

PRODUTO EDUCACIONAL

**MONTAGEM EXPERIMENTAL DE UM RELÉ
FOTOELÉTRICO DIDÁTICO PARA O ENSINO MÉDIO**

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	1
PLANEJAMENTO	1
AULA 1	4
AULA 2	4
AULA 3	5
AULA 4	5
AULA 5	6
AULA 6	6
AULA 7	7
AULA 8 – 14	7
APÊNDICE A: PLANO DE ENSINO	8
APÊNDICE B: ROTEIRO EXPERIMENTAL DO RELÉ FOTOELÉTRICO DIDÁTICO	15
APÊNDICE C: ROTEIRO EXPERIMENTAL DO SENSOR DE PRESENÇA INVERTIDO	25
APÊNDICE D: ROTEIRO EXPERIMENTAL DO RELÉ FOTOELÉTRICO INDUSTRIAL	29
APÊNDICE E: QUESTIONÁRIO	35
ANEXO A: COMPONENTES ELETRÔNICOS	37

APRESENTAÇÃO

Ao professor,

Este material é composto pelo planejamento de sete aulas de cinquenta minutos cada, destinadas para a discussão de fenômenos envolvendo alguns conceitos elementares da Eletrostática e Eletrodinâmica.

Entre a oitava até a décima quarta aula foram reservados um espaço para a montagem experimental do Relé Fotoelétrico Didático e discussão do efeito da fotocondutividade.

PLANEJAMENTO

As estratégias de ensino aqui introduzidas estão embasadas no movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e na Teoria da Transposição Didática. O nosso intuito é colaborar para a formação de uma cultura científica, por meio de aulas experimentais e simulações computacionais.

Motivaremos a participação ativa de nossos alunos na construção de seu próprio conhecimento por meio de situações problemas, através de seus conhecimentos prévios e da montagem experimental.

Dividimos os conceitos básicos para a discussão e montagem do Relé Fotoelétrico Didático em sete (07) aulas (ver apêndice A – Sequência de Aulas):

- Aula 1 – Carga elétrica – Mostramos o desenvolvimento da teoria atômica até os dias atuais, pois precisaremos discutir a interação da luz com a matéria em nível atômico.
- Aula 2 – Condutores e isolantes, processos de eletrização – Precisamos discutir os semicondutores (LDR), entender o conceito de elétrons de condução.
- Aula 3 – Lei de Coulomb – Compreender a interação entre duas cargas elétricas.
- Aula 4 – Campo elétrico – Entender como uma carga elétrica influencia uma região em torno de si.

- Aula 5 – Corrente elétrica – Compreender que a corrente elétrica é o resultado do movimento ordenado de cargas elétricas, que só vai ocorrer se houver uma diferença de potencial.
- Aula 6 – Resistência elétrica – Visa compreender um resistor ôhmico.
- Aula 7 – Descrever as grandezas que influenciam na resistência elétrica de um condutor. Discutir a resistividade e condutividade elétrica, fazendo uma relação entre elas.

AULAS 8 A 14

Para atingir o objetivo principal do presente trabalho, que é a montagem do Relé Fotoelétrico Didático e discutir o efeito da fotocondutividade, passamos ao segundo tópico do desenvolvimento do projeto de ensino, a parte experimental, descrita abaixo e de forma mais detalhada no plano de ensino (apêndice A) e no roteiro experimental no apêndice B.

- Aula 8 – Apresentação do Relé Fotoelétrico Industrial preparado pelo professor e discussão sobre como as lâmpadas dos postes de iluminação pública acendem. Buscamos discutir as vantagens e desvantagens dessa tecnologia para a sociedade e o ambiente (conforto, eficiência, economia, profissões extintas, e outras), por meio de leituras complementares (ver plano de ensino apêndice A).
- Aula 9 – Montagem experimental do Relé Fotoelétrico Didático pelos alunos seguindo o roteiro experimental do apêndice B.
- Aula 10 – Discussão das Questões Problemas (plano de ensino, apêndice B), onde os alunos irão responder com base em seus conhecimentos prévios, construídos na etapa inicial. Lembrando que nessas discussões os alunos não precisam responder todas as questões corretamente e que o professor deve ajuda-los para que seus conceitos possam evoluir.
- Aula 11 – Continuação da discussão das Questões Problemas. Apresentação do Sensor de Presença Invertido (roteiro experimental, apêndice C) para auxiliar a comprovação experimental da variação da resistência elétrica. Fazer a demonstração virtual da ocorrência do

efeito da **fotocondutividade** através do Applet: PHET- Physics Educational Technology.

- Aulas 12 e 13 – Mostrar o circuito do Relé Fotoelétrico Didático do ponto de vista técnico por meio da utilização do software MultiSIM BLUE.
- Aula 14 – Apresentar o Questionário (ver apêndice E) para avaliar o trabalho e reforçar a aprendizagem.

Foram necessárias quatorze (14) aulas para desenvolver o projeto de ensino.

O desenvolvimento desse trabalho não compromete o planejamento anual do ensino de Física, pois não precisa fazer uma ruptura do que se costuma ensinar para propor o seu ensino, pois os temas tidos como tradicionais são utilizados como pré-requisitos.

A seguir são apresentados os roteiros de aulas referentes as oito (08) aulas iniciais.

Aula 1

Objetivo Geral

Compreender o que é carga elétrica.

Objetivos específicos

- ✓ Compreender o conceito de átomo ao longo da história desde Demócrito e Leucipo até Bohr;
- ✓ Conceituar carga elétrica elementar;
- ✓ Conceituar carga elétrica de um corpo.

Conteúdo

Carga elétrica

Metodologia

Aula expositiva dialogada.

Avaliação

Participação efetiva dos alunos durante a discussão do tema proposto.

Aula 2

Objetivo Geral

Entender os processos de eletrização

Objetivos específicos

- ✓ Definir isolantes;
- ✓ Definir semicondutores;
- ✓ Definir condutores.
- ✓ Conhecer os processos de eletrização de um corpo;
- ✓ Enunciar o princípio de conservação da carga elétrica.

Conteúdo

Condutores e isolantes.
Processos de eletrização de um corpo.

Metodologia

Aula expositiva dialogada.

Avaliação

Participação efetiva dos alunos durante a discussão do tema.

Aula 3

Objetivo Geral

Compreender a Lei de Coulomb.

Objetivos específicos

- ✓ Discutir as variáveis que interferem na intensidade da força elétrica;
- ✓ Analisar vetorialmente a força elétrica entre duas cargas puntiformes.

Conteúdo

Força elétrica.

Metodologia

Aula expositiva dialogada.

Avaliação

Participação efetiva dos alunos durante a discussão do tema proposto.

Aula 4

Objetivo Geral

Compreender como uma carga elétrica influencia a região do espaço em sua volta.

Objetivos específicos

- ✓ Conceituar campo elétrico;
- ✓ Representar as linhas de força do vetor campo elétrico gerado por cargas pontuais;
- ✓ Conceituar campo elétrico uniforme;
- ✓ Representar as linhas de força do vetor campo elétrico uniforme.

Conteúdo

Campo elétrico.

Metodologia

Aula expositiva dialogada.

Avaliação

Participação efetiva dos alunos durante a discussão do tema proposto.

Aula 5

Objetivo Geral

Compreender corrente elétrica.

Objetivos específicos

- ✓ Conceituar corrente elétrica;
- ✓ Conceituar diferença de potencial (ddp);
- ✓ Calcular a intensidade de corrente elétrica em um fio condutor;
- ✓ Diferenciar o sentido real do sentido convencional da corrente elétrica;
- ✓ Conhecer os efeitos da corrente elétrica.

Conteúdo

Corrente elétrica.

Metodologia

Aula expositiva dialogada e experimental.

Avaliação

Participação efetiva dos alunos durante a discussão do tema proposto.

Aula 6

Objetivo Geral

Estudo dos resistores.

Objetivos específicos

- ✓ Conceituar resistor e resistência elétrica.

Conteúdo

Resistência elétrica.

Metodologia

Aula expositiva dialogada e experimental.

Avaliação

Participação efetiva dos alunos durante a discussão do tema proposto.

Aula 7

Objetivo Geral

Compreender os fatores que influenciam na resistividade elétrica.

Objetivos específicos

- ✓ Conceituar resistividade elétrica;
- ✓ Relacionar resistência e resistividade elétrica;
- ✓ Conceituar condutividade elétrica;
- ✓ Relacionar resistividade e condutividade elétrica.

Conteúdo

Resistividade e condutividade elétrica.

Metodologia

Aula expositiva dialogada e experimental.

Avaliação

Participação efetiva dos alunos durante a discussão do tema proposto e resolução de questões e problemas.

Aula 8

Objetivo Geral

Montagem experimental do Relé Fotoelétrico Didático.

Objetivos específicos

- ✓ Realizar a montagem experimental do Relé Fotoelétrico Didático;
- ✓ Discutir a fotocondutividade por meio do Relé Fotoelétrico Didático.

Conteúdo

Fotocondutividade.

Metodologia

Aula experimental.

Avaliação

Participação efetiva dos alunos durante a discussão do tema proposto e resolução de questões e problemas (maiores detalhes no plano de Ensino Apêndice A e Roteiro Experimental Apêndice B).

Para a ministração dessas aulas se faz necessário consultar os apêndices A e B.

CENTRO DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS DE ARAGARÇAS

PROFESSOR: JOÃO GOMES DA SILVA

DISCIPLINA: FÍSICA

TURNO NOTURNO

4º SEMESTRE DO ENSINO MÉDIO. TURMA (A)

Apêndice A: Plano de Ensino

Docente: João Gomes da Silva

Tema: Fotocondutividade

FOTOCONDUTIVIDADE E A INTERAÇÃO DA LUZ COM OS SEMICONDUTORES

A fotocondutividade é a variação da condutividade elétrica em alguns materiais quando expostos a algum tipo de radiação eletromagnética como a luz (BRITÂNICA, 2006).

Radiação eletromagnética é um tipo de energia que interage com a matéria em uma grande variedade de maneiras. Um entendimento de certas interações requer que a radiação seja considerada como sendo pequenos pacotes de energia (fóton) se movendo no espaço na forma de onda. Quando a luz é absorvida por um material (semicondutor) o número de elétrons livres aumenta, e conseqüentemente a condutividade do material. Isso ocorre somente se a energia da radiação luminosa for suficiente para elevar os elétrons da banda de valência, região onde os elétrons estão fortemente presos ao núcleo atômico, para a banda de condução região onde os elétrons se comportam como elétrons de condução (SHACKELFORD, 2008, P. 384).

O valor de cada pacote de energia (fóton) que chega ao semicondutor obedece a relação $E = h.f$, onde:

- ✓ E é a energia transmitida por um fóton;
- ✓ h é a constante de Planck ($h = 6,63.10^{-34}$ J.s);
- ✓ f é a frequência da radiação luminosa.

Supondo que n fótons atinjam o semicondutor, então a energia total transmitida será: $E = nhf$.

Como cada faixa do espectro luminoso tem uma frequência e um comprimento de onda característico, equivale dizer que quanto menor o comprimento de onda, maior será sua frequência e como conseqüência, maior a energia do fóton que será transmitida ao elétron.

Com a incidência de luz em materiais semicondutores, a resistência desses materiais diminui drasticamente, passando da ordem de mega-ohms para algumas dezenas de ohms. Isso ocorre porque a luz interage com a matéria na forma de pacotes de energia luminosa (fótons) que são capazes

de retirar os elétrons da banda de valência e promove-los à banda de condução, com isso os elétrons apresentam uma maior mobilidade, contribuindo para o aumento de sua condutividade elétrica.

Com a ausência da luz a resistência retorna aos valores iniciais (megaohms). Agora os elétrons que estavam livres na banda de condução retornam à banda de valência ficando novamente presos pelas forças subatômicas que os prendem aos núcleos dos átomos, contribuindo para a diminuição de sua condutividade elétrica. Essa é uma particularidade dos semicondutores, dentre eles podemos citar o sulfeto de cádmio, que é utilizado para a fabricação do LDR (*do inglês – Light Dependet Resistor*), o que lhe permite ser muito útil para a construção dos relés fotoelétricos que são aparelhos utilizados para acender e apagar as luzes públicas, de acordo com a luminosidade recebida.

OBJETIVOS GERAIS:

- Compreender a ocorrência do fenômeno da fotocondutividade e sua aplicação na construção do Relé Fotoelétrico Industrial e Relé Fotoelétrico Didático.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Montar experimentalmente o Relé Fotoelétrico Didático;
- Descrever o funcionamento do Relé Fotoelétrico Didático;
- Conhecer os elementos do circuito elétrico e suas respectivas funções, principalmente o LDR;
- Descrever os conceitos físicos relacionados ao átomo e sua estrutura, corrente elétrica, resistência elétrica, diferença de potencial elétrico, condutividade, onda eletromagnética (luz), fóton e fotocondutividade;
- Montar experimentalmente o Sensor de Presença Invertido;
- Definir fotocondutividade.

CONTEÚDO

- Corrente elétrica;
- Diferença de potencial elétrico (tensão elétrica).
- Resistência elétrica;
- Resistividade e condutividade elétrica;
- Fotocondutividade;
- Fóton;

DESENVOLVIMENTO DO TEMA:

AULA 1 – 50 min

Introduziremos a aula por meio da seguinte situação problema: como são ligadas (acesas) as lâmpadas dos postes de iluminação pública?

Em sequência, avaliaremos as respostas (possíveis maneiras de acender as luzes dos postes de iluminação pública) apresentadas pelos alunos.

Em ato contínuo apresentamos o Relé Fotoelétrico Industrial como opção para o acionamento da luz dos postes de iluminação pública.

Discutiremos brevemente o funcionamento do Relé Fotoelétrico Industrial, por meio de alguns questionamentos.

Para finalizar faremos leituras de textos complementares (ILUMINAÇÃO PÚBLICA; PROFISSÕES EXTINTAS; GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA), com o objetivo de contribuir para a discussão sobre o impacto da ciência e tecnologia em nossa sociedade.

AULA 2 – 50 min

Apresentaremos um roteiro experimental detalhado para a montagem do Relé Fotoelétrico Didático, que se encontra no apêndice C desta dissertação. Essa montagem experimental será realizada pelos próprios alunos (em grupos).

AULA 3 – 50 min

Discussão das QUESTÕES PROBLEMAS (letras A a G) contidas no roteiro experimental do Relé Fotoelétrico Didático com objetivo de potencializar discussões dos conceitos físicos inerentes ao experimento.

Demonstração experimental (indireta) da variação da condutividade elétrica do LDR com o auxílio do Sensor de Presença Invertido.

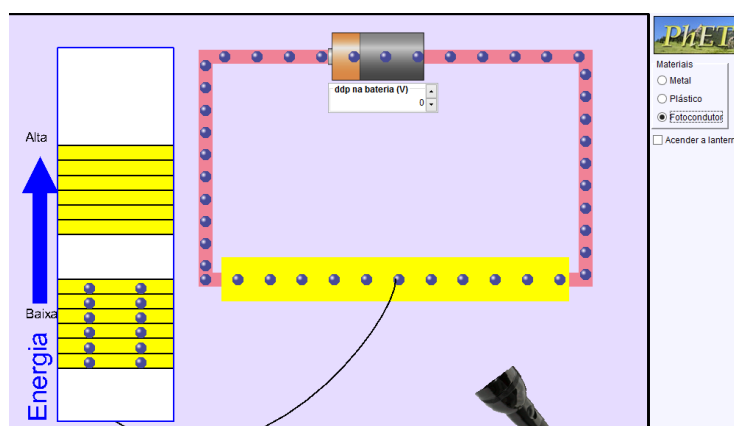
AULA 4 – 50 min

Continuação da discussão das questões problemas (letra G).

Definição de **fotocondutividade**.

Demonstração virtual da ocorrência do efeito da **fotocondutividade** através do Applet: PHET- Physics Educational Technology. O acesso pode ser feito através do Link: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/conductivity>. A simulação encontra-se ilustrada na figura 1.

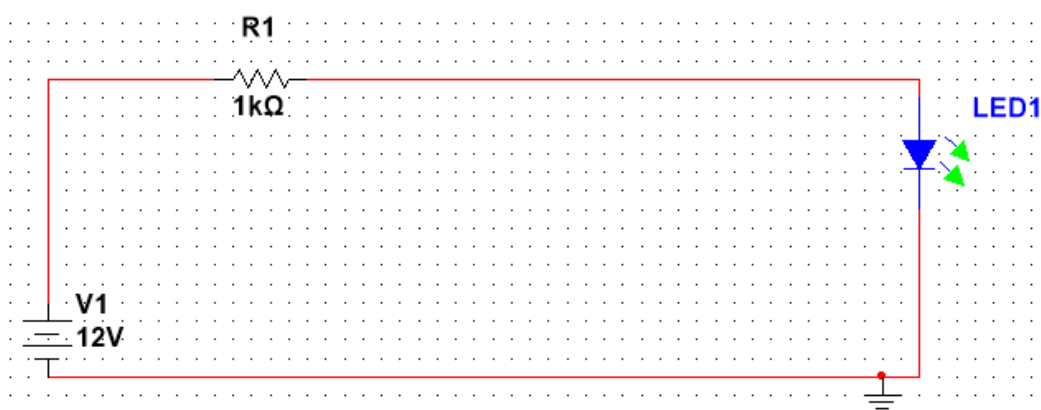
FIGURA A1. Simulador virtual da condutividade



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/conductivity.

AULAS 5 – 100 min

Revisão das QUESTÕES PROBLEMAS por meio da utilização do software MultiSIM BLUE com o objetivo de reforçar os conceitos físicos estudados.

FIGURA A2. Circuito elétrico simples construído com o auxílio do software MultiSIM

Fonte: Próprio autor.

AULA 6 – 50 min

Utilização do QUESTIONÁRIO para reforçar os conceitos físicos estudados. Objetivando uma melhor compreensão do tema iremos fazer uma leitura complementar intitulada: LDR. O acesso pode ser feito através do Link: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/LDR>>.

RECURSOS DIDÁTICOS:

Quadro, giz, apagador, data show, multímetro, simulador virtual MultiSIM BLUE e roteiros experimentais (Relé Fotoelétrico Industrial, Relé Fotoelétrico Didático e Sensor de Presença Invertido).

AVALIAÇÃO:

Análise das respostas apresentadas pelos alunos por escrito das perguntas contidas em um breve questionário aplicado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, R. O.; SEABRA, A. C. **Utilizando Eletrônica**. 2ª edição. Ed. Érika, 2013. N° pag. 204.

BRITÂNICA, 2006. <http://global.britannica.com/science/photoconductivity>. Acesso em: 10/07/2014.

CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C. **Física Moderna Experimental**. 2ª edição. Ed. Manoele, 2007. N° pag. 132.

EISBERG, R.; RESNICK, R. **Física Quântica**. 23ª edição. Ed. Campus, 2005. N° pag. 928.

GASPAR, A. **Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental**. 1ª edição. Ed. Ática, 2005. N° pag. 328.

GERAÇÃO de Energia Elétrica. 2013. <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=maior-hidreletrica-do-mundo-africa#.VwkFQfkrLIU>. Acesso em 29/01/ 2016.

GUIMARÃES, Osvaldo; PIQUEIRA, José Roberto; CARRON, Wilson. **Física**. 1ª edição. Ed. Ática, 2014. N° pag. 295.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 11ª edição. Ed. Bookman, 2011. N° pag. 743.

ILUMINAÇÃO Pública. São Paulo, 2014. <<http://mundoestranho.abril.com.br/materia/como-sao-ligadas-as-luzes-publicas>>. Acesso em 29/01/ 2016.

LDR.<<https://pt.wikipedia.org/wiki/LDR>>. Acesso em 26/10/ 2015.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de Física** 1ª edição. Ed. Scipione, 2012. N° pag.448.

MULTISIM BLUE. Ausntin, 2014. www.ni.com/multisim/try/pt/. Acesso em: 25/10/2015.

PROFISSÕES Extintas. 2016 <http://www.revistadehistoria.com.br/secao/havia-vagas/acendedor-de-lampioes-e-cocheiro>. Acesso em: 03/03/2016.

UFABC. São Paulo, 2012. Disponível em: http://pibid.ufabc.edu.br/II_simposio/resumos/14.pdf. Acesso em 18/07/ 2014.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO ARAGUAIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Apêndice B: Roteiro experimental do Relé Fotoelétrico Didático

Mestrando: João Gomes da Silva

Professor Dr. Arian Paulo de Almeida Moraes

Junho - 2015

1 - INTRODUÇÃO

A montagem do relé Fotoelétrico Didático será uma ferramenta para provocar discussões com alunos do 4º Semestre do Ensino Médio, relacionados a fotocondutividade e suas aplicações, por meio da formulação de situações problemas pelo professor, com a finalidade de potencializar o surgimento de conjecturas, culminando com o teste de hipóteses e formação de conceitos.

2 - OBJETIVOS

Demonstrar experimentalmente o efeito da fotocondutividade.

3 - DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

A fotocondutividade é a variação da condutividade elétrica em alguns materiais quando expostos a algum tipo de radiação eletromagnética como a luz (BRITÂNICA, 2006).

Radiação eletromagnética é um tipo de energia que interage com a matéria em uma grande variedade de maneiras. Um entendimento de certas interações requer que a radiação seja considerada como sendo pequenos pacotes de energia (fóton) se movendo no espaço na forma de onda. Quando a luz é absorvida por um material (semicondutor) o número de elétrons livres aumenta, e conseqüentemente a condutividade do material. Isso ocorre somente se a energia da radiação luminosa for suficiente para elevar os elétrons da banda de valência, região onde os elétrons estão fortemente presos ao núcleo atômico, para a banda de condução região onde os elétrons se comportam como elétrons de condução (SHACKELFORD, 2008, P. 384).

O valor de cada pacote de energia (fóton) que chega ao semicondutor obedece a relação $E=h.f$, onde:

- ✓ E é a energia transmitida por um fóton;
- ✓ h é a constante de Planck ($h = 6,63.10^{-34}$ J.s);
- ✓ f é a frequência da radiação luminosa.

Supondo que n fótons atinjam o semicondutor, então a energia total transmitida será: $E = nhf$.

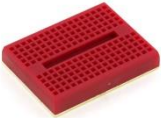
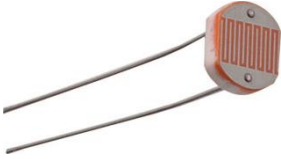




Como cada faixa do espectro luminoso tem uma frequência e um comprimento de onda característico, equivale dizer que quanto menor o comprimento de onda, maior será sua frequência e como consequência, maior a energia do fóton que será transmitida ao elétron.

Com a incidência de luz em materiais semicondutores, a resistência desses materiais diminui drasticamente, passando da ordem de mega-ohms para algumas dezenas de ohms. Isso ocorre porque a luz interage com a matéria na forma de pacotes de energia luminosa (fótons) que são capazes de retirar os elétrons da banda de valência e promove-los à banda de condução, com isso os elétrons apresentam uma maior mobilidade, contribuindo para o aumento de sua condutividade elétrica.

Com a ausência da luz a resistência retorna aos valores iniciais (mega-ohms). Agora os elétrons que estavam livres na banda de condução retornam à banda de valência ficando novamente presos pelas forças subatômicas que os prendem aos núcleos dos átomos, contribuindo para a diminuição de sua condutividade elétrica. Essa é uma particularidade dos semicondutores, dentre eles podemos citar o sulfeto de cádmio, que é utilizado para a fabricação do LDR (*do inglês – Light Dependet Resistor*), o que lhe permite ser muito útil para a construção dos relés fotoelétricos que são aparelhos utilizados para acender e apagar as luzes públicas, de acordo com a luminosidade recebida.

4 - MATERIAIS UTILIZADOS

TABELA 1. Materiais Utilizados

ITEM	IMAGEM
PROTOBOARD	 A red protoboard with a grid of holes and a central channel for components.
LDR (do inglês – Light Dependent Resistor)	 A circular LDR sensor with a grid of resistive elements and two long leads.
TRIMPOT	 A blue trimmer potentiometer with a central wiper and two outer terminals, and two leads.
Transistor BC548B	 A black BC548B transistor with three leads.
LED (do inglês – Light Emitting Diode)	 A small LED diode with two leads.
Bateria de 9 Volts	 A blue 9V battery with two terminals.

Informações adicionais sobre os componentes eletrônicos encontra-se no anexo A.

5 - DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

Coloque a protoboard sobre uma mesa.

FIGURA B1. Protoboard



Fonte: Próprio autor

Para uma melhor compreensão sobre os procedimentos para a conexão dos demais componentes (trimpot, LDR, transístor BC548B e bateria de 9 volts) utilizaremos pares ordenados do tipo: (LETRA, NÚMERO), como por exemplo (A,1) para identificar o local correto onde os componentes devem ser inseridos.

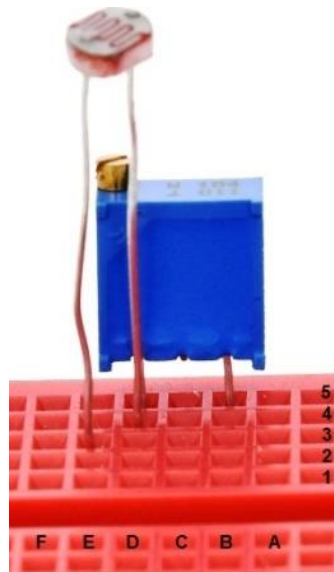
Conecte os terminais laterais do TRIMPOT nos pontos (D,5) e (B,5) da protoboard.

FIGURA B2. Protoboard e Trimpot



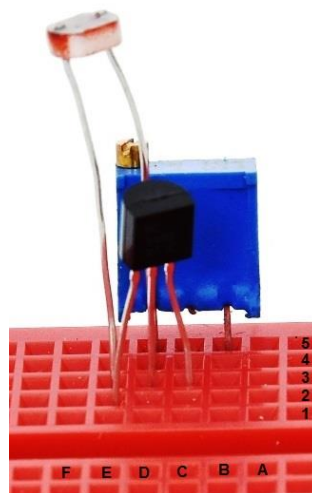
Fonte: Próprio autor

Conecte os terminais do LDR nos pontos (D,4) e (E,3) na protoboard.

FIGURA B3. Protoboard, Trimpot e LDR

Fonte: Próprio autor

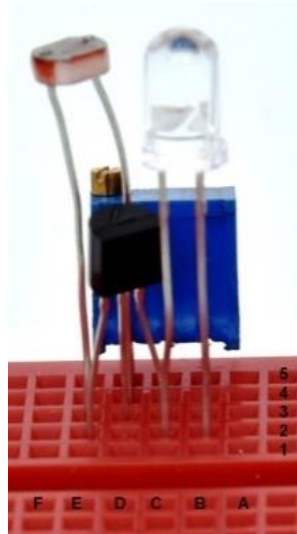
Conecte o transístor BC548B da seguinte maneira, no ponto (E,2) da protoboard o terminal do coletor, no ponto (D,3) e o terminal da base e no ponto (C,3) o terminal do emissor.

FIGURA B4. Protoboard, LDR e Transístor BC548B

Fonte: Próprio autor

Conecte o catodo do LED (que é seu terminal menor) no pontos (C,2) da protoboard e no ponto (B,2) o anodo (que é seu terminal maior).

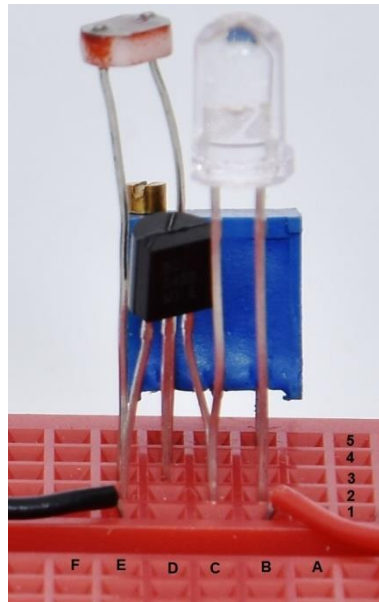
FIGURA B5. Protoboard, Trimpot, LDR, Transistor BC548B e LED



Fonte: Próprio autor

No ponto (E,1) ligue o polo negativo da bateria de 9 Volts e no ponto (B,1) o polo positivo.

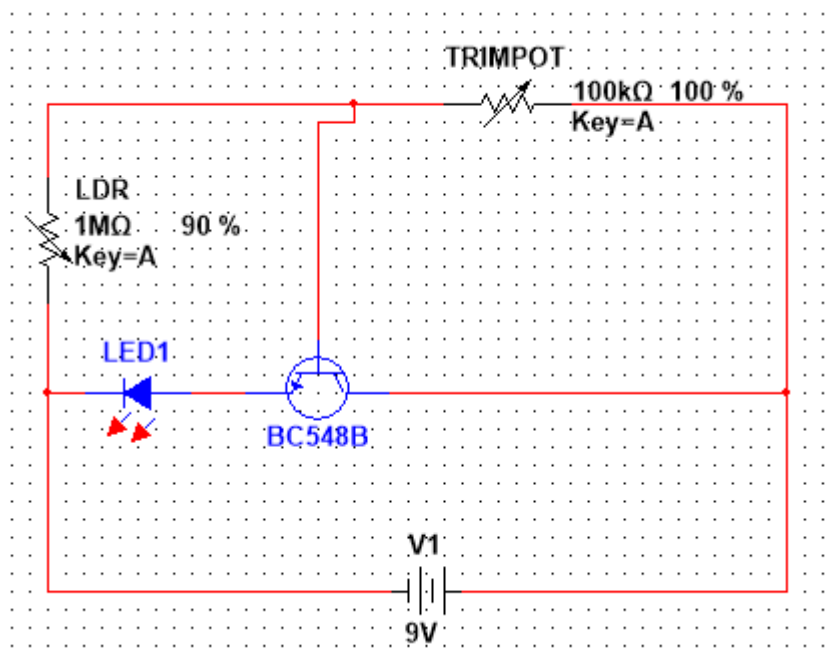
FIGURA B6. Relé Fotoelétrico Didático



Fonte: Próprio autor

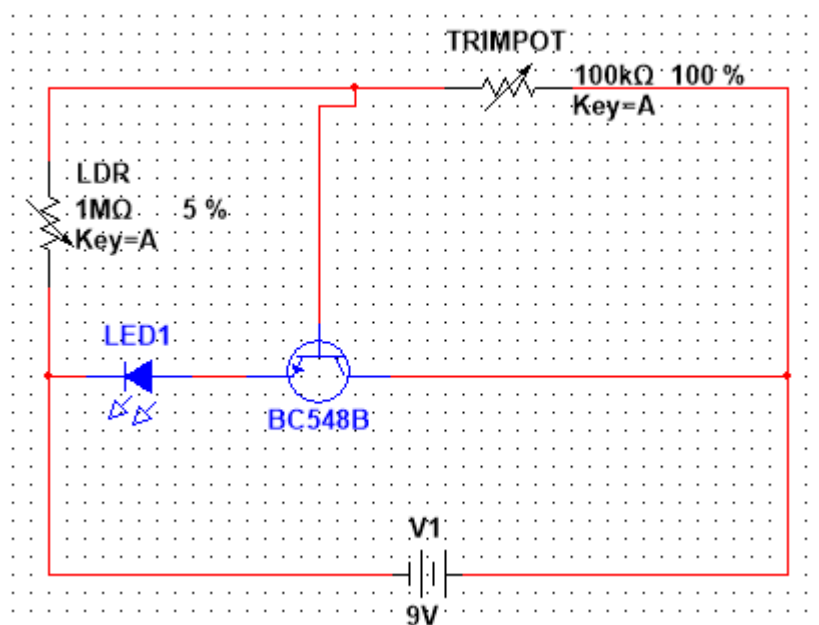
Representação esquemática do circuito do Relé Fotoelétrico Didático.

FIGURA B7. Circuito do Relé Fotoelétrico Didático com o LED aceso



Fonte: Próprio autor

FIGURA B8. Circuito do Relé Fotoelétrico Didático com o LED apagado



Fonte: Próprio autor

6 - QUESTÕES PROBLEMAS

- a) O que acontece com o LED com a incidência de luz sobre o LDR?
- b) Existe corrente elétrica fluindo no circuito quando o LED está apagado?
- c) Qual é o caminho tomado pela corrente elétrica quando o LED não está aceso?
- d) O que ocorre com o LED com ausência de luz sobre o LDR?
- e) Existe corrente fluindo no circuito quando o LED acende?
- f) Qual é o caminho tomado pela corrente elétrica quando o LED está aceso?
- g) Qual é a explicação física para que a incidência de luz no LDR faça com que o LED apague e a não incidência faça com que ele (LED) acenda?
- h) Como funciona a chave na base do transístor para o LED acender?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, R. O.; SEABRA, A. C. **Utilizando Eletrônica**. 2ª edição. Ed. Érika, 2013. N° pag. 204.

CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C. **Física Moderna Experimental**. 2ª edição. Ed. Manoele, 2007. N° pag. 132.

EISBERG, R.; RESNICK, R. **Física Quântica**. 23ª edição. Ed. Campus, 2005. N° pag. 928.

GASPAR, A. **Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental**. 1ª edição. Ed. Ática, 2005. N° pag. 328.

GUIMARÃES, O.; PIQUEIRA, J. R.; CARRON, W. **Física**. 1ª edição. Ed. Ática, 2014. N° pag. 295.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 11ª edição. Ed. Bookman, 2011. N° pag. 743.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de Física**. 1ª edição. Ed. Scipione, 2012. N° pag.448.

SHACKELFORD, J. F. **CIÊNCIA DOS MATERIAIS**. 6ª edição. Ed. ABDR, 2008. N° pag. 556.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO ARAGUAIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Apêndice C: Roteiro experimental do Sensor de Presença Invertido

Mestrando: João Gomes da Silva

Professor Dr. Arian Paulo de Almeida Moraes

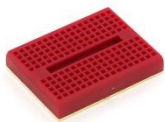



Junho - 2015

1 - OBJETIVOS

Analisar o comportamento da intensidade da resistência elétrica em função da incidência da luz sobre do LDR.

2 - MATERIAIS UTILIZADOS

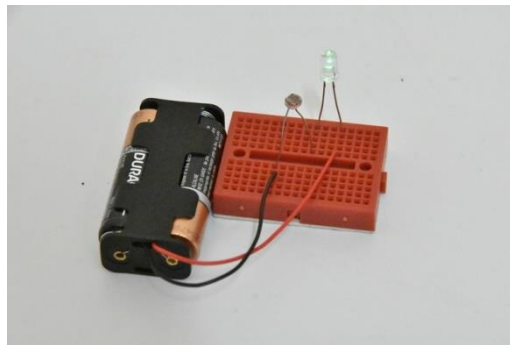
TABELA 1. Materiais Utilizados

ITEM	IMAGEM
PROTOBOARD	
LDR (do inglês – Light Dependent Resistor)	
LED (do inglês – Light Emitting Diode)	
Bateria (Duas pilhas AA de 1,5 volts cada)	

3 - DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

- Conecte o LED na protoboard;
- Conecte um dos terminais do LDR ao terminal negativo do LED;
- Conecte o polo negativo das bateria de 3 volts ao terminal livre do LDR;
- Conecte o polo positivo da bateria de 9 volts diretamente ao polo positivo do LED.

Figura C1. Sensor de Presença Invertido



Fonte: Próprio autor

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, R. O.; SEABRA, A. C. **Utilizando Eletrônica**. 2ª edição. Ed. Érika, 2013. Nº pag. 204.

CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C. **Física Moderna Experimental**. 2ª edição. Ed. Manoele, 2007. Nº pag. 132.

GASPAR, A. **Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental**. 1ª edição. Ed. Ática, 2005. Nº pag. 328.

GUIMARÃES, O.; PIQUEIRA, J. R.; CARRON, W. **Física**. 1ª edição. Ed. Ática, 2014. Nº pag. 295.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 11ª edição. Ed. Bookman, 2011. Nº pag. 743.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO ARAGUAIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Apêndice D: Roteiro experimental do Relé Fotoelétrico Industrial

Mestrando: João Gomes da Silva

Professor Dr. Arian Paulo de Almeida Moraes

Junho - 2015

1 - OBJETIVOS

O Relé Fotoelétrico Industrial será uma ferramenta para provocar discussões com alunos do 3º Ano do Ensino Médio, por meio da formulação de situações problemas pelo professor, com a finalidade de potencializar o surgimento de conjecturas, culminando com o teste de hipóteses e formação de conceitos.

2 - DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

A fotocondutividade é a variação da condutividade elétrica em alguns materiais quando expostos a algum tipo de radiação eletromagnética como a luz (BRITÂNICA, 2006).

Radiação eletromagnética é um tipo de energia que interage com a matéria em uma grande variedade de maneiras. Um entendimento de certas interações requer que a radiação seja considerada como sendo pequenos pacotes de energia (fóton) se movendo no espaço na forma de onda. Quando a luz é absorvida por um material (semicondutor) o número de elétrons livres aumenta, e conseqüentemente a condutividade do material. Isso ocorre somente se a energia da radiação luminosa for suficiente para elevar os elétrons da banda de valência, região onde os elétrons estão fortemente presos ao núcleo atômico, para a banda de condução região onde os elétrons se comportam como elétrons de condução (SHACKELFORD, 2008, P. 384).

O valor de cada pacote de energia (fóton) que chega ao semicondutor obedece a relação $E=h.f$, onde:

- ✓ E é a energia transmitida por um fóton;
- ✓ h é a constante de Planck ($h = 6,63.10^{-34}$ J.s);
- ✓ f é a frequência da radiação luminosa.

Supondo que n fótons atinjam o semicondutor, então a energia total transmitida será: $E = nhf$.

Como cada faixa do espectro luminoso tem uma frequência e um comprimento de onda característico, equivale dizer que quanto menor o

comprimento de onda, maior será sua frequência e como consequência, maior a energia do fóton que será transmitida ao elétron.

Com a incidência de luz em materiais semicondutores, a resistência desses materiais diminui drasticamente, passando da ordem de mega-ohms para algumas dezenas de ohms. Isso ocorre porque a luz interage com a matéria na forma de pacotes de energia luminosa (fótons) que são capazes de retirar os elétrons da banda de valência e promove-los à banda de condução, com isso os elétrons apresentam uma maior mobilidade, contribuindo para o aumento de sua condutividade elétrica.

Com a ausência da luz a resistência retorna aos valores iniciais (mega-ohms). Agora os elétrons que estavam livres na banda de condução retornam à banda de valência ficando novamente presos pelas forças subatômicas que os prendem aos núcleos dos átomos, contribuindo para a diminuição de sua condutividade elétrica. Essa é uma particularidade dos semicondutores, dentre eles podemos citar o sulfeto de cádmio, que é utilizado para a fabricação do LDR (*do inglês – Light Dependet Resistor*), o que lhe permite ser muito útil para a construção dos relés fotoelétricos que são aparelhos utilizados para acender e apagar as luzes públicas, de acordo com a luminosidade recebida.

3 - DESCRIÇÃO DO RELÉ FOTOELÉTRICO INDUSTRIAL

O relé fotoelétrico magnético é muito útil para a iluminação pública, pois atua como uma chave liga-desliga das lâmpadas dos postes de iluminação pública quando a luminosidade cai, seja por causa de nebulosidade e/ou dias chuvosos e quando anoitece.

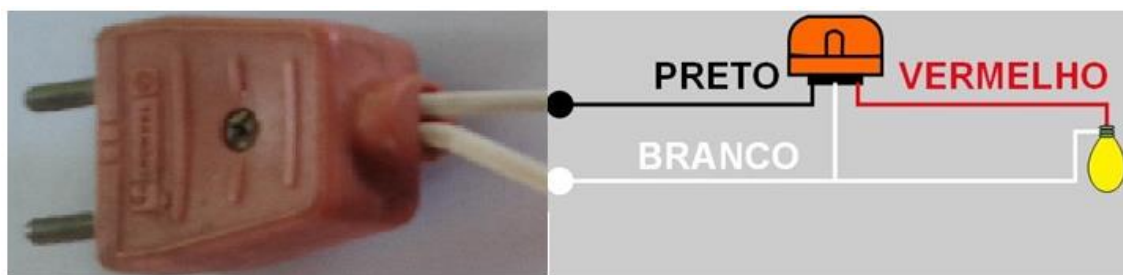
4 - PARTE PRÁTICA

TABELA 1. Materiais Utilizados

ÍTEM	DESCRIÇÃO	IMAGEM
Relé Fotoelétrico Industrial	Relé Fotoelétrico magnético instantâneo NF Exatron	
Extensão e tomada	Fonte	
Lâmpada com potência 200w	Receptor.	
Tábua	Suporte.	

5 - DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

- Conecte o fio preto do relé a qualquer um dos fios do pino macho.
- Conecte o fio vermelho que sai do relé ao soquete da lâmpada.
- Conecte o fio branco que sai do terminal central do relé ao terminal livre do pino macho e ao soquete da lâmpada.
- Fixe o relé fotoelétrico e o soquete da lâmpada à tábua suporte.

FIGURA D1. Esquema de montagem do Relé Fotoelétrico Industrial**Fonte:**

Adaptado

de

<http://www.connectcable.net/site/upload/product/pdf/1193.pdf>.**FIGURA D2.** Relé Fotoelétrico Industrial montado sobre uma tábua**Fonte:** Próprio autor

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, R. O.; SEABRA, A. C. **Utilizando Eletrônica**. 2ª edição. Ed. Érika, 2013. Nº pag. 204.

CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C. **Física Moderna Experimental**. 2ª edição. Ed. Manoele, 2007. Nº pag. 132.

EISBERG, R.; RESNICK, R. **Física Quântica**. 23ª edição. Ed. Campus, 2005. Nº pag. 928.

GASPAR, A. **Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental**. 1ª edição. Ed. Ática, 2005. Nº pag. 328.

GUIMARÃES, O.; PIQUEIRA, J. R.; CARRON, W. **Física**. 1ª edição. Ed. Ática, 2014. Nº pag. 295.

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 11ª edição. Ed. Bookman, 2011. Nº pag. 743.

MANUAL de instalação relé.pdf exatron.
<<http://www.connectcable.net/site/upload/product/pdf/1193.pdf>>.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Curso de Física**. 1ª edição. Ed. Scipione, 2012. Nº pag.448.

SHACKELFORD, J. F. **CIÊNCIA DOS MATERIAIS**. 6ª edição. Ed. ABDR, 2008. Nº pag. 556.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO ARAGUAIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Apêndice E: Questionário
Mestrando: João Gomes da Silva
Professor Dr. Arian Paulo de Almeida Moraes

Junho - 2015

QUESTIONÁRIO

- a) Qual é a definição de corrente elétrica?
- b) Qual é a relação entre condutividade e resistência elétrica?
- c) O que acontece com o valor da intensidade da condutividade do LDR na ausência de luz?
- d) O que acontece com o valor da intensidade da condutividade do LDR com a incidência de luz?
- e) Por que o LED acende com a não incidência de luz sobre o LDR?
- f) Cite uma maneira que se pode alterar a condutividade do LDR?
- g) Defina fotocondutividade.
- h) O que é fóton?
- i) Defina banda de valência.
- j) Defina banda de condução.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO ARAGUAIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Anexo A: Componentes Eletrônicos
Mestrando: João Gomes da Silva
Professor Dr. Arian Paulo de Almeida Moraes

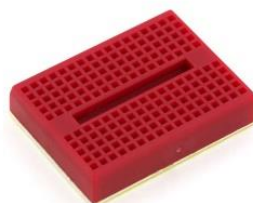
Para realizar os experimentos propostos foram necessários a aquisição de diversos componentes eletrônicos, que serão descritos aqui nesse anexo.

DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES

Protoboard – Uma placa de ensaio ou matriz de contato, (ou protoboard, ou *breadboard* em inglês) é uma placa com furos (ou orifícios) e conexões condutoras para montagem de circuitos elétricos experimentais. A grande vantagem da placa de ensaio na montagem de circuitos eletrônicos é a facilidade de inserção de componentes, uma vez que não necessita soldagem. A placa de ensaio é bastante usada em escolas de ensino técnico, para os alunos terem seus primeiros contatos com a eletrônica visto que não precisa de soldagem de componentes.

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Placa_de_Ensaio

FIGURA A1. Protoboard

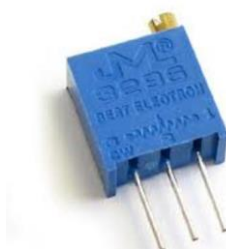


Fonte: Próprio autor

Trimpot – É um resistor de resistência ajustável. Sua resistência pode ser regulada apertando ou afrouxando o parafuso que fica visível em sua parte superior.

Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Trimpot>

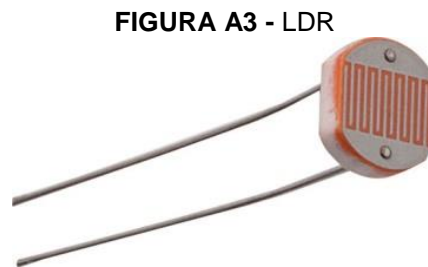
FIGURA A2 – Trimpot



Fonte: Próprio autor

LDR (do inglês *Light Dependent Resistor*), em português **Resistor Dependente de Luz** é um componente eletrônico passivo do tipo resistor variável, mais especificamente, é um resistor cuja resistência varia conforme a intensidade da luz que incide sobre ele. Tipicamente, à medida que a intensidade da luz aumenta, a sua resistência diminui. O LDR é construído a partir de material semicondutor com elevada resistência elétrica. Quando a luz que incide sobre o semicondutor tem uma frequência suficiente, os fótons que incidem sobre o semicondutor libertam elétrons para a banda condutora que irão melhorar a sua condutividade e assim diminuir a resistência.

Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/LDR>



Fonte: Próprio autor

O **diodo emissor de luz**, também conhecido pela sigla em inglês **LED** (*Light Emitting Diode*), é usado para a emissão de luz em locais e instrumentos onde se torna mais conveniente a sua utilização no lugar de uma lâmpada. Especialmente utilizado em produtos de microeletrônica como sinalizador de avisos, também pode ser encontrado em tamanho maior, como em alguns modelos de semáforos. Também é muito utilizado em painéis de LED, cortinas de LED e pistas de LED.

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Diodo_emissor_de_luz#cite_note-4



Fonte: Próprio autor

Transistor – É um componente eletrônico que começou a popularizar-se na década de 1950, tendo sido o principal responsável pela revolução da eletrônica na década de 1960. São utilizados principalmente como amplificadores e interruptores de sinais elétricos, além de retificadores elétricos em um circuito, podendo ter variadas funções. Muito simples de ser usado, um transistor é basicamente composto por três filamentos: Base, Emissor e Coletor. O emissor é o polo positivo, o coletor, o polo negativo, enquanto a base é quem controla o estado do transistor, pode estar ligado ou desligado. Um transistor ao ser desligado acaba não tendo carga na base, provocando conseqüentemente a não existência de corrente elétrica entre o emissor e o receptor. Assim cada transistor funciona como uma espécie de interruptor, na qual, pode estar ligado ou simplesmente desligado.

Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Trans%C3%ADstor>
<http://www.infoescola.com/eletronica/transistor/>

Quando ligamos um transistor bipolar (fechamos a chave), em verdade estamos injetando uma corrente I em sua base. Quando retiramos o sinal de tensão da base do transistor ocorre o seu desligamento (ALBUQUERQUE, SEABRA, 2013, P. 189).

FIGURA A5 - Transistor BC548B



Fonte: Próprio autor

Fonte de tensão – Todo dispositivo eletroeletrônico necessita de energia elétrica para seu funcionamento. A fonte de tensão é o lugar onde tais dispositivos buscam essa energia que proporciona seu funcionamento. Dentre os diversos tipos de fontes de tensão podemos destacar dois grupos: as que fornecem tensão alternada e as que fornecem tensão contínua. As fontes de tensão alternadas são normalmente aquelas que geram tensão por meio de indutores, como um transformador de fio enrolado ou mesmo uma usina hidrelétrica. As fontes de tensão contínua podem ser as que utilizam processos químicos, como as baterias de carro e pilhas, ou proveniente da

retificação da tensão alternada, ou seja, conversão da tensão alternada em contínua por meio de componentes eletrônicos, os diodos. No mundo moderno as fontes de tensão estão presentes por toda a parte. A mais comum podemos dizer que é a rede elétrica de nossa casa, ou apartamento, com a qual interagimos todos os dias assim que ligamos algum dispositivo eletrônico como a TV ou o micro-ondas. Muitas pesquisas são desenvolvidas a fim de encontrar outros meios de produção de energia e armazenamento desta, pois, o mundo, não funciona mais sem energia.

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Fonte_de_tens%C3%A3o

FIGURA A6 – Bateria (9 Volts)



Fonte: Próprio autor

Relé fotoelétrico magnético

Nome comercial - Relé fotoelétrico magnético tipo eletrônico.

Descrição – Contatos acionados através de um relé, controlado por uma célula fotoelétrica de silício. Usado para controle individual automático em iluminação.

Aplicação – Acender as luzes à noite e apaga-las quando amanhecer, mantendo acesas luminárias na ausência de luz incidente.

Fonte: http://www.usiluz.com.br/rele-fotoeletrico/rele_fotoeletrico_rlp-1027.pdf

FIGURA A7. Relé Fotoelétrico Magnético



Fonte: Próprio autor