

**IFSP – INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SÃO PAULO, CAMPUS CATANDUVA.**

Marcelo Silva Braga
Otávio Augusto Portella
Pedro Henrique Secchi
Robson Ramos Oliveira

**RELATÓRIO DE SISTEMAS MICROCONTROLADOS
DISPOSITIVO DE QUEDA - LIVRE**

Catanduva
07/2017

Objetivo

Este projeto coloca em prática dos conhecimentos adquiridos no decorrer da disciplina de Sistemas Micro controlados (conceitos e métodos de programação em C para ATMEGA 328P), com o intuito de promover a inserção dos discentes ao campo de atuação e de mostrar na prática a teoria inserida em sala de aula, e como se pode adaptar os conhecimentos na implementação de dispositivos didáticos para auxiliar no aprendizado de outras disciplinas. O dispositivo de queda livre ira auxiliar no ensino da disciplina de Física e Laboratório de Física, mostrando de forma prática o que se pede em exercícios que necessitam de uma visão abstrata dos discentes.

Sumário

1. QUEDA LIVRE	05
2. INTRODUÇÃO	06
3. MATERIAIS E METODOS	09
3.1. ARDUINO UNO (ATMEGA 328P)	09
3.2. SENSOR INFRAVERMELHO	10
3.3. RESISTOR	11
3.4. CAIXA DE MDF	12
3.5. FONTE DE 12 V	13
3.6. DISPLAY LCD 16X2	14
3.7. BOTÃO PUSHBOTTON	15
3.8. PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO	16
3.9. DIVERSOS	16
4. CIRCUITO	18
5. PROGRAMAÇÃO	19
6. RESULTADOS	20
7. CONCLUSÃO	21
8. REFERÊNCIAS	22

LISTA DE FIGURAS:

FIGURA_01: Arduino UNO	10
FIGURA_02: TIL32 e TIL78.	11
FIGURA_03 – Resistor.	12
FIGURA_04: Caixa de MDF.	13
FIGURA_05 – Fonte de 12v.	13
FIGURA_06 – Display LCD 16X2.	14
FIGURA_07 – Botão PushBotton.	15
FIGURA_08: Circuito Montado em Proteus®	16
FIGURA_09 – Suporte dos Sensores.	16
FIGURA_10 –. Bornes Sindal	17
FIGURA_11- Circuito Montado.	18
FIGURA_12- Dispositivo de Queda Livre.	19
FIGURA_13- Dimmer com 75% de voltagem em sua saída.	14
FIGURA_14- Dimmer com 100% de voltagem em sua saída.	14

APÊNDICE A:

Programação do dispositivo	22
----------------------------	----

1. Queda Livre

No estudo de física a queda livre é uma particularização do movimento uniformemente variado (MRUV). O movimento de queda livre foi estudado primeiramente por Aristóteles. Ele foi um grande filósofo grego que viveu aproximadamente 300 a.C. Aristóteles afirmava que se duas pedras caíssem de uma mesma altura, a mais pesada atingiria o solo primeiro. Tal afirmação foi aceita durante vários séculos tanto por Aristóteles quanto por seus seguidores, pois não tiveram a preocupação de verificar tal afirmação.

Séculos mais tarde, mais precisamente no século XVII, um famoso físico e astrônomo italiano chamado Galileu Galilei, introduziu o método experimental e acabou por descobrir que o que Aristóteles havia dito não se verificava na prática. Considerado o pai da experimentação, Galileu acreditava que qualquer afirmativa só poderia ser confirmada após a realização de experimentos e a sua comprovação. No seu experimento mais famoso ele, Galileu Galilei, repetiu o feito de Aristóteles. Estando na Torre de Pisa, abandonou ao mesmo tempo esferas de pesos diferentes e verificou que elas chegavam ao solo no mesmo instante. Por fazer grandes descobertas e pregar ideias revolucionárias ele chegou a ser perseguido.

Quando Galileu realizou o experimento na Torre de Pisa e fez a confirmação de que Aristóteles estava errado, ele percebeu que existia a ação de uma força que retardava o movimento do corpo. Assim sendo, ele lançou a hipótese de que o ar exercesse grande influência sobre a queda de corpos.

“Quando dois corpos quaisquer são abandonados, no vácuo ou no ar com resistência desprezível, da mesma altura, o tempo de queda é o mesmo para ambos, mesmo que eles possuam pesos diferentes”.

O movimento de queda livre, como já foi dito, é uma particularidade do movimento uniformemente variado. Sendo assim, trata-se de um movimento acelerado, fato esse que o próprio Galileu conseguiu provar. Esse movimento

sofre a ação da aceleração da gravidade, aceleração essa que é representada por g e é variável para cada ponto da superfície da Terra. Porém para o estudo de Física, e desprezando a resistência do ar, seu valor é constante e aproximadamente igual a $9,8 \text{ m/s}^2$.

As equações matemáticas que determinam o movimento de queda livre são as seguintes:

$$v = g t \text{ e } d = \frac{g t^2}{2}$$

2. Introdução

Este projeto tem como principal foco, o desenvolvimento de um dispositivo de queda livre, para a medição do tempo de queda de uma esfera em função da altura de queda e em associação com um contador digital para disparar a contagem e interrompe – lá quando a esfera passar pelo sensor infravermelho.

O dispositivo de queda livre foi montado para auxiliar no ensino das disciplinas de física, pois, o movimento de queda livre é uma particularidade do MUV (Movimento Uniformemente Variado), tratando – se um movimento acelerado que aumenta devido à aceleração da gravidade, onde o corpo aumenta ou diminui a sua em função do tempo a esse movimento dá-se o nome de aceleração.

Assim temos que a aceleração média e a razão entre a variação do deslocamento e a variação de tempo.

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

O corpo pode assumir quatro trajetórias distintas em seu deslocamento, podendo ser elas movimento progressivo (acelerado ou retardado) ou movimento retrogrado (acelerado ou retardado), no caso do dispositivo de

queda livre será medido o movimento progressivo acelerado, pois o corpo será lançado de uma certa altura e disparará um contador ao passar por um sensor infravermelho e cancelará a contagem ao passar por outro sensor.

Com a aceleração percebe-se que a velocidade pode assumir valores positivos e negativos, uma vez que a variação do tempo é sempre positiva. Através de estudos e experiências, conhecido como “método científico” Galileu Galilei conseguiu constatar que a velocidade de um corpo qualquer, em queda livre, aumenta sempre de quantidade que serão iguais em cada 1s. Medindo-se este aumento, verificou-se que é igual a 9,8 m/s em cada 1s. Desde então, entende-se que a aceleração na queda livre, chamada aceleração da gravidade representada por g , é igual a 9,8 m/s². Salientando, porém, que é adotado 10 m/s².

De acordo com o método de Galileu Galilei todo corpo independente de sua massa, forma ou tamanho sofre aceleração quando em queda livre. Quando lançados verticalmente para cima realiza durante a subida um movimento progressivo retardado, pois o módulo de sua velocidade diminui no decorrer do tempo. Já um corpo lançado verticalmente para baixo, realiza um movimento progressivo acelerado, pois o módulo de sua velocidade aumenta no decorrer do tempo.

Ao soltar um corpo de uma determinada altura, em queda livre e adotando t_0 , tempo inicial como 0 (zero), temos a seguinte equação:

$$v = v_0 + a \cdot t$$

Esta equação é denominada função horária da velocidade com ela pode calcular a velocidade do corpo para cada instante t de sua trajetória. Com os dados coletados pode-se fazer o gráfico da velocidade em função do tempo e descrever sua trajetória.

A partir da função horária da velocidade e do gráfico que ela produz (discutido acima), podemos chegar à outra função horária – a do espaço. Da mesma forma que a velocidade varia com o tempo (t), a posição (S) - o espaço que o corpo ocupa no tempo - também varia de sua posição inicial (S_0).

$$S = S_0 + v_0 \cdot t + \frac{a}{2} \cdot t^2$$

Existem casos em que temos informações sobre a trajetória do corpo, mas não temos como saber a quanto tempo ele está em movimento. Assim, ao unirmos as duas funções horárias, temos:

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S$$

Esta é a Equação de Torricelli para o Movimento Uniformemente Variado (MUV) e descreve a velocidade de um corpo em função da sua trajetória. Perceba que precisamos saber a orientação da trajetória para saber se a velocidade será positiva ou negativa.

O dispositivo de queda livre irá fornecer os dados da distância percorrida pelo corpo e o tempo que ele levou para concluir a sua trajetória, estando a cargo dos alunos os cálculos da velocidade atingida e também podendo demonstrar matematicamente a aceleração do corpo, como vimos acima no método de Galileu Galilei.

3. Lista de Materiais

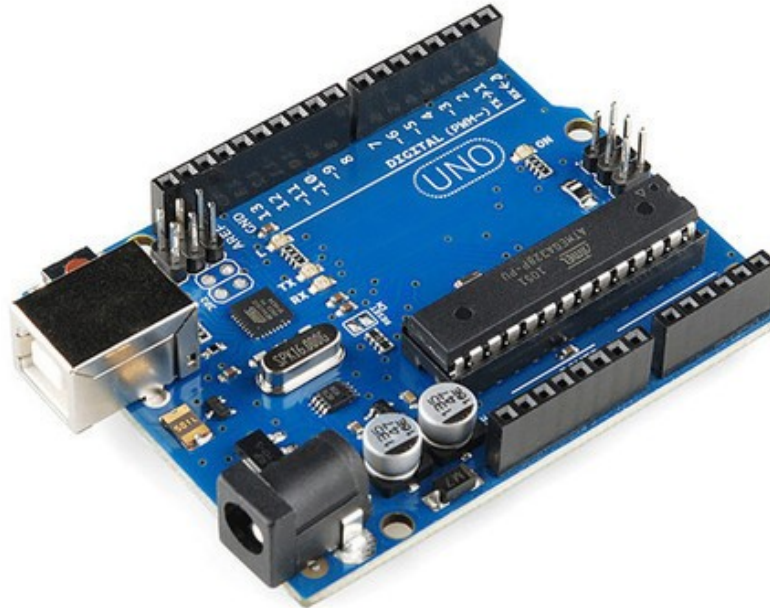
Foram utilizados os seguintes materiais para a confecção do projeto do dispositivo de queda livre.

- ARDUINO UNO (ATMEGA328P);
- SENSOR INFRAVERMELHO;
- RESISTORES;
- CAIXA DE MDF;
- FONTE DE 12V;
- DISPLAY LCD 16X2;
- CHAVE LIGA/DESLIGA;
- BOTÃO PUSH BOTTON;
- PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO;
- DIVERSOS (bornes, solda, fios, etc.).

3.1. ARDUINO UNO (ATMEGA 328P)

Essa plataforma, que é baseada no microcontrolador Atmega328P, possui quatorze pinos digitais, que podem ser configurados como entrada ou saída de dados, além de que seis deles podem ser usados como saída PWM (*pulse width modulation*), possui também outros seis pinos de entrada analógica de dados e pode ser alimentado tanto por uma porta USB, quanto por uma fonte externa AC/DC (ARDUINO, 2016). Os códigos são feitos em uma linguagem baseada no *Wiring*, que é parecida com a linguagem em C, e o ambiente de desenvolvimento é fundamentado no programa *Processing* (ARDUINO, 2016).

Figura_1 - Arduino Uno



Fonte: Autor (2017)

3.2. SENSOR INFRAVERMELHO

Os sensores infravermelhos têm duas maneiras de serem aplicados nos circuitos, detecção por reflexão ou detecção por interrupção. O primeiro exemplo é quando o emissor emite um feixe de luz para um objeto refletivo, que rebate para um receptor e quanto mais perto um do outro, maior é a intensidade do sinal; o segundo não utiliza um objeto refletivo, pois o emissor e o receptor estão alinhados paralelamente entre si, virados um para o outro e então o objeto é detectado quando o sinal entre os sensores é interrompido; nesse modo é necessária a proteção do receptor para que não haja interferência externa (SABER ELÉTRICA, 2015).

Os sensores infravermelhos foram dispostos de frente um para o outro (Emissor e Receptor) para poder efetuar a leitura no instante em que o objeto interrompesse o feixe infravermelho emitido pelo Emissor.

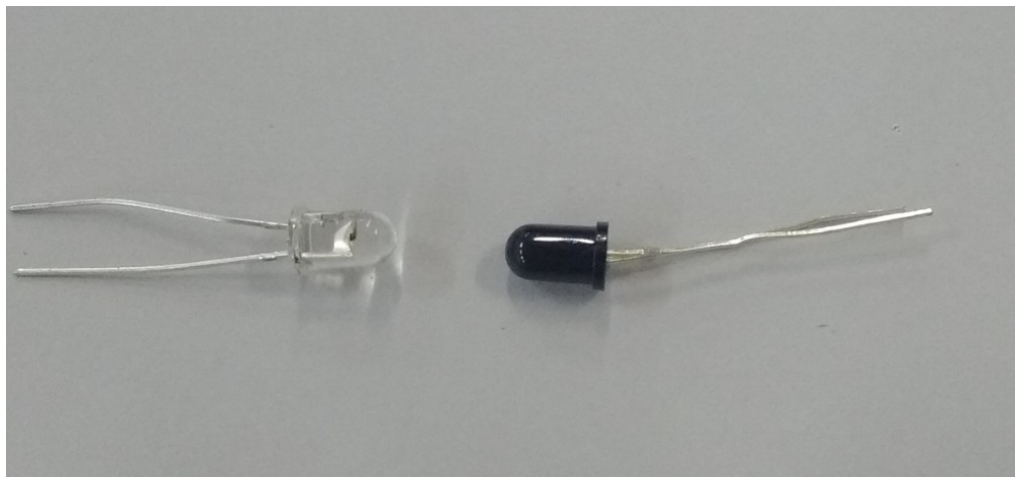
Para fazer o sensoriamento do objeto em queda livre, utilizou-se dois foto transistores, o TIL32 e o TIL78.

O TIL32 é um LED que emite luz infravermelha, com comprimento de onda 940nm. Este parâmetro é importante, pois o detector precisa trabalhar na

mesma frequência. Sua aparência é idêntica a um LED de luz visível, sendo encontrado com encapsulamento transparente ou azulado. O terminal indicado pelo lado reto (chanfro) do encapsulamento é o catodo (que precisa ficar negativo em relação ao outro terminal, o anodo, para o LED acender).

O TIL78 é um foto transistor. Ele possui dois terminais, correspondendo ao coletor e emissor do transistor. A base é ativada pela luz; quando uma quantidade suficiente de luz é captada, o transistor conduz, permitindo a passagem de corrente do coletor para o emissor. Sem a luz, o transistor não conduz e coletor e emissor ficam isolados.

Figura_02 – TIL32 e TIL78



Fonte: Autor (2017)

3.3. RESISTORES

São dispositivos elétricos que transformam energia elétrica em térmica, esta transformação acontece devido à resistência que eles oferecem à passagem de elétrons.

Figura_03 – Resistor.



Fonte: Autor (2017).

Os resistores possuem características elétricas importantes. São elas:

- Resistência ôhmica.
- Percentual de tolerância.

Existem três tipos de resistores quanto à constituição:

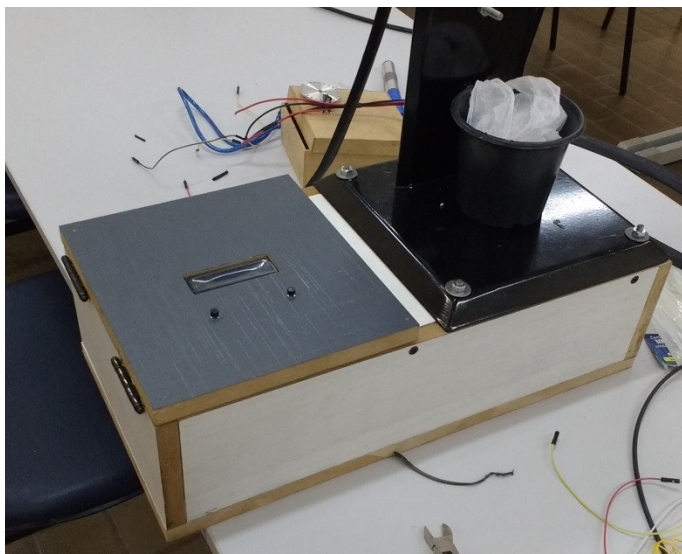
- Resistores de filme de carbono.
- Resistores de carvão.
- Resistores de fio.

Cada um dos tipos tem, de acordo com sua constituição, características que o tornam mais adequados que os outros tipos em sua classe de aplicação. A seguir, são apresentados os processos básicos de fabricação e a aplicação do componente.

3.4. Caixa de MDF

Foi confeccionada uma caixa de MDF, utilizada como suporte do equipamento de queda livre e para proteger o circuito e o microcontrolador.

Figura_04 – Caixa de MDF



Fonte: Autor (2017).

3.5. FONTE DE 12V

A função da fonte é transformar a corrente alternada da tomada em corrente contínua (AC) já nas tensões corretas, usadas pelos componentes. Ela serve também como uma última linha de defesa contra picos de tensão e instabilidade na corrente, depois do nobreak ou estabilizador.

Figura_05– Fonte 12 V



Fonte: Autor (2017).

3.6. DISPLAY LCD 16X2

Um display de cristal líquido (em inglês liquid crystal display, LCD), é um painel fino usado para exibir informações por via eletrônica, como texto, imagens e vídeos, neste projeto foi utilizado um display 16x2, sendo 16 caracteres dispostos em cada uma das 2 linhas. Os módulos LCDs são interfaces de saída muito úteis em sistemas microcontrolados. Estes módulos podem ser gráficos ou a caractere (alfanuméricos). Os LCDs comuns, tipo caractere, são especificados em número de linhas por colunas, sendo mais usuais as apresentações 16 × 2, 16 × 1, 20 × 2, 20 × 4, 8 × 2. Além disso, os módulos podem ser encontrados com backlight (LEDs para iluminação de fundo), facilitando a leitura em ambientes escuros. Os LCDs mais comuns empregam o CI controlador HD44780 da Hitachi com interface paralela. Há no mercado também LCDs com controle serial, sendo que novos LCDs são constantemente criados.

O display LCD 16X2, é usado neste dispositivo para mostrar os dados do objeto depois que ele passou pelos dois sensores infravermelhos. O LCD foi anexado na tampa da caixa para não ter a necessidade de abri-la, evitando qualquer avaria no circuito.

Figura_06 – Display LCD 16X2



Fonte: Autor (2017).

3.7. BOTÃO PUSH BOTTON

Um Pushbutton (botão de pressão) é uma chave que contém um botão que ao ser pressionado abre ou fecha os contatos do dispositivo, abrindo ou fechando o circuito onde ele está conectado. É comum que um pushbutton possua ação de contato momentânea, o que significa que a conexão é aberta ou fechada apenas momentaneamente, enquanto o botão estiver sendo pressionado. Esse tipo de chave pode ser Normalmente Fechada / NF (Normally Closed / NC), quando a conexão entre os contatos está estabelecida por padrão e é interrompida ao pressionamento do botão; ou então Normalmente Aberta / NA (Normally Open / NO), caso no qual a conexão é fechada (estabelecida) ao pressionarmos o botão. 1. Pushbutton normalmente aberto NOPB (Normally Open Pushbutton), é um interruptor que fecha o circuito e deixa a corrente passar quando pressionado; ao soltar o botão, o circuito é interrompido novamente (daí o nome "normalmente aberto"). Os botões foram anexados na tampa da caixa de MDF, e suas funções são a de reiniciar o tempo (A) e acionar e desligar a bobina (B).

Figura_07 – Botões pushBotton

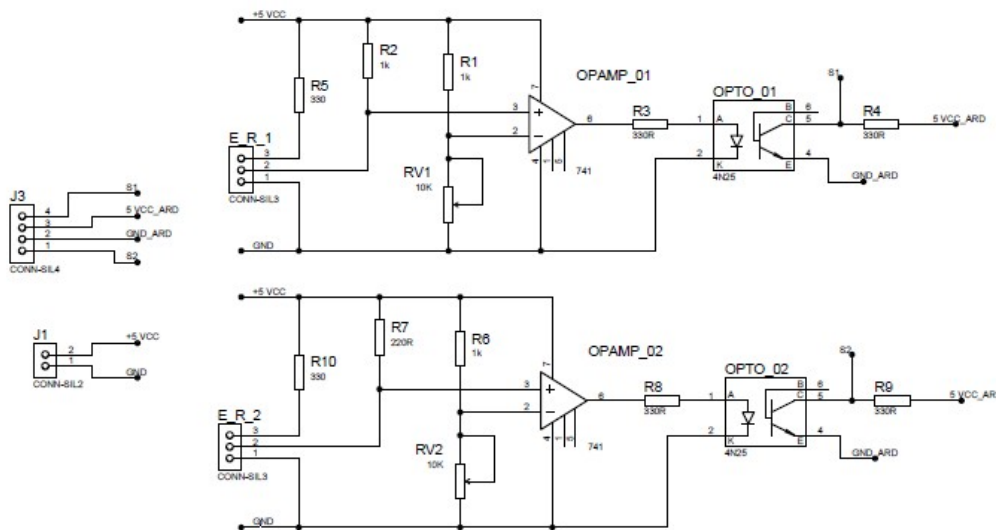


Fonte: Autor (2017).

3.8. PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO

O circuito para a confecção da placa fenolítica foi feito montado em Proteus®, e depois de passado para a placa contendo todas as saídas para a leitura dos sensores e de tensão para a bobina e com as entradas de tensão do arduino.

Figura_08 – Circuito Montado em Proteus®



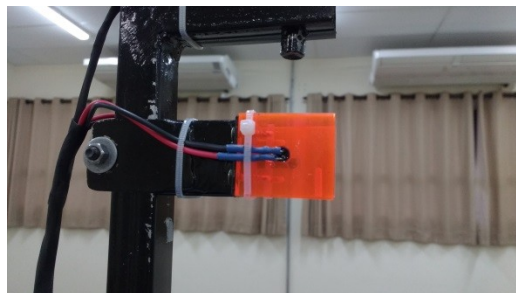
Fonte: Autor (2017).

3.9. DIVERSOS

Na montagem do dispositivo foram usados além dos materiais explícitos acima, diversos outros materiais como:

- ✓ Acrílico – foram usados como suporte dos foto Transistores.

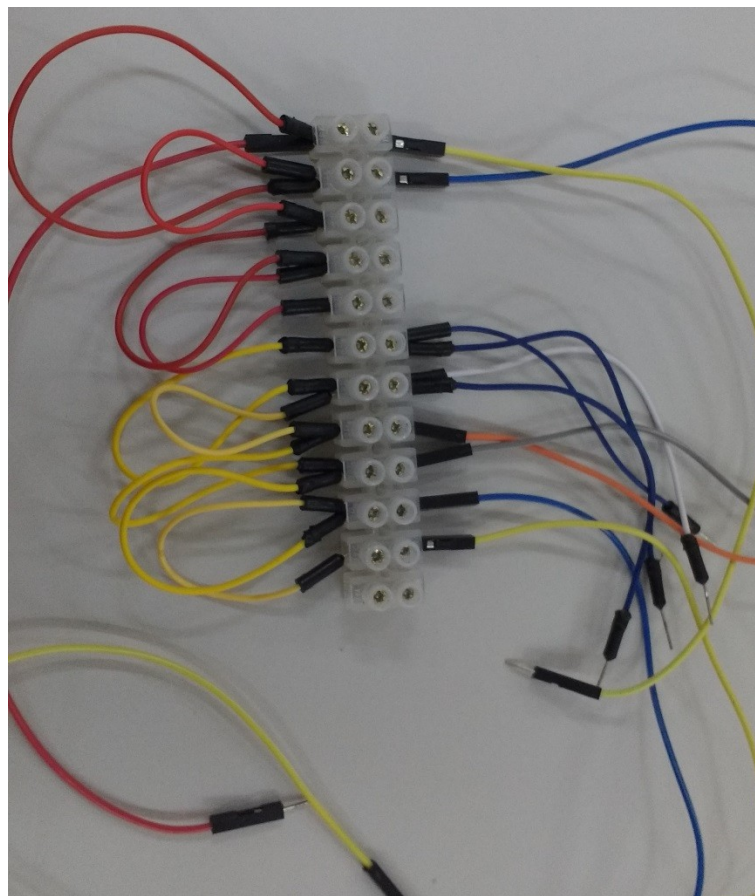
Figura_09 – Suporte dos Sensores



Fonte: Autor (2017).

- ✓ Eletroímã – na confecção do eletroímã, não houve dimensionamento, foi estipulado um valor mínimo de corrente para que ele pudesse suportar o peso do objeto. O resultado foi um eletroímã de 400mA.
- ✓ Bornes Sindal – para fazer as canecões dos sensores, LCD, Entradas e saídas de tensão com o arduino.

Figura_10 – Bornes Sindal

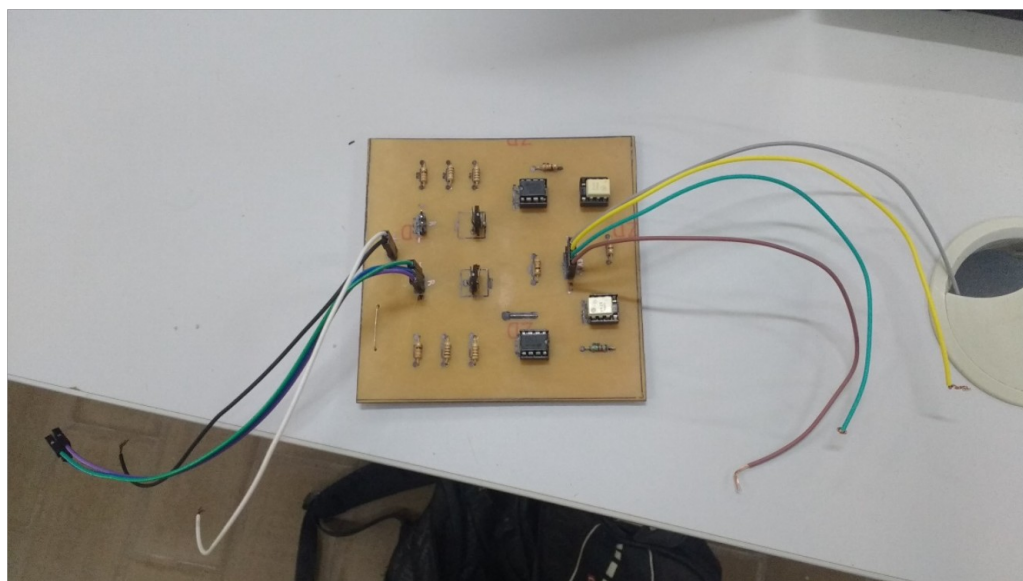


Fonte: Autor (2017).

4. Circuito

Depois de montado o circuito em Proteus®, foi confeccionada uma placa com o circuito para o pleno funcionamento do dispositivo de queda livre. Toda montagem da placa foi feita nos laboratórios do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de São Paulo.

Figura_11 – Circuito Montado



Fonte: Autor (2017).

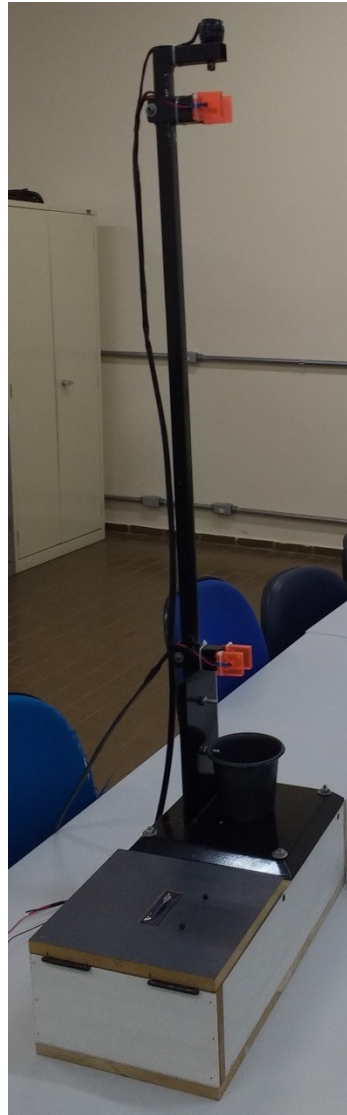
5. PROGRAMAÇÃO

A programação foi feita em linguagem C, e carregada em um arduino UNO R3 ®. Toda a programação esta contida no Apêndice A.

6. Resultados

Após a aquisição de todos os materiais e confeccionado os suportes para os sensores, a caixa de MDF, o eletroímã, circuitos, etc. obtivemos um dispositivo robusto, de fácil manuseio.

Figura_12 – Dispositivo de Queda Livre



Fonte: Autor (2017).

Após montado o circuito, e feitas todas as ligações necessárias para seu funcionamento, foi feitos testes que comprovaram o funcionamento do dispositivo.

7. CONCLUSÃO

Mesmo se tratando de um circuito simples e com materiais de fácil aquisição, a confecção do projeto teve suas dificuldades, sendo estas superadas através de pesquisas sobre seu funcionamento e de informações fornecidas em sala de aula e pelo técnico de laboratório, assim foi possível medir a velocidade de queda de um objeto metálico, permitindo um aprendizado mais lúdico e menos abstrato do MUV (Movimento Uniformemente Variado) tornando o ensino da física mais clara e objetiva, além de atrair os discentes para a prática de exercícios e resolução dos mesmos que envolvam o dispositivo. Os resultados obtidos neste projeto foram totalmente satisfatórios, proporcionando um aprendizado maior sobre o funcionamento do foto transistores, e além de utilizar o ATmega 328P, para a programação com seus recursos que foram utilizados e dificuldades que aos poucos são superadas com o auxílio dos docentes e técnicos.

8. Referências

<http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?>

[midia=3bsc&cod=_aparelhodequedalivre](http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=3bsc&cod=_aparelhodequedalivre), acessado em 30/05/2017, às 20hs e 17min.

<https://www.passeidireto.com/arquivo/2040384/relatorio-queda-livre>, acessado em 30/05/2017, às 20hs e 30min.

<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/queda-livre.htm>, acessado em 30/05/2017, às 21hs e 00min.

<https://www.mundodaeletrica.com.br>, acessado em 01/06/2017, às 20hs e 55min.

<http://www.newtoncbraga.com.br>, acessado em 01/06/2017, às 21hs e 17min.

<http://www.novaeletronica.com.br>, acessado em 10/06/2017, às 21hs e 40min.

<http://baudaeletronica.blogspot.com.br>, acessado em 11/06/2017, às 22hs e 22min.

<http://www.sofisica.com.br>, acessado em 18/06/2017, às 22hs e 57min.

<http://www.comofazerascoisas.com.br>, acessado em 18/06/2017, às 23hs e 22min.

<http://www.hardware.com.br/termos/fonte-de-alimentacao>, acessado em 30/06/2017, às 21hs e 50min.

<http://www.bosontreinamentos.com.br/eletronica/curso-deeletronica/curso-de-eletronica-switches-e-pushbuttons/>, acessado em 30/06/2017, às 22hs e 09min.

<http://dqsoft.blogspot.com.br/2013/01/led-e-fototransistor-infravermelho.html>, acessado em 04/07/2017, às 20hs e 31min.

APÊNDICE A

Programação

Bibliotecas

```
#define F_CPU 16000000UL  
  
#include <avr/io.h>  
  
#include <util/delay.h>  
  
#include <avr/interrupt.h>  
  
#include "def_principais.h"  
  
#include "LCD.h"  
  
#include "LCD_4bits_mensagens.h"
```

Prototipagem das Funções de Interrupção

```
ISR(INT0_vect);  
  
ISR(INT1_vect);  
  
ISR(TIMER1_OVF_vect);
```

Variáveis Globais

```
unsigned int tempo=0;  
  
unsigned char estado=0, queda=0; //declara variável global
```

Pinos

```
#define BT1 PD0  
  
#define BT2 PD1  
  
#define SS1 PD2  
  
#define SS2 PD3  
  
#define BBN PD4
```

Início do Programa

```
int main()
```

```
{    unsigned char digitos[tam_vetor]; //declaração da variável para
    armazenagem dos digitos
```

```
    DDRD = 0b11110000;
```

Pinos de entrada e saída

```
    PORTD= 0b00001111;
```

Habilita o pull-up

```
    DDRB= 0b00111111;
```

Display

```
    PORTB= 0b00000000;
```

Desliga o display

```
    inic_LCD_4bits();
```

```
    cmd_LCD(0x01,0);
```

Interrupção INT0 e INT1

```
EICRA= 0b00001010;
```

```
EIMSK= 0b00000011;
```

Timer 1

```
TCCR1A= 0b00000000;
```

```
TCCR1B= 0b00000101;
```

```
TIMSK1= 0b00000001;
```

```
    while(1)
```

```
        //laço infinito
```



```
{
```

```
switch(estado) {
```

Mostra a mensagem “Bem-vindo !!!” por 2 segundos.

```
case 0:{cmd_LCD(0x84,0);
        escreve_LCD_Flash(msg_bem);
        cmd_LCD(0xC5,0);
        escreve_LCD_Flash(msg_vindo);
        _delay_ms(2000);
        estado=1; cmd_LCD(0x01,0);
        break;}
```

Mostra a mensagem “Pronto!” e liga a bobina e o apertar do início.

```
case 1:{cmd_LCD(0x80,0);
        escreve_LCD_Flash(msg_pronto);
        cmd_LCD(0xc0,0);
        escreve_LCD_Flash(msg_limp);
        set_bit(PORTD, BBN);           //Ativa a bobina
        if(!tst_bit(PIND,BT1)) { estado=2;} //Testa o botão de início
        break;}
```

Mostra a mensagem “Cronometrando...” liga as interrupções e desliga a bobina.

```
case 2:{cmd_LCD(0x80,0);
        escreve_LCD_Flash(msg_cronometrando);
        sei();           //Habilita as Interrupções
        clr_bit(PORTD,BBN); //Desativa a bobina
```

```

if(!tst_bit(PIND,BT2)) { estado=1;}    //Testa o botão de Reset*/

break;}

```

Mostra o tempo de queda e estera apertar o botão de reinicio.

```

case 3:{cmd_LCD(0x80,0);escreve_LCD_Flash(msg_tqueda);

            ident_num(queda,digitos);

            cmd_LCD(0xC6,0);

            cmd_LCD(digitos[4],1);

            cmd_LCD(digitos[3],1);
            cmd_LCD(digitos[2],1);

            cmd_LCD(digitos[1],1);

            cmd_LCD(digitos[' '],1);

            cmd_LCD(digitos[0],1);

            cmd_LCD(' ',1);

            cmd_LCD('m',1);

            cmd_LCD('s',1);

            if(!tst_bit(PIND,BT2)) { estado=1;}

            break;}    //Testa o botão de Reset

```

```

} // fim switch

```

```
}//laço infinito
```

```
}
```

Interrupções

Sensor 1 (Fixo)

```
ISR(INT0_vect)
```

```
{ TCNT1=0;}
```

Sensor 2 (Móvel)

```
ISR(INT1_vect)
```

```
{tempo = TCNT1;
```

```
  queda = (tempo+1)* (1024/16);
```

```
  cli();
```

```
  estado=3;
```

```
}
```