veja Fig.2.2. Os dois terminais convencionais (1 e 2) estão ligados às extremidades de uma resistência fixa, ao passo que o terceiro terminal (3) é ligado a um cursor mecânico. Girando-se este cursor, varia-se a posição do contato do ponto 3. Deve-se notar que R_{12} , a resistência entre os terminais 1 e 2 é fixa e $R_{12} = R_{13} + R_{23}$.

Figura 0.2 - Esquema de um potenciômetro



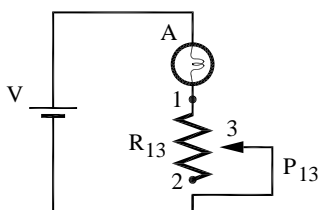
Fonte: Elaborada pelo Compilador

No caso da Fig.2.2, quando a seta se aproxima do ponto 2 a R_{13} aumenta e R_{32} diminui.

Explorando o potenciômetro

Experimento: Montem o circuito da Fig.2.3, usando uma fonte ($V \sim 6V$), uma lâmpada ($6V$) e um potenciômetro ($R_{12} = 220 \Omega$).

Figura 0.3 - Circuito com uma lâmpada e um potenciômetro

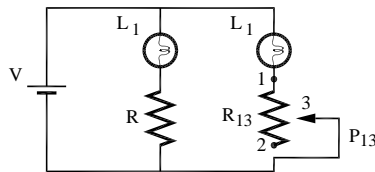


Fonte: Elaborada pelo Compilador

I.1 Girando o cursor (no sentido horário ou anti-horário) identifique em qual sentido o brilho da lâmpada aumenta e em qual diminui? Consequentemente R_{13} aumenta ou diminui?

Experimento: Montem o circuito da Fig.2.4 usando uma fonte ($V \sim 6V$), duas lâmpada idênticas (L_1), um resistor ($R = 100 \Omega$) e um potenciômetro ($P_{13} = 220 \Omega$).

Figura 0.4 - Circuito Paralelo com um ramo de uma lâmpada e um resistor e outro ramo com uma lâmpada e um potenciômetro



Fonte: Elaborada pelo Compilador

I.2 Ajustem o valor do potenciômetro (R_{13}) de tal forma a igualar o brilho das lâmpadas L_1 . Neste caso, como R_{13} e R se comparam?

I.3 Usando um Ohmímetro digital, meçam os valores de R e R_{13} (cuidado para não alterar o ajuste do potenciômetro). Os valores coincidem? Qual a diferença percentual?

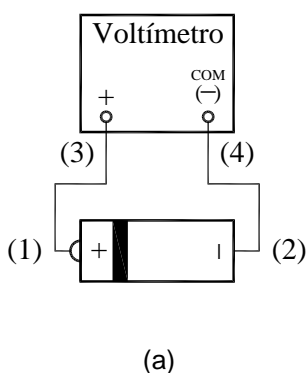
Observem ainda que para medir as resistências com o Ohmímetro elas devem estar com pelo menos um terminal desligado do circuito

II. Associação de Baterias

II.1 Experimento: Usando um voltímetro, meçam a diferença de potencial entre os terminais de uma pilha, tal como indicado na Fig.2.5(a).

Obs.: Usem o multímetro na escala **20 V** com os terminais **COM** e **V**.

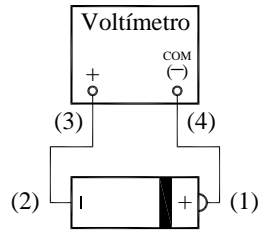
Figura 0.5 - (a) Circuito com uma pilha; (b) Foto da montagem do circuito, onde o Voltímetro indica $V=1,56V$



Fonte: Elaborada pelo Compilador

Experimento: Considerem, agora, esta outra montagem da pilha como voltímetro, tal como na Fig.2.6. Notem que a pilha está invertida comparando com montagem da Fig.2.5.

Figura 0.6 - Circuito com uma pilha

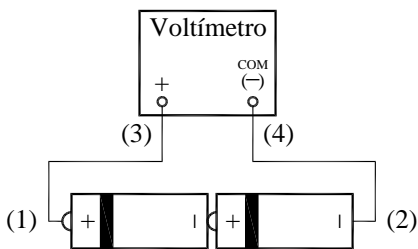


Fonte: Elaborada pelo Compilador

II.2 Qual o valor exibido pelo voltímetro no circuito da Fig. 2.6?

II.3 Previsões: Considerem duas pilhas em série ligadas a um voltímetro, tal como na Fig.2.7. Qual deve ser o valor medido pelo voltímetro?

Figura 0.7 – (a) Circuito com duas pilhas em série; (b) Foto da montagem



(a)



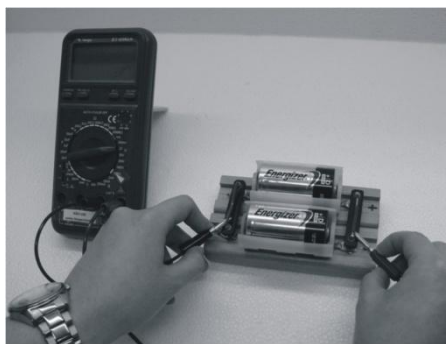
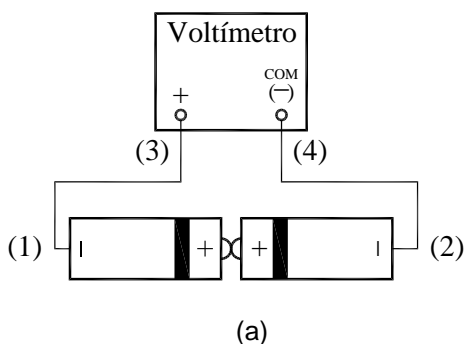
(b)

Fonte: Elaborada pelo Compilador

II.4 Experimento: Inicialmente meçam a tensão de cada uma das pilhas separadamente e registrem. Em seguida, montem o circuito da Fig.2.7 utilizando duas pilhas de **1,5V** e um voltímetro. Suas observações estão de acordo com as previsões feitas? .

II.5 Previsão: Considerem agora, esta outra montagem de duas pilhas em série ligadas a um voltímetro, tal como na Fig.2.8. Observem a forma de ligação dessas pilhas (na pilha que foi invertida o voltímetro deve ser conectado diretamente no terminal negativo da mesma). Qual deve ser o valor exibido pelo voltímetro?

Figura 0.8 – (a) Circuito com duas pilhas; (b) Foto da montagem

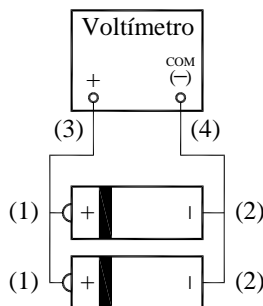


Fonte: Elaborada pelo Compilador

II.6 Experimento: Montem o circuito da Fig.2.8 utilizando as duas pilhas de 1,5V do experimento anterior e um voltímetro. Suas observações estão de acordo com as previsões feitas?

II.7 Previsão: Considerem, agora, esta outra montagem da Fig.2.9, onde as duas pilhas estão ligadas em paralelo e ao voltímetro. Qual deve ser o valor exibido pelo voltímetro?

Figura 0.9 - Circuito com duas pilhas

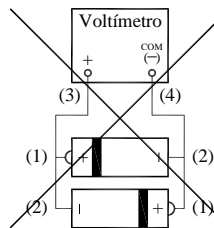


Fonte: Elaborada pelo Compilador

II.8 Experimento: Montem o circuito da Fig.2.9 utilizando duas pilhas de **1,5V** e um voltímetro. Suas observações estão de acordo com as previsões feitas?

Importante – Cuidado para não inverterem a polaridade de uma das pilhas (Fig.2.10), pois vocês estariam colocando as pilhas em curto-circuito!

Figura 0.10 - Circuito com duas pilhas

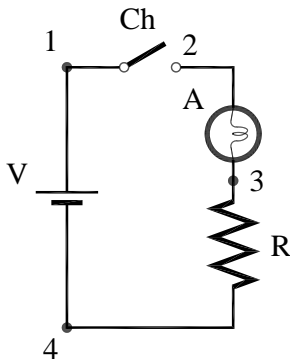


Fonte: Elaborada pelo Compilador

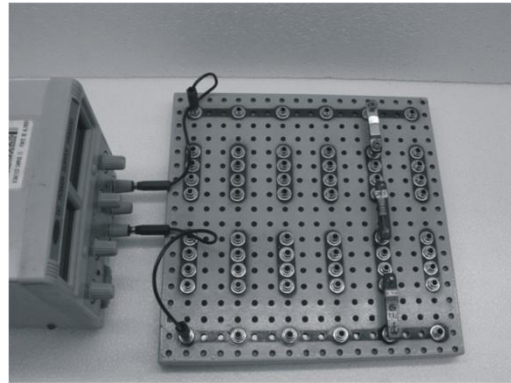
II.9 Montem o circuito da Fig.2.11, com $R=100\Omega$ e ajustem a tensão da fonte para **6V**. Com a chave aberta, meçam as tensões V_{23} , V_{34} e V_{51} . e preencham a Tabela 2.1. Repitam as medidas com a chave fechada e preencham a Tabela 2.1.

Obs.: Lembrem-se que $V = V_{51}$, $V_A = V_{23}$ e $V_R = V_{34}$

Figura 0.11 – (a) Circuito com uma lâmpada em série com um resistor; (b) Montagem do circuito



(a)



(b)

Fonte: Elaborada pelo Compilador

Tabela 0.1- Valores obtidos nas medidas com a chave fechada no circuito de uma lâmpada em série com um resistor

	V_{14}	V_{24}	V_{23}	V_{34}	$V_{23} + V_{34}$
Chave Aberta					
Chave Fechada					

Vocês devem ter observado que $V = V_A + V_R$ ou seja:

A tensão de uma fonte de uma malha (circuito) fechado é igual a soma das tensões nos outros elementos.

Este é um exemplo da Lei das Malhas **de Kirchhoff**, que também pode ser enunciada da seguinte maneira:

Ao percorrer uma malha fechada em um circuito, a soma algébrica das variações de potencial deve ser igual a zero.

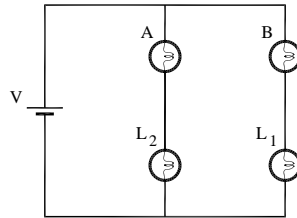
Por exemplo, podemos mostrar que para a Fig.2.11 (com a chave fechada) temos: $V_{14} + V_{21} + V_{32} + V_{43} = 0$, logo $V_{14} = -V_{21} - V_{32} - V_{43} = +V_{12} + V_{23} + V_{34}$. Ou seja: $V_F = V_A + V_R$, tal como observado experimentalmente.

III. Comparando o brilho de lâmpadas diferentes

Até o momento temos trabalhado com lâmpadas idênticas. Nesta prática estudaremos o comportamento de lâmpadas diferentes (com filamentos diferentes). Neste experimento o multímetro (Amperímetro, Voltímetro e Ohmímetro) só deve ser utilizado quando solicitado explicitamente no roteiro.

Experimento: Montem o circuito da Fig.2.12 com $V \sim 10V$, com três lâmpadas idênticas (**A**, **B** e L_1) e mais L_2 , sendo esta uma lâmpada diferente.

Figura 0.12 - Circuito com três lâmpadas idênticas e uma diferente



Fonte: Elaborada pelo Compilador

III.1 Comparem os brilhos de **A** e **B** e registrem. Em qual das lâmpadas a corrente é maior?

Obs.: *notem que o circuito da Fig.2.12 é análogo ao da Fig.2.4*

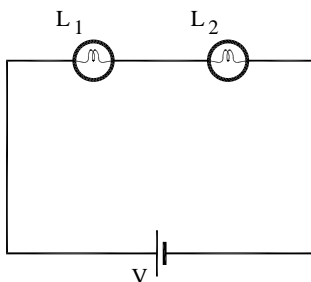
III.2 A partir das suas observações o que vocês podem concluir sobre os valores das “resistências” de L_1 e L_2 ? Qual delas é maior?

Obs.: *Na prática 1 vimos que no caso de uma lâmpada ela não é um resistor ôhmico e a curva $V \times I$ não é linear porque a resistência do filamento varia muito com a temperatura. Entretanto, podemos pensar num valor de resistência efetiva da lâmpada $R = V/I$, onde V e I são os valores típicos de*

operação da lâmpada acesa. Por exemplo, $I=80\text{ mA}$ para $V=10\text{V}$, logo $R \sim 125\Omega$ pode ser pensado como o valor típico da resistência da lâmpada L_1 , ou seu valor efetivo.

III.3 Considerem o circuito (Fig.2.13) de duas lâmpadas diferentes L_1 e L_2 conectadas em série e uma fonte com tensão $V=6\text{V}$. Observem qual lâmpada tem brilho maior e registrem.

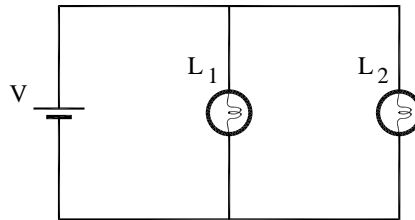
Figura 0.13 - Circuito com duas lâmpadas diferentes em série



Fonte: Elaborada pelo Compilador

III.4 Conectem, agora, as duas lâmpadas em paralelo (Fig.2.14) e comparem seus brilhos. Registrem.

Figura 0.14 - Circuito com duas lâmpadas diferentes em paralelo



Fonte: Elaborada pelo Compilador

No experimento **III.1** (Fig. 2.12) vimos que a resistência de dois componentes pode ser comparada utilizando um circuito em paralelo. Nele a corrente nos dois ramos pode ser comparada pelo brilho das lâmpadas **A** e **B**. Desta forma, o circuito da Fig. 2.12 pode ser usado para comparar a resistência de dois elementos (**L₁** e **L₂**) sem a necessidade de se usar o Ohmímetro.

III.5 Comparem o valor do produto $V_1 \cdot I_1$ com $V_2 \cdot I_2$ para o circuito em série (Fig.2.13) da parte **III.3**.

Obs.:

- *Esta comparação deve ser feita somente a partir de suas observações (itens **III.1** a **III.4**) sem utilizar o volímetro.*
- *Lembrem-se que no circuito em série a corrente é a mesma nas duas lâmpadas enquanto no circuito em paralelo a tensão é a mesma nas duas lâmpadas.*

III.6 Comparem o valor do produto $V_1 \cdot I_1$ com $V_2 \cdot I_2$ para o circuito em paralelo (Fig.2.14) da parte **III.4**.

Na prática **1** quando trabalhamos com lâmpadas iguais percebemos que o brilho aumenta com a corrente ou a tensão na lâmpada. Entretanto, neste experimento observamos que quando as lâmpadas são diferentes seus brilhos diferem mesmo quando a corrente é a mesma ou quando a tensão é igual. No circuito em série temos $I_1 = I_2$ (correntes em cada lâmpada, respectivamente), mas $V_1 \neq V_2$. No circuito em paralelo temos $V_1 = V_2$, mas $I_1 \neq I_2$.

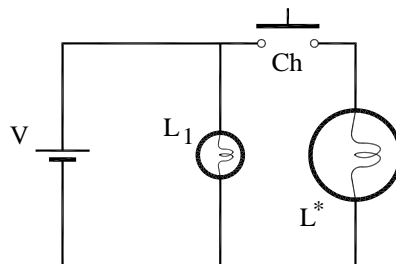
Vocês devem ter concluído que o brilho da lâmpada é proporcional ao produto $V \cdot I$. Na verdade, pode-se demonstrar teoricamente que a potência consumida em qualquer dispositivo elétrico é dada pelo produto da tensão pela corrente, ou seja, $P = V \cdot I$. Esta potência pode ser transformada em calor (resistor de chuveiro), calor e luz (lâmpada incandescente), trabalho mecânico (motor) etc.

IV. Fonte de tensão real

Considerem o circuito da Fig.2.15.

Obs.: L_1 =lâmpada pequena de $6V$, L^* = lâmpada grande (de carro).

Figura 0.15 - Circuito com duas lâmpadas diferentes em paralelo



Fonte: Elaborada pelo Compilador

IV.1 Previsões: registrem por escrito as suas previsões e/ou do grupo e justificativas.

O que ocorrerá com o brilho da lâmpada L_1 quando a chave (**Ch**) for fechada? Justifiquem sua resposta.

IV.2 Experimento: Montem o circuito da Fig.2.15 usando a fonte (*DC Power Supply, Politem*) ajustada a $V = 6V$. Verifiquem experimentalmente o que ocorre quando a chave **Ch** é fechada, ou seja, observem se o brilho de L_1

muda. Verifiquem se a tensão da fonte muda quando a chave é fechada. Suas previsões estavam corretas?

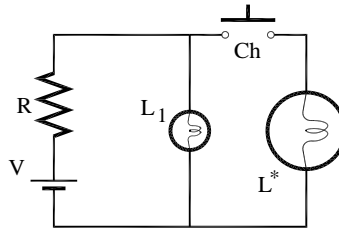
IV.3 Experimento: Remontem o circuito da Fig.2.15 substituindo a fonte *Politerm* pelo “eliminador de pilha” (uma fonte de tensão contínua bastante simples) ligado em **220V**. Verifiquem experimentalmente o que ocorre quando a chave **Ch** é fechada, ou seja, observem se o brilho de **L₁** muda. Verifiquem, também, se a tensão da fonte muda quando a chave é fechada.

IV.4 Como vocês podem explicar o fenômeno observado no experimento **IV.3**?

IV.5 Previsões: registrem por escrito as suas previsões e/ou do grupo e justificativas.

Suponham agora que o circuito seja novamente montado com a fonte *Politerm*, porém adicionando o resistor **R**, tal como mostrado na Fig.2.16.

Figura 0.16 - Circuito com um resistor e duas lâmpadas diferentes, todos em paralelo.



Fonte: Elaborada pelo Compilador

O brilho de **L₁** muda quando a chave **Ch** é fechada? A tensão na lâmpada **L₁** se altera?

IV.6 Experimento: Montem o circuito da Fig.2.16 com a fonte Politerm e um resistor **R = 4,7Ω**. Registrem os resultados e verifiquem se suas previsões estavam corretas.

IV.7 Quais as conclusões do grupo a respeito de todas as observações de todo o item **IV**. Discutam com um instrutor.

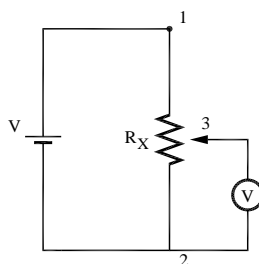
V. Divisor de tensão

Um divisor de tensão é um circuito comumente utilizado para ajustar o valor da voltagem de saída de um dispositivo, antes de aplicá-lo à entrada de outro.

V.1 Experimento: Montem o circuito ilustrado na Fig.2.17, onde $V=10V$ e R_x representa um potenciômetro de 220Ω .

Obs.: *este tipo de circuito é usado, por exemplo, para controlar o volume de som em diversos equipamentos.*

Figura 0.17 - Circuito com um potenciômetro e um Voltímetro



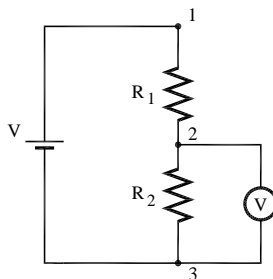
Fonte: Elaborada pelo Compilador

Observem a tensão (V) exibida pelo Voltímetro, girando o cursor do potenciômetro no sentido horário e depois no anti-horário. Em qual sentido a tensão aumenta e em qual diminui?

V.2 Com a fonte desligada, determinem com o ohmímetro em que sentido a resistência R_x aumenta. Neste caso o ohmímetro deve ser conectado nos mesmos terminais do potenciômetro que o voltímetro.

Vocês devem ter observado que a tensão varia entre $0 - V$, aumentando com R_x .

Figura 0.18 - Circuito com dois resistores em série e um Voltímetro



Fonte: Elaborada pelo Compilador

V.3 Montem o circuito esquematizado na Fig.2.18 e meçam o valor da tensão V_{23} em função da resistência R_2 usando:

$$V = 10V$$

$$R_1 = 1000\Omega$$

$$R_2 = 470\Omega \text{ e } 1500\Omega$$

Anotem os valores experimentais (V_{12} e V_{23}) na tabela 2.2.

Tabela 0.2- Tabela dos valores experimentais e calculados de V_{23} .

$R_1(\Omega)$	$R_2(\Omega)$	$V_{12}(V)$	$V_{23}(V)$	$V_{23calc}(V)$
1000	470			
1000	1500			

V.4 Obtenham a expressão teórica de V_{23} em termos de V , R_1 e R_2 .

V.5 Calculem os valores esperados, relativos aos dados do item 3, e coloquem na Tabela 2.2, comparando os valores experimentais V_{23} com os calculados (V_{23calc}).

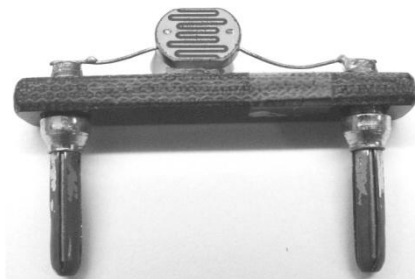
Comentem: houve boa concordância entre os valores de V_{23} e V_{23calc} ? Estimem o valor percentual desta discrepância. A que vocês podem atribuir esta diferença?

V.6 Verifique a validade da segunda lei de Kirchhoff nas duas situações ($R_1 = 470\Omega$ e $R_2 = 1500\Omega$)

VI. LDR

Neste experimento vamos explorar um componente eletrônico conhecido como LDR (Fig. 2.19). A sigla LDR é devido a *Light Dependent Resistor* ou Resistor dependente de Luz

Figura 0.19 – Foto de um **LDR**



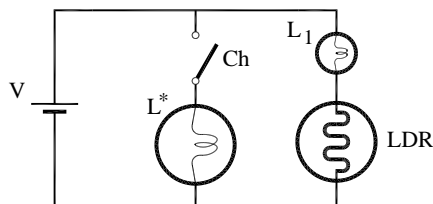
Fonte: Elaborada pelo Compilador

VI.1 Experimento: Montem o circuito da Fig.2.20, com uma fonte ($V \sim 12V$), uma pequena lâmpada (L_1) e um **LDR** em série. Com uma segunda lâmpada (L^*), ligada em paralelo, iluminem o **LDR** e observem se o brilho da lâmpada L_1 varia.

Obs.: L^* é uma lâmpada grande (de farol de carro).

Registrem suas observações.

Figura 0.20 - Circuito Paralelo com duas lâmpadas diferentes e um **LDR**



Fonte: Elaborada pelo Compilador

VI.2 Meçam V_{L1} e V_{LDR} com a chave aberta e a chave fechada e registrem seus resultados na Tabela 2.3.

Tabela 0.3- Tabela dos valores experimentais e calculados de V_{23} .

	V	V_{L1}	V_{LDR}	$V_{L1} + V_{LDR}$
Chave Aberta				
Chave Fechada				

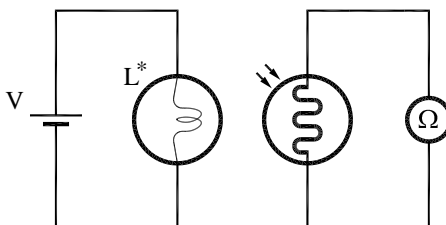
VI.3 A lei das malhas de Kirchhoff é válida na situação de chave aberta? E na situação de chave fechada?

VI.4 Como varia a corrente no **LDR** quando a chave é fechada, ou seja, quando o **LDR** está iluminado?

VI.5 A resistência do **LDR** varia quando ele é iluminado? Caso afirmativo, como?

VI.6 Utilizando um ohmímetro meçam a resistência, na Fig.2.21, do **LDR** (R_{LDR}), com e sem luz de L^* .

Figura 0.21 - Circuito com uma lâmpada que pode iluminar um LDR que está ligado a um Ohmímetro



Fonte: Elaborada pelo Compilador

Vocês conseguem explicar porque a lâmpada L_1 está apagada quando a chave está aberta na Fig. 2.20??

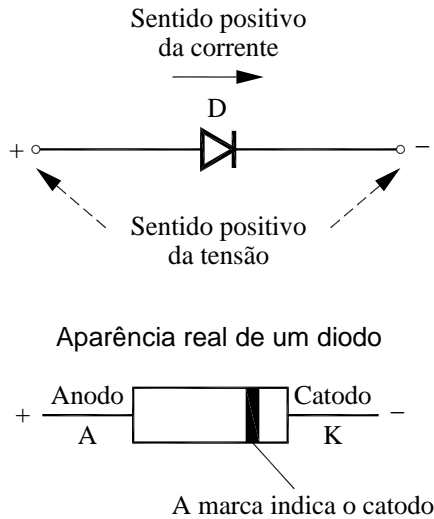
Vocês devem ter percebido que o LDR é um resistor cuja resistência varia conforme a intensidade da luz que incide sobre ele. Vimos que à medida que a intensidade da luz aumenta, a sua resistência diminui.

VII. Diodos e LEDs

Diodos são componentes eletrônicos com dois terminais (anodo e catodo, ou **A** e **K**) tal como ilustrados na Fig.2.22. Também são conhecidos

como diodos semicondutores e são construídos com semicondutores cristalinos (normalmente, silício ou germânio).

Figura 0.22 - Esquema e aparência real de um diodo

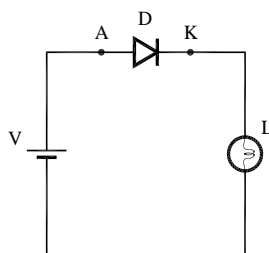


Fonte: Elaborada pelo Compilador

Características Básicas

VII.1 Experimento: Montem o circuito de um diodo ligado em série a uma fonte ($V \sim 4V$) e uma lâmpada, com o terminal **A** (anodo) do diodo ligado ao terminal positivo (+) da fonte (Fig.2.23).

Figura 0.23 - Circuito com um diodo e uma lâmpada

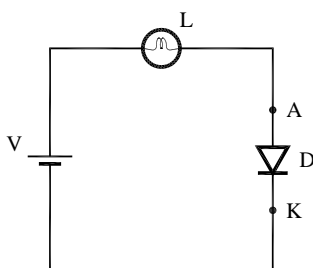


Fonte: Elaborada pelo Compilador

Há passagem de corrente no circuito? Justifiquem.

VII.2 Experimento: Considerem, agora, esta outra montagem do diodo com a lâmpada, tal como na Fig.2.24.

Figura 0.24 - Circuito com uma lâmpada e um diodo

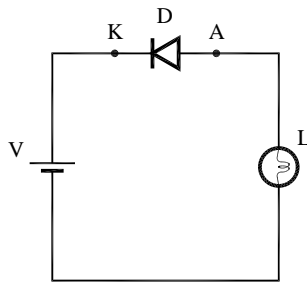


Fonte: Elaborada pelo Compilador

Há passagem de corrente no circuito? Justifiquem.

VII.3 Experimento: Nesta nova montagem do diodo com a lâmpada (Fig. 2.25), tal como na Fig.2.24, há passagem de corrente no circuito? Justifiquem.

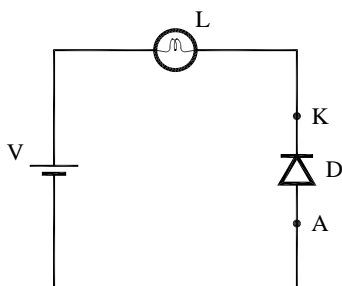
Figura 0.25 - Circuito com um diodo e uma lâmpada



Fonte: Elaborada pelo Compilador

VII.4 Experimento: Na montagem do diodo com a lâmpada, da Fig.2.26, há passagem de corrente no circuito? Justifiquem.

Figura 0.26 - Circuito com uma lâmpada e um diodo

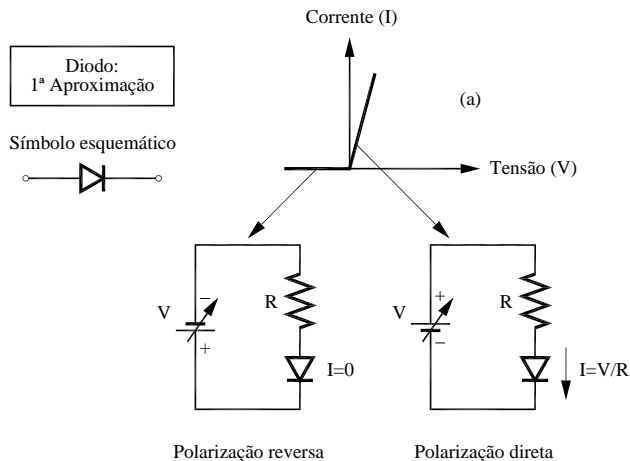


Fonte: Elaborada pelo Compilador

VII.5 Voltando a configuração original (Fig.2.23) meçam as tensões V , V_D e V_L (na fonte, do diodo e da lâmpada, respectivamente). A lei das malhas de Kirchhoff é válida para este circuito?

Vocês devem ter observado que ao contrário de, por exemplo, um resistor ou uma lâmpada, a magnitude da corrente no diodo do circuito depende da sua orientação.

Figura 0.27 - Curva I x V de um diodo na polarização direta e na reversa

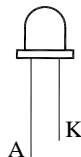


Fonte: Elaborada pelo Compilador

O diodo é um componente que tem uma curva $I \times V$ não linear, ao contrário de um resistor, por exemplo. Para os propósitos deste curso (que não é um curso de eletrônica) vamos considerar o modelo mais simples possível para descrever o comportamento do diodo. Ou seja, na polarização direta o diodo deixa passar a corrente e na polarização reversa, não deixa passar (vide Fig.2.27).

VII.6 Repitam o experimento anterior (**VII.1** e **VII.3**) substituindo o diodo por um **LED** (de *light-emitting-diodes* = diodo emissor de luz (Fig.2.28)).

Figura 0.28 - Aparência de um LED



Fonte: Elaborada pelo Compilador

CUIDADO! Os LEDs são muito sensíveis e queimam facilmente com corrente maior que $\sim 30\text{mA}$.

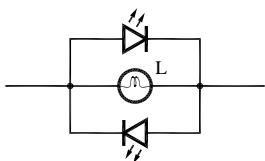
NÃO LIGUEM OS LEDES SEM A PRESENÇA DE UMA LÂMPADA (OU DE UM RESISTOR.)

Não excedam o valor da tensão da fonte sugerido (**$V\sim 4V$**).

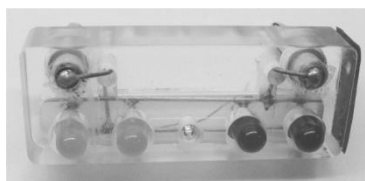
Compare suas observações com as dos Experimentos **VII.1** e **VII.2**.

Os LEDs têm inúmeras aplicações em eletrônica. Neste curso usaremos dois LEDs de cores diferentes invertidos, tal como indicado na Figura 2.29, para indicar o sentido da corrente.

Figura 0.29 – (a) Circuito com dois LEDs em paralelo e invertidos ligados em paralelo com uma lâmpada, (b) Foto da montagem dos dois LEDs com a lâmpada, sendo que nesta montagem utilizada no laboratório são colocados dois LEDs verdes, dois LEDs vermelhos e uma lâmpada, todos em paralelo



(a)

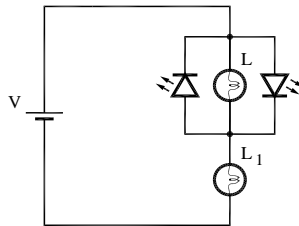


(b)

Fonte: Elaborada pelo Compilador

VII.7 Montem o circuito da Figura 2.30 e observem o que ocorre num circuito em série com estes LEDs ligados a uma lâmpada e a uma fonte ($V \sim 4V$). O que ocorre quando a polaridade da fonte é invertida?

Figura 0.30 - Circuito com dois LEDs em paralelo e invertidos ligados em série com uma lâmpada



Fonte: Elaborada pelo Compilador

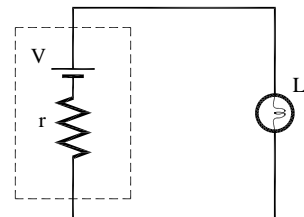
VII.8 É possível usar este conjunto de LEDs para indicar a direção da corrente elétrica em um circuito qualquer?

Lista de materiais (prática 02)

- 3 lâmpadas L_1 de 6 V (conhecida comercialmente como “lâmpada de tape”)
- 1 lâmpadas L_2 de 12 V (conhecida comercialmente como “lâmpada de tape”)
- 1 Lâmpada L^* de farol de carro (prática V e VII)
- 1 lampadinha de lanterna de 3,8V (para ser usada com as pilhas)
- Resistores: 4.7Ω , 100Ω , 220Ω , 470Ω , $1.5k\Omega$ (1 unidade) $1k\Omega$ (2 unidades)
- Potenciômetros: 220Ω e 50Ω
- 1 diodo, 2 LEDs e 1 conjunto com LEDs invertidos
- LDR
- Fonte DC (eliminador de pilha)
- Fonte do tipo “DC Power supply politerm”
- 2 multímetros
- 2 pilhas grandes (D)
- 2 suportes de 1 pilha
- 1 chave
- Placa de circuitos, cabos banana – banana, etc.

Exercícios

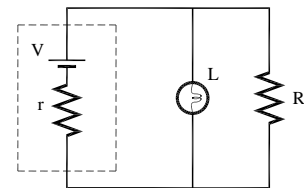
1) Considere um circuito no qual uma lâmpada é conectada a uma bateria real. A bateria tem uma resistência interna constante de $0,1\Omega$ e uma voltagem de $1,5\text{ V}$ (circuito aberto). Assuma que a lâmpada tem uma resistência constante de 5Ω e que ela brilha somente se a corrente através dela for maior que $0,1\text{ A}$.



a) Encontre a corrente através da lâmpada. Ela brilha? Explique seu raciocínio.

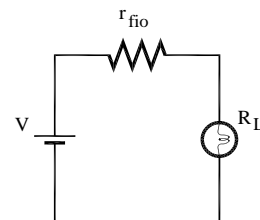
b) Quantas lâmpadas idênticas podem ser conectadas em paralelo com a lâmpada original antes desta se apagar? Explique seu raciocínio.

c) Imagine que a bateria esteja “em curto”, ou seja, ligada a resistência de baixo valor, tal como mostrado ao lado. Encontre o valor resistência R deste resistor para que a lâmpada ainda brilhe.



d) Suponha que a resistência do resistor em curto na parte (c) fosse aumentada. O brilho da lâmpada aumentaria, diminuiria, ou permaneceria o mesmo? Explique seu raciocínio.

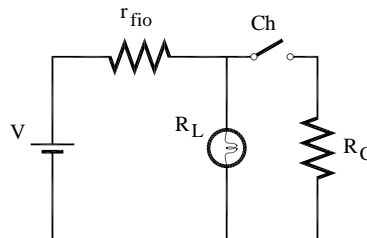
2) Considere o circuito ao lado onde temos uma fonte de tensão $\varepsilon=100\text{V}$ uma lâmpada de 100W com resistência R_L . Como a lâmpada está bem distante da fonte a resistência do fio não é desprezível, $r = 0,2\Omega$.



a) Qual o valor de R_L ? Calcule a potência dissipada na lâmpada (P_L) e a potência dissipada no fio (P_F).

b) Quantas lâmpadas podem ser colocadas em paralelo até que sua luminosidade caia a metade. Calcule novamente as potências P_L e P_F .

3) Considere o circuito ao lado onde temos uma fonte de tensão (ε), uma lâmpada de resistência R_L , e um chuveiro com resistência R_C . Como a lâmpada e o chuveiro estão bem distantes da fonte a resistência do fio r não é desprezível. Considere que todas as resistências são constantes, ou seja, despreze sua variação devido ao aquecimento.



a) Suponha que $r \ll R_C \ll R_L$. Quando se liga o chuveiro (a chave é fechada) qual a relação entre as tensões na lâmpada e no chuveiro V_L e V_C , respectivamente? Como você compara V_L com a queda de tensão no fio V_r . Como o valor de V_L muda quando a chave é fechada? Como muda o brilho da lâmpada?

b) Considere o caso $\varepsilon = 110\text{V}$, $r = 0.2\Omega$, uma lâmpada de 100W , e um chuveiro de 5000W . Quais os valores de R_L e R_C ? Calcule a potência dissipada na lâmpada quando a chave esta aberta. Calcule novamente a potência dissipada na lâmpada quando a chave é fechada.

4) Uma bateria de automóvel, um tanto estragada, de $11,4\text{ V}$ e resistência interna $0,01\Omega$, é ligada a uma resistência de $2,0\Omega$. A fim de auxiliar a bateria descarregada liga-se mediante cabos de carga, uma segunda bateria de f.e.m. $12,6\text{V}$ e resistência interna $0,01\Omega$ aos terminais da primeira bateria.

a) Desenhe o diagrama do circuito e calcule a corrente em cada parte do circuito.

b) Calcule a potência debitada pela segunda bateria e discuta o destino desta potência, admitindo que as duas f.e.m. sejam constantes e que as duas resistências internas sejam também constantes.

5) Na Figura ao lado, com a chave aberta no circuito não há corrente em R_2 . Entretanto, há em R_1 , medida pelo amperímetro A . Se a chave for fechada, há corrente em R_2 . Para cada situação abaixo responda se aumenta, diminui ou não muda e justifique.

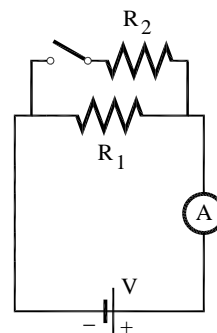
a) O que acontece com a leitura do amperímetro quando a chave é fechada?

b) O que acontece com a corrente na bateria?

c) O que acontece com a tensão do terminal da bateria?

d) Se um terceiro resistor é acrescentado em paralelo aos dois primeiros. O que acontece com a corrente na bateria?

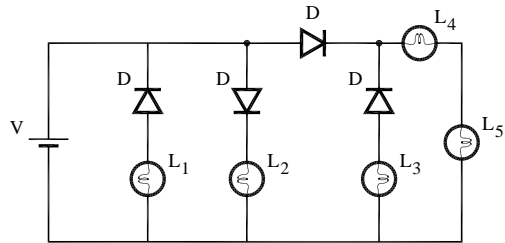
e) Com a adição deste terceiro resistor, o que acontece com a tensão do terminal da bateria?



6) Utilizando apenas uma lâmpada, um LED e uma bateria, como se poderia descobrir o sentido da corrente? Esquematize o circuito e justifique sua resposta.

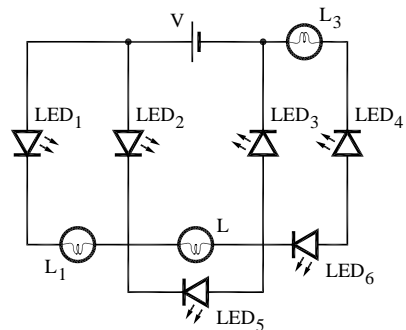
7) No circuito ao lado formado por diodos e lâmpadas, identifique e justifique quais lâmpadas:

- a) acendem
- b) não acendem



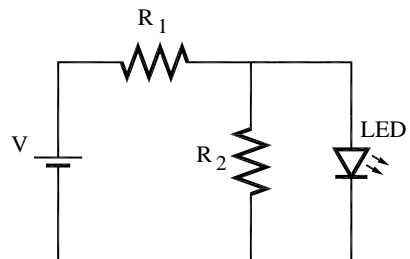
8) No circuito ao lado formado por LEDs e Lâmpadas, identifique e justifique:

- a) quais LEDs acendem ou não
- b) quais Lâmpadas acendem ou não



9) A figura ao lado representa uma fonte de tensão V_0 ligada a um resistor $R_1=100\Omega$, o qual está em série com dois elementos em paralelo entre si: uma resistência $R_2=200\Omega$ e um LED.

- a) Sabendo que a tensão medida no LED é $2,2V$ e a tensão em R_1 é $1,8V$, calcule a tensão na fonte.
- b) Se a corrente que passa através de R_1 for $13mA$, calcule a corrente através do LED.

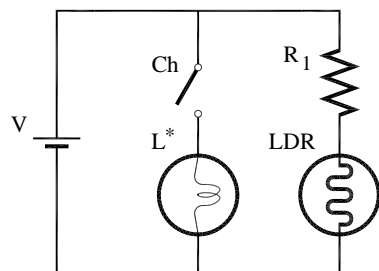


10. Observe a figura ao lado e responda as questões. Considere $R_1=100\Omega$ e $V_0=10V$. Inicialmente a chave Ch está aberta.

- a) Considere que um estudante mediu a tensão no LDR, obtendo $V_{LDR}=8,5V$. Qual o valor da resistência do LDR?

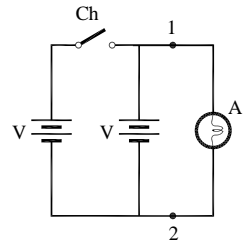
Obs: note que o LDR está sem iluminação.

- b) Agora o estudante fechou a chave, e mediu $V_{LDR}=2,2V$. Nesta situação a lâmpada L ilumina o LDR. Qual o valor da resistência do LDR?
- c) Em qual caso a segunda Lei de Kirchoff é válida?



11) Respondam as questões a seguir e justifiquem suas respostas.

a) O circuito da figura ao lado representa duas baterias e uma lâmpada, ligadas em paralelo. Como se compara o brilho da lâmpada A com a chave fechada e com a chave aberta? Comparem o valor de V_{12} com a chave (Ch) aberta e fechada. Considere que a bateria é ideal.



b) Repita o problema **a)** considerando que a bateria **NÃO** é ideal.

Obs.: Note que o circuito com a chave aberta representa um circuito simples, em que há apenas uma lâmpada e uma bateria, ligadas em série.

12) O circuito da figura ao lado representa duas baterias e uma lâmpada. Com a chave fechada, como se compara o brilho da lâmpada A nos três casos: circuito da figura da parte **a)** com a chave aberta, no circuito da figura da parte **a)** com a chave fechada e no circuito da figura da parte **b)** com a chave fechada? Como se comparam as tensões entre os pontos 1 e 2 para os mesmos três casos?

