

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
FACULDADE DE ENGENHARIA
ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO**

**HENRIQUE MEIRELLES CAMARGO DE PAULA
JOÃO GABRIEL ALMEIDA ROSA
LUIS GUSTAVO BARRETO DOS SANTOS
MARCO ANTONIO BOCKOSKI DE PAULA
MATEUS HENRIQUE SOARES CARDOSO**

Medidor de Energia Elétrica

**TAUBATÉ
2022**

Resumo

Dentro deste trabalho aplicamos estudos de eletricidade e programação para desenvolver, em mídia física, um sistema de medição de energia. O principal intuito é unificar os conhecimentos de diferentes matérias estudadas para criação de um projeto funcional.

Palavras-chaves: Eletricidade, Sistema, Energia, Programação

SUMÁRIO

1 Introdução	4
2 Objetivo e Aplicações	5
3 Revisão Bibliográfica	6
4 Planejamento	8
5 Conclusão	9
6 Código Comentado	11

1 INTRODUÇÃO

A ideia do projeto surgiu através da motivação de desenvolver uma mídia física para um projeto antecessor que se baseava em experimentos em um software de construção de circuitos, denominado Proteus .

Por meio de conceitos aprendidos em modalidades como cálculo, física e eletricidade, foi possível desenvolver de um sistema funcional, para medição de energia elétrica.

Considerando um elementos resistivo, por meio da corrente elétrica que este entramo circuito interno daquele; e da tensão que alimenta o circuito, é o suficiente para determinar energia gasta a cada segundo.

Por outro lado, para disponibilizar a informação a um observador, conhecimentos de linguagem C são convenientes para programar um algoritmo capaz de disponibilizar visualmente em um display.

2 OBJETIVOS E APLICAÇÕES

Objetivo: Elaborar um circuito elétrico capaz de medir a energia gasta por um elemento resistivo a cada segundo, passível de servir como base para sistemas mais sofisticados.

Aplicações: Monitoramento, segurança e manutenção de dispositivos eletrônicos.

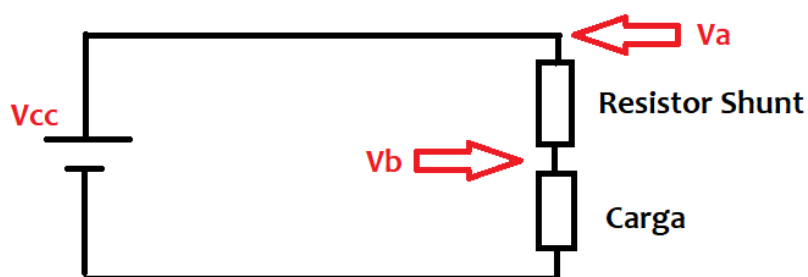
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Dentro dos requisitos do sistema para torná-lo funcional, precisamos da realização de três etapas. Sendo elas a medição, o processamento de dados e a visibilidade.

Para a realização das medições, um sensor denominado INA219 foi disposto para fornecer dados para as entradas analógicas do arduino. Seus terminais mais relevantes são 6:

- Vin+ (Conectada à fonte)
- Vin- (Conectada à carga)
- Vcc (Alimentação positiva)
- Gnd (Alimentação negativa)
- SCL (Conectado ao arduino, relativo ao clock do sensor)
- SDA (Conectado ao arduino, relativo à informações passadas para o microcontrolador)

Na abordagem do referencial bibliográfico, os terminais de “Vin” tem mais relevância, por terem relação a conhecimentos de eletricidade. O método pela qual esse sensor mede corrente e tensão ao mesmo tempo se baseia na utilização de um resistor, que faz papel de sensor, denominado shunt. O shunt, considerando uma malha, está em série com a fonte e a carga, assim, a tensão Vin- (Vb na imagem abaixo) na verdade corresponde ao divisor de tensão entre shunt e a carga.



Então a tensão nodal Vin- (Vb) corresponde a tensão da carga. Enquanto a corrente é determinada pelo próprio shunt, a corrente que flui nele, que corresponde à:

$$I = \frac{V_a - V_b}{R_{shunt}}$$

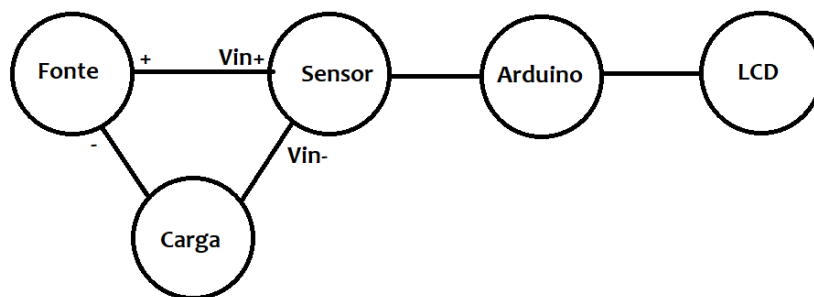
Assim, o sensor consegue medir as duas grandezas através de um comutador interno.

Desse modo que o sensor mede a corrente e envia esses dados ao arduino, que por meio decódigos, manipula-se dá funcional relação para determinar a energia elétrica gasta em 1s. (processamento)

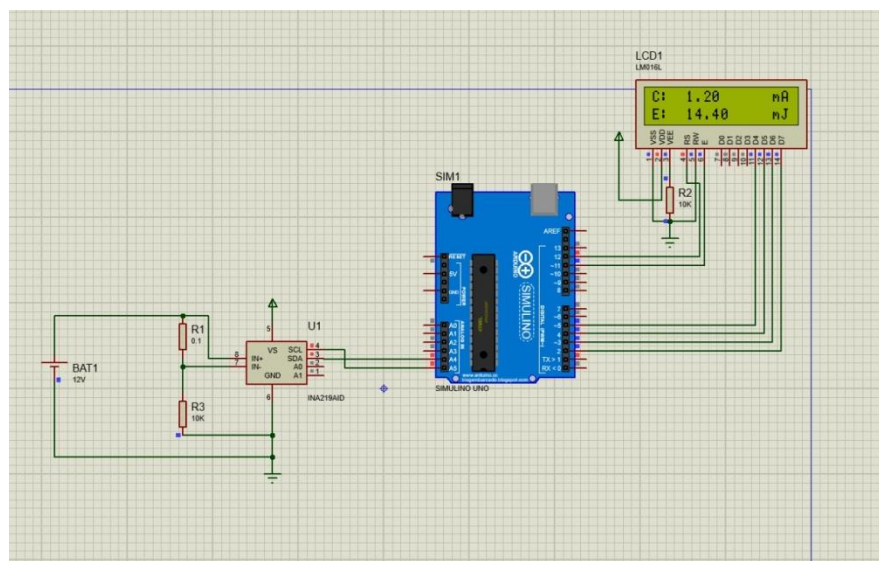
$$E = V.I.\Delta t$$

E sendo Energia Elétrica, dado em Joules (J), produto entre Tensão, Corrente e intervalo de Tempo. V sendo Tensão Elétrica, dada em Volts (V); I sendo Corrente Elétrica, dada em Ampères (A), medida pelo sensor; e Δt sendo tempo, dado em segundos(s).

Ao invés de fazer o usuário ter que plugar USB no arduino e em um computador, será utilizado um display para o operador visualizar os dados de corrente e energia (visibilidade). Tudo descrito anteriormente pode ser resumido no seguinte esquema:



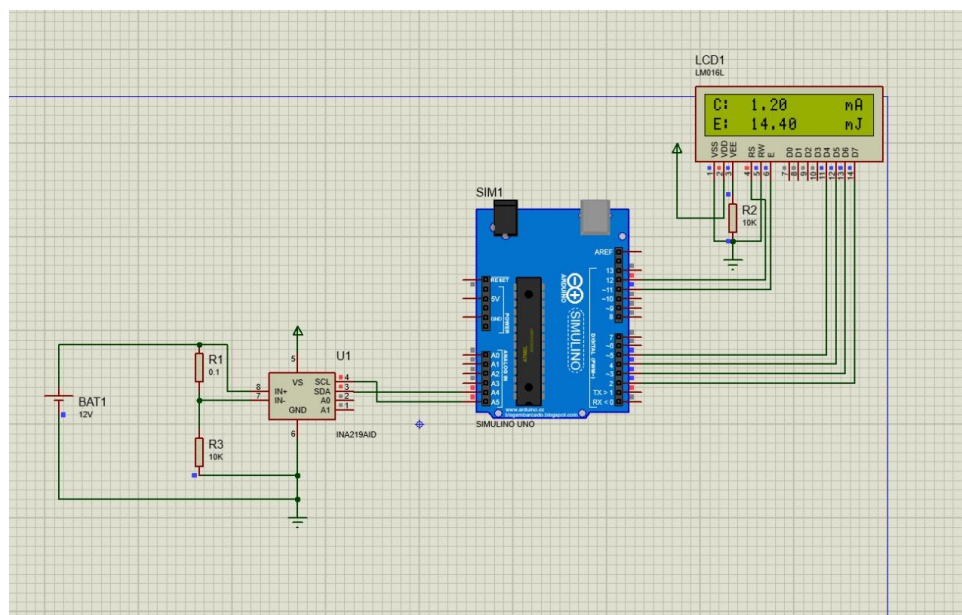
No simulador Proteus, o circuito seria bem semelhante ao presente na imagem abaixo:



4 PLANEJAMENTO E MONTAGEM DO CIRCUITO

Dentro da parte de planejamento, separamos em etapas o desenvolvimento do projeto. Ao pensar em quais são as partes fundamentais no desenvolvimento de um projeto, o grupo escolheu separar em: Definição do nome do projeto e dos objetivos do projeto, organização de materiais, desenvolvimento de um sistema elétrico e os riscos que corremos nele.

Nosso objetivo citado anteriormente é criar um sistema que mede consumo de energia funcional com intuito de aumentar o conhecimento principalmente sobre a disciplina de Eletricidade onde é estudado a parte de circuitos eletrônicos, precisamente um circuito bem semelhante ao esquema abaixo:



Para a parte de riscos encontramos que nossos maiores problemas e dificuldades seriam falta de conhecimento de elementos que serão utilizado, pouco tempo de estudo da matéria de Eletricidade e alguns problemas de conexão que poderiam gerar eventuais acidentes ou imprevistos.

Os materiais utilizados para a construção do circuito foram:

- Arduino UNO
- Potenciômetro de 10k
- LCD 1602a 16x2
- Resistores de 10kΩ
- Sensor de Corrente INA219
- Celula Voltáica de 3V/1,5V
- Fios condutores (Jumpers)

Os fios condutores proporcionaram ligação entre os componentes juntamente da protoboard, durante a montagem do circuito, foram feitos cálculos prévios e medições por outros instrumentos de medição alternativa para aferir os resultados obtidos.

Foi desenvolvido em um software denominado Proteus uma simulação dessa maquete, para conferir resultados obtidos na prática, após a montagem do circuito, foi necessário também incluir a lógica programável no arduino através da IDE (Do inglês, ambiente de desenvolvimento integrado), assim como instalação do driver da versão do microcontrolador (arduino UNO). Após concluídos todos esses requisitos, todos os testes foram feitos para aferir a devida e correta realização do sistema.

5 CONCLUSÃO

A partir das metodologias abordadas nas páginas anteriores, a aplicação de cada uma delas se fez um sucesso, sendo previamente realizado um estudo sobre todos os componentes e diversas simulações de conexões e lógica programável no simulador Proteus juntamente da IDE do arduino, o sistema é funcional e cumpre bem um papel de modelo fundamental ou como exemplar didático, sendo sujeito a modificações e desejavelmente um sistema que possa ser aprimorado para mais diversas e específicas aplicações.

6 CÓDIGO COMENTADO

No arduino, regularmente utiliza-se a biblioteca Adafruit_INA219.h para circuitos de INA219 aplicado. Nessa biblioteca estão contidos comandos de medição de corrente e tensão mencionadas acima. Bibliotecas como Wire.h e LiquidCrystal.h também foram utilizadas, a primeira como elemento auxiliar da biblioteca de INA219 e o segundo como biblioteca comum ao uso de LCDs. Suas funções apresentam ajustes correspondentes a dados experimentais de fábrica. Portanto o código fica com a seguinte formatação:

- Biblioteca para sensor e LCD

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_INA219.h>
#include <LiquidCrystal.h>
```

- Declaração de variáveis, tal como dispositivos conectados ao arduino

```
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2); //Declaração do LCD (Padrão)
Adafruit_INA219 ina219 (0x40);          //Declaração do Sensor
float energia = 0;
float vCarga = 0;
float vResistorS = 0;
float vDivisor = 0;
float corrente = 0;
```

- Função setup com mecanismos para o funcionamento pleno do código, como verificação da comunicação entre sensor e o arduino, ajuste para tensão e correntes de trabalho; e declaração de elementos constantes no LCD (informações visuais)

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  //while (!Serial)
  //{
  //  delay(1); //Enquanto não for plugado o USB, não roda
  //}
  //Serial.println("Relou");

  if (! ina219.begin())
  {
    Serial.println("Falha ao encontrar o INA219");
    while (1) {
      delay(10);
    } //Loop sem fim, pra resetar arduino
  }

  lcd.begin(16, 2);
  constantes();
  Serial.println("Mede corrente e energia com INA219");
  //ina219.setCalibration_16V_400mA();
  ina219.setCalibration_32V_1A();
}
```

- Existem funções próprias para atualização dos resultados quando arduino plugado a um computador por USB ou disponibilização por LCD.

```

void constantes() {

    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("C: ");

    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("E: ");

    lcd.setCursor(14,0);
    lcd.print("mA");

    lcd.setCursor(14,1);
    lcd.print("mJ");
}

void printSerial(){
    Serial.print("Tensão de Entrada: ");
    Serial.print(vDivisor);
    Serial.println(" V");
    Serial.print("Tensão no shunt: ");
    Serial.print(vResistorS);
    Serial.println(" mV");
    Serial.print("Tensão da Carga: ");
    Serial.print(vCarga);
    Serial.println(" V");
    Serial.print("Corrente: ");
    Serial.print(corrente);
    Serial.println(" mA");
    Serial.print("Energia: ");
    Serial.print(energia);
    Serial.println(" mJ");
}

void printLCD(){
    lcd.setCursor(4,0);
    lcd.print(corrente);

    lcd.setCursor(4,1);
    lcd.print(energia);
}

```

- A função loop serve para atualizar os dados medidos pelo sensor a cada 1s, essas funções que atualizam valores são evocadas no corpo dessa outra função.

```
void loop() {  
  vResistorS = ina219.getShuntVoltage_mV(); // Tensão em shunt  
  vDivisor = ina219.getBusVoltage_V(); //Tensão no divisor  
  corrente = ina219.getCurrent_mA(); // Corrente em miliamperes  
  vCarga = vDivisor + (vResistorS / 1000); //Conta para tensão na carga, específico de fábrica  
  energia = corrente*vCarga; //Conta de energia  
  printSerial();  
  printLCD();  
  delay(1000);  
}
```