

# ***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

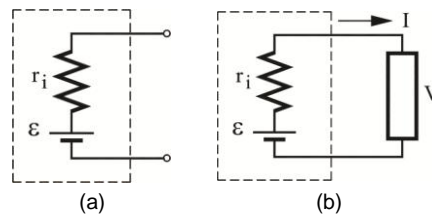
a temperatura. Já no foto-resistor, a variação ocorre devido à intensidade luminosa. Estes componentes são conhecidos como LDR, do inglês *"light dependent resistor"*.

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,  $V_0$ . Consequentemente, se conectamos uma resistência ao gerador, ele deve fornecer uma corrente  $I = V_0/R$ , 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  $\sim 60A$  enquanto uma pilha alguns Amperes. Existem pilhas de diversos tamanhos (AAA, AA, etc.) e de vários tipos (alcalina, recarregável etc.) com características elétricas diferentes.

Figura 2-1 - (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,  $\varepsilon$ , 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  $\varepsilon$  e quando ligada a um resistor (Fig.2-1(b)) é dada pela Eq.1.

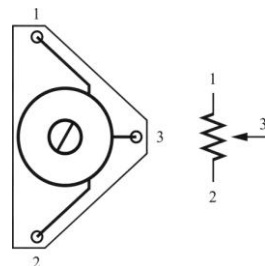
# Experimentos

## 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 2-2 - Esquema de um potenciômetro



Fonte: Elaborada pelo Compilador

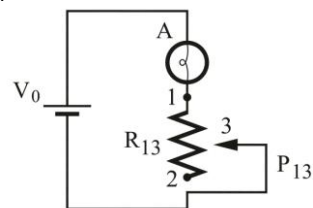
No caso da Fig.2-2, quando a seta se aproxima do ponto 2 a  $R_{13}$  aumenta e  $R_{23}$  diminui.

### Explorando o potenciômetro

**A. Experimento:** Montem o circuito da Fig.2-3(a), usando uma fonte ( $V \sim 10V$ ), uma lâmpada idênticas (6V) e um potenciômetro ( $R_{12} = 220 \Omega$ ).

**A. 1** Girando o cursor no sentido horário o brilho da lâmpada aumenta ou diminui? Conseqüentemente  $R_{13}$  aumenta ou diminui?

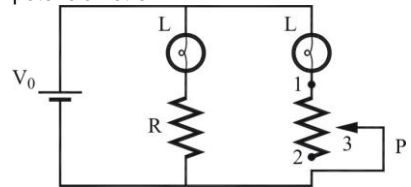
Figura 2-3 – (a) Circuito com uma lâmpada e um potenciômetro



Fonte: Elaborada pelo Compilador

**B. Experimento:** Montem o circuito da Fig.2.3(b) usando uma fonte ( $V \sim 10V$ ), duas lâmpada idênticas (6V, **A** e **B**), um resistor ( $R_A = 100 \Omega$ ) e um potenciômetro ( $R_1 = 220 \Omega$ ).

Figura 2-3 – (b) Circuito Paralelo com um ramo de uma lâmpada e um resistor e outro ramo com uma lâmpada e um potenciômetro



Fonte: Elaborada pelo Compilador

**B.1.** Ajustem o valor do potenciômetro ( $R_{13}$ ) de tal forma a igualar o brilho das lâmpadas **A** e **B**. Neste caso, como  $R_{13}$  e  $R_A$  se comparam?

**B.2.** Usando um Ohmímetro digital, meçam os valores de  $R_A$  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. 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.

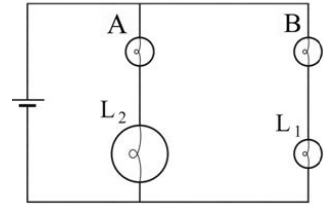
## Experimento:

**A.** Montem o circuito da Fig.2-4 com  $V_0 \sim 10V$ , com três lâmpadas idênticas (**A**, **B** e  $L_1$ ) e mais  $L_2$ , sendo esta uma lâmpada diferente.

**A.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.2-4 é análogo ao da Fig.2-3

Figura 2-4 – Circuito com três lâmpadas idênticas e uma diferente



Fonte: Elaborada pelo Compilador

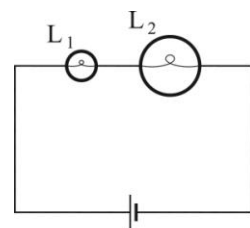
**A.2.** A partir das suas observações o que vocês podem concluir sobre os valores das resistências  $L_1$  e  $L_2$ ? Qual delas é maior?

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,  $I=80mA$  para  $V= 10V$ , logo  $R \sim 125\Omega$  pode ser pensado como o valor típico da resistência da lâmpada  $L_1$ .

**B.1.** Considerem o circuito (Fig.2-5) de duas lâmpadas diferentes  $L_1$  e  $L_2$  conectadas em série e uma fonte com tensão  $V \sim 10V$ .

Observem qual lâmpada tem brilho maior e registrem.

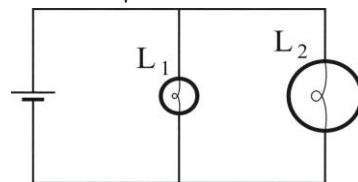
Figura 2-5 – Circuito com duas lâmpadas diferentes em série



Fonte: Elaborada pelo Compilador

**C.1.** Conectem, agora, as duas lâmpadas em paralelo (Fig.2-6) e comparem seus brilhos. Registrem.

Figura 2-6 - Circuito com duas lâmpadas diferentes em paralelo



Fonte: Elaborada pelo Compilador

No experimento **A** (Fig. 2-4) 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  $L_1$ . Desta forma, o circuito da Fig. 2-4 pode ser usado para comparar a resistência de dois elementos ( $L_1$  e  $L_2$ ) sem a necessidade de se usar o Ohmímetro.

Comparem o valor do produto  $V_1 \cdot I_1$  com  $V_2 \cdot I_2$  para o circuito em série (Fig.2-5) da parte **B**.

**Obs.:**

- *Esta comparação deve ser feita somente a partir de suas observações (itens A - C) sem utilizar o voltímetro.*
- *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.*

**D.** Comparem o valor do produto  $V_1 \cdot I_1$  com  $V_2 \cdot I_2$  para o circuito em paralelo (Fig.2-6) da parte **C**.

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.

### III. Fonte de tensão real

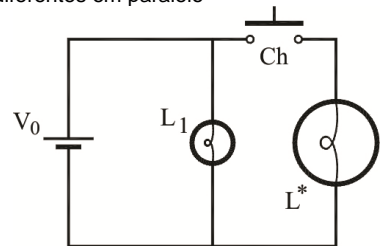
Considerem o circuito da Fig.2-7.

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

**A.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

Figura 2-7 - Circuito com duas lâmpadas diferentes em paralelo



Fonte: Elaborada pelo Compilador

**B.1. Experimento:** Montem o circuito da Fig.2-7 usando a fonte (DC Power Supply, Politem) ajustada a  $V = 10V$ . 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?

**C.1. Experimento:** Remontem o circuito da Fig.2-7 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  $L_1$  muda. Verifiquem se a tensão da fonte muda quando a chave é fechada.

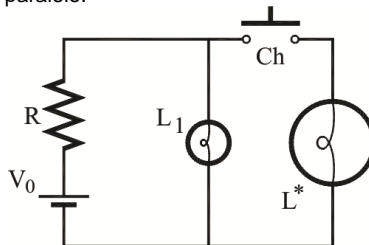
**D.1.** Como vocês podem explicar o fenômeno observado no experimento **C.1**?

**E.1. 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.2-8.

O brilho de  $L_1$  muda quando a chave Ch é fechada? A tensão na lâmpada  $L_1$  se altera?

Figura 2-8 - Circuito com um resistor e duas lâmpadas diferentes, todos em paralelo.



Fonte: Elaborada pelo Compilador

**F.1. Experimento:** Montem o circuito da Fig.2-8 com a fonte *Politerm* e um resistor  $R = 4,7\Omega$ . Registrem os resultados e verifiquem se suas previsões estavam corretas.



**G.1.** Quais as conclusões do grupo a respeito de todas as observações deste item **III**.  
Discutam com um instrutor.

## IV. Divisor de tensão

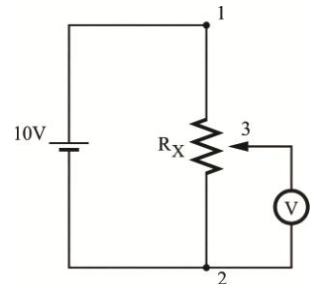
Um divisor de tensão é um circuito comumente utilizado para ajustar o valor da voltagem de saída de um dispositivo, antes de aplicá-lo à entrada de outro.

### Experimento

**A.1.** Montem o circuito ilustrado na Fig.2-9, onde  $R_x$  representa um potenciômetro. Observem a tensão (V) girando cursor do potenciômetro no sentido horário e depois no anti-horário.

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

Figura 2-9 – Circuito com um potenciômetro e um Voltímetro



Fonte: Elaborada pelo Compilador

**A.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 – 10V, aumentando com  $R_x$ .

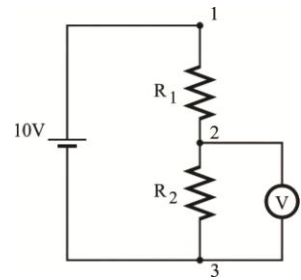
**B.1.** Construam o circuito esquematizado, na Fig.2-10e meçam o valor da tensão  $V$  em função da resistência  $R_2$  usando:

$$V_0 = 10V$$

$$R_1 = 1000\Omega$$

$$R_2 = 470\Omega, 1000\Omega \text{ e } 1500\Omega$$

Figura 2-10 - Circuito com dois resistores em série e um Voltímetro



Fonte: Elaborada pelo Compilador

**C.1.** Obtenham a expressão teórica de  $V$  em termos de  $V_0$ ,  $R_1$  e  $R_2$ .

**D.1.** Calculem os valores esperados relativos aos dados do item B e montem uma tabela comparando os valores experimentais ( $V_{exp}$ ) com os calculados ( $V_{calc}$ )

| $R_1(\Omega)$ | $R_2(\Omega)$ | $V_{exp}(V)$ | $V_{calc}(V)$ |
|---------------|---------------|--------------|---------------|
|               |               |              |               |
|               |               |              |               |
|               |               |              |               |

Comentem: houve boa concordância entre os valores de  $V_{exp}$  e  $V_{calc}$ ?

## V. LDR

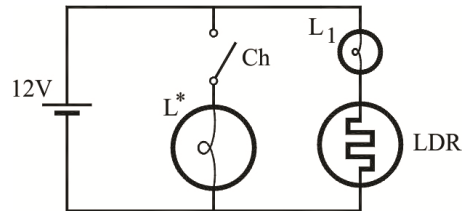
### Experimento

**A.1.** Montem o circuito da Fig.2-11, com uma fonte (V~12V), uma pequena lâmpada ( $L_1$ ) e um LDR (de *Light Dependent Resistor – Resistor dependente de Luz*) 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 2-11 – Circuito Paralelo com duas lâmpadas diferentes e um LDR



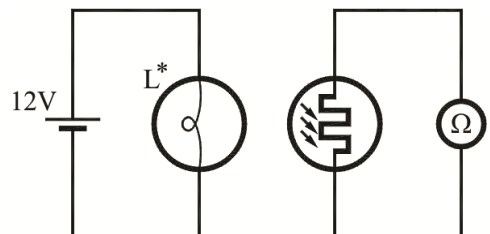
Fonte: Elaborada pelo Compilador

**A.2.** A partir de suas observações, a resistência do LDR varia quando ele é iluminado? Caso afirmativo, como?

**B.1.** Utilizando um ohmímetro meçam a resistência, na Fig.2-12, do LDR,  $R_{LDR}$ , com e sem luz de  $L^*$ .

Vocês conseguem explicar porque a lâmpada  $L_1$  está apagada quando  $L^*$  está desligada (parte A)?

Figura 2-12 - Circuito com uma lâmpada que pode iluminar um LDR que está ligado a um Ohmímetro

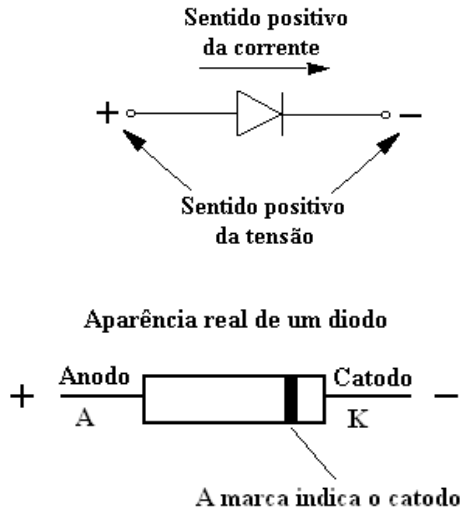


Fonte: Elaborada pelo Compilador

## VI. Diodos e LEDs

Diodos são componentes eletrônicos com dois terminais (anodo e catodo, ou A e K) tal como ilustrados na Fig.2-13. Também são conhecidos como diodos semicondutores e são construídos com semicondutores cristalinos (normalmente, silício ou germânio).

Figura 2-13 – Esquema e aparência real de um diodo



Fonte: Elaborada pelo Compilador

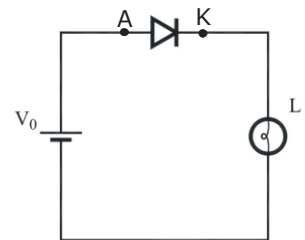
**Experimento:**

**A. Características Básicas**

**A.1.** Montem o circuito de um diodo ligado em série a uma fonte ( $V_0 \sim 4V$ ) e uma lâmpada, com o terminal **A** (anodo) do diodo ligado ao terminal positivo (+) da fonte (Fig.2-14).

Há passagem de corrente no circuito? Justifiquem.

Figura 2-14 – Circuito com um diodo e uma lâmpada



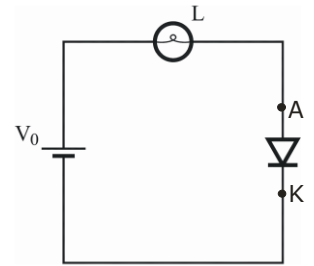
Fonte: Elaborada pelo Compilador

**A.2.** Considerem, agora, esta outra montagem do diodo com a

Figura 2-15 - Circuito com uma lâmpada e um diodo

lâmpada, tal como na Fig.2-15.

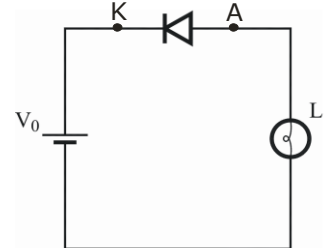
Há passagem de corrente no circuito? Justifiquem.



Fonte: Elaborada pelo Compilador

**A.3.** Nesta nova montagem do diodo com a lâmpada, tal como na Fig.2-16, há passagem de corrente no circuito? Justifiquem.

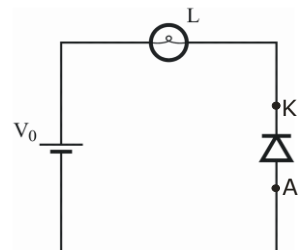
Figura 2-16 - Circuito com um diodo e uma lâmpada



Fonte: Elaborada pelo Compilador

**A.4.** Na montagem do diodo com a lâmpada, da Fig.2-17. Há passagem de corrente no circuito? Justifiquem.

Figura 2-17 - Circuito com uma lâmpada e um diodo

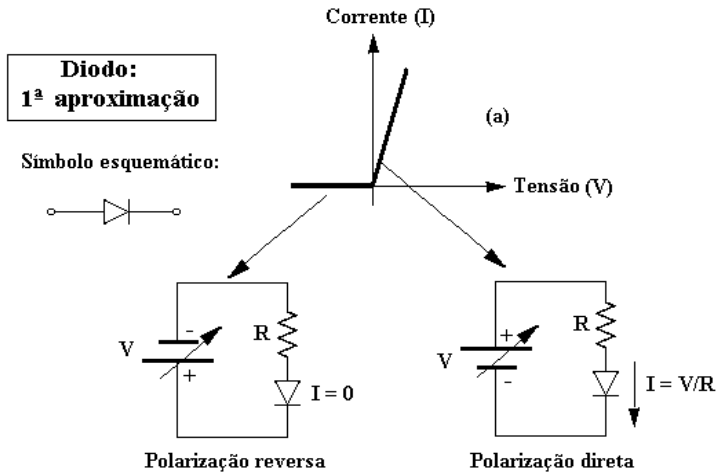


Fonte: Elaborada pelo Compilador

**A.5.** Voltando a configuração original (Fig.2-14) meçam as tensões  $V_0$ ,  $V_D$  e  $V_L$  (na fonte, do diodo e da lâmpada, respectivamente). A segunda lei 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 2-18 – Curva I x V de um diodo na polarização direta e na reversa



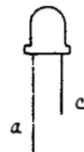
Fonte: Elaborada pelo Compilador

O diodo é um componente que tem uma curva I x 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.2-18).

**B.1.** Repitam o experimento anterior (**A.1e A2**) substituindo o diodo por um **LED** (de *light-emitting diodes* = diodo emissor de luz) (Fig.2-19).

Compare suas observações com as do Experimento **A.1e A.2**

Figura 2-19 – Aparência de um LED



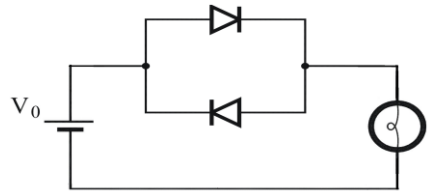
Fonte: Elaborada pelo Compilador

**CAUIDADO!** Os LEDs são muito sensíveis e queimam facilmente com corrente maior que ~ 30mA. **NÃO LIGUEM OS LEDS SEM A PRESENÇA DE UMA LÂMPADA (OU DE UM RESISTOR.)** **Não excedam** o valor da tensão da fonte sugerido ( $V_0 \sim 4V$ ).

Os LEDs têm inúmeras aplicações em eletrônica. Neste curso usaremos dois LEDs de cores diferentes invertidos (tal como indicado ao lado) para indicar o sentido da corrente.

**C.1.** Montem o circuito ao lado (Fig.2-20) e observem o que ocorre num circuito em série com estes LEDs ligados a uma pequena lâmpada e a uma fonte ( $V_0 \sim 4V$ ). O que ocorre quando a polaridade da fonte é invertida?

Figura 2-20 – Circuito com dois LEDs em paralelo e invertidos ligados em série com uma lâmpada



Fonte: Elaborada pelo Compilador

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

## VII. Portas lógicas (Optativo)

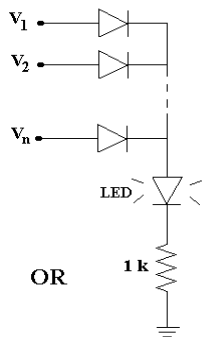
Circuitos digitais são circuitos eletrônicos que baseiam o seu funcionamento na lógica binária, em que toda a informação é guardada e processada sob a forma de zero (0) e um (1). Esta representação é conseguida usando dois níveis discretos de Tensão elétrica. Normalmente associa-se a tensão +5V (na verdade  $V \sim +5$ ) ao número 1 (binário) e a tensão 0 ( $V \sim 0$ ) ao número 0. Desta maneira dizemos que a porta realiza uma operação lógica.

Como uma ilustração da aplicação de diodos e LEDs, vamos mostrar que eles podem ser utilizados na construção de portas lógicas, que são elementos básicos essenciais nos circuitos digitais. Dois exemplos de portas: OR e NAND são vistos nas Fig.2-21 e Fig. 2-22.

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

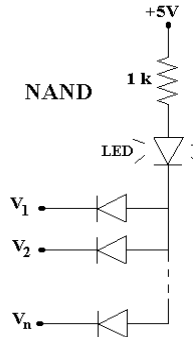
**A.1.** Analisem o circuito da porta OR (Fig.2-21). Em cada situação o LED vai estar aceso (*on*) ou apagado (*off*)? Preencha a terceira coluna da tabela. Por exemplo, no caso  $V_1=0V$  e  $V_2=+5V$ . O LED vai estar *on* ou *off*?

Figura 2-21 – Circuito da porta OR



| V <sub>1</sub> | V <sub>2</sub> | LED |
|----------------|----------------|-----|
| 0              | 0              |     |
| 0              | +5             |     |
| +5             | 0              |     |
| +5             | +5             |     |

Figura 2- 22 - Circuito da porta NAND



| V <sub>1</sub> | V <sub>2</sub> | LED |
|----------------|----------------|-----|
| 0              | 0              |     |
| 0              | +5             |     |
| +5             | 0              |     |
| +5             | +5             |     |

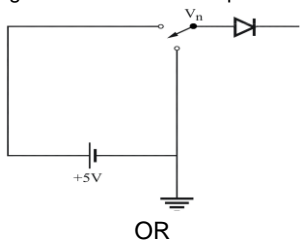
Fonte: Elaborada pelo Compilador

**B.1.** Idem para o circuito da porta NAND.

**Experimento:**

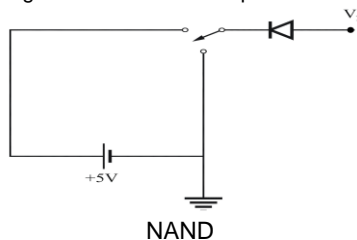
**C.1** Montem o circuito da porta OR (Fig.2-23) usando uma fonte de tensão com  $V_0=5V$  e verifiquem experimentalmente as 4 situações da tabela. Notem que o circuito deve ter uma “chave” que permita ligar os pontos  $V_1$  e  $V_2$  as tensões +5V ou 0V (terra). Na verdade um simples cabo com duas bananas faz o papel da chave (vide Fig.2-23).

Figura.2-23 - Circuito da porta OR



Fonte: Elaborada pelo Compilador

Figura.2-24 - Circuito da porta NAND



Fonte: Elaborada pelo Compilador

As Fig.2-23 e 2-24 ilustram como cada uma das entradas ( $V_1$  ou  $V_2$ ) pode ser conectada em cada circuito. Conforme solicitado pela tabela devemos ligar  $V_n$  ( $V_1$  e  $V_2$ ) em +5V ou em 0V (terra).

**C.2.** Os resultados observados estão de acordo com as previsões de **A.1**?



**C.3.** Idem ao anterior para o caso da porta NAND (vide Fig.2-24).

**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:  $4.7\Omega$ ,  $100\Omega$ ,  $220\Omega$ ,  $470\Omega$ ,  $1.5k\Omega$  (1 unidade)  $1k\Omega$  (2 unidades)
- Potenciômetros:  $220\Omega$  e  $50\Omega$
- 1 diodo, 2 LEDs e 1 conjunto com LEDs invertidos
- LDR
- Fonte DC (eliminador de pilha)
- Fonte do tipo “DC Power supplyoliterm”
- 2 multímetros
- 2 pilhas grandes (D)
- 2 suportes de 1 pilha
- 1 chave
- Placa de circuitos, cabos banana – banana, etc.

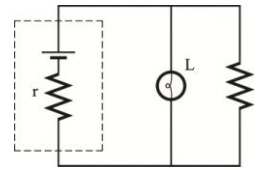
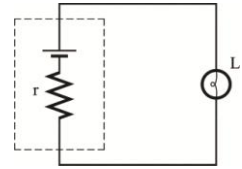
## Exercícios

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  $5\Omega$  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.

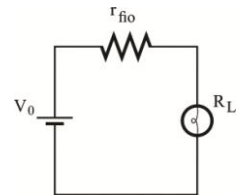
c) Imagine que a bateria esteja “em curto”, ou seja, ligada a resistência de baixo valor, tal como mostrado ao lado. Encontre o valor resistência  $R$  deste resistor para que a lâmpada ainda brilhe.



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.

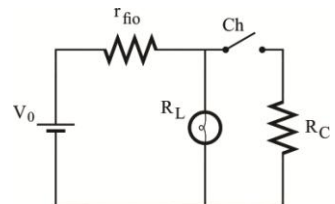
2) Considere o circuito ao lado onde temos uma fonte de tensão  $\varepsilon=100\text{V}$  uma lâmpada de  $100\text{W}$  com resistência  $R_L$ . Como a lâmpada está bem distante da fonte a resistência do fio não é desprezível,  $r = 0.2\Omega$ .

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 ( $\varepsilon$ ), 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  $100\text{W}$ , e um chuveiro de  $5000\text{W}$ . 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 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. 12,6V 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.

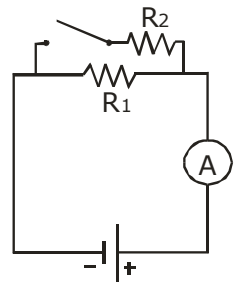
**a)** O que acontece com a leitura do amperímetro quando a chave é fechada?

**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?

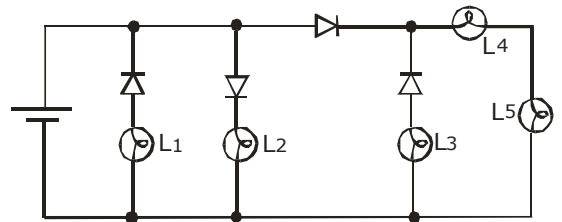


6) Utilizando apenas uma lâmpada, um LED e uma bateria, como se poderia descobrir o sentido da corrente? Esquematize o circuito e justifique sua resposta.

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

**a)** acendem

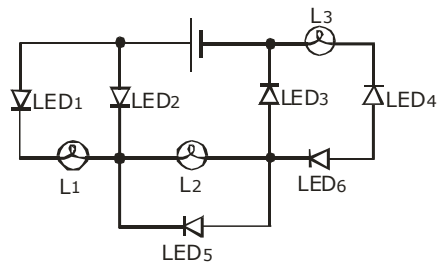
**b)** não acendem



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

**a)** quais LEDs acendem ou não

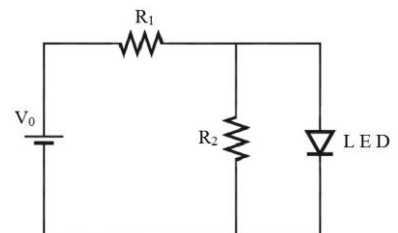
**b)** quais Lâmpadas acendem ou não



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 Kirchhoff é válida?

