

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE

CAMPUS AVANÇADO LAJES

COORDENAÇÃO DE EXTENSÃO, PESQUISA E INOVAÇÃO – COEXPEIN

PRÁTICA PROFISSIONAL – RELATÓRIO FINAL DE PROJETO DE PESQUISA/EXTENSÃO

Sistema de Medição e Monitoramento em tempo real de Eficiência Energética para Equipamentos de TIC

Sérgio Benício Melo da Silva Júnior
Orientadora: Prof. Ma. Kátiuscia Lopes dos Santos
Co-orientador: Eng. Elton da Silva Freitas

Lajes / RN, 18 de abril 2021

Sistema de Medição e Monitoramento em tempo real de Eficiência Energética para Equipamentos de TIC

Sérgio Benício Melo da Silva Júnior

Relatório referente à prestação de contas do Projeto de Pesquisa/Extensão Sistema de Medição e Monitoramento “em tempo real” de Eficiência Energética para Equipamentos de TIC, do Edital nº 04/2020 - PROPI/RE/IFRN - Projetos de Pesquisa e Inovação com Fomento - Edital de Pesquisa, corrigido pelo orientador Katiuscia Lopes dos Santos, alusivo ao cumprimento da Prática Profissional:

SUMÁRIO

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	6
3. MATERIAIS E MÉTODOS	8
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5. CONCLUSÕES.....	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
INDICADORES DE PRODUÇÃO	23

RESUMO

A necessidade de energia para alimentar os Equipamentos de TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) tem aumentado ao longo dos anos, ampliando, assim, os custos operacionais e a emissão de carbono. As emissões de CO₂ dos equipamentos de TIC estão crescendo a uma taxa de 6% ao ano, com essa taxa, representam 12% das emissões mundiais em 2020, gerando assim uma crescente demanda por soluções de eficiência energética. Para ter um diagnóstico deste gasto energético oriundos dos Equipamentos de TIC, faz-se necessário um sistema de medição e monitoramento desse gasto energético, então o objetivo deste projeto de pesquisa é desenvolver um sistema de aquisição de dados (DAQ) para monitoramento da eficiência energética dos equipamentos de TIC do IFRN Campus Lajes, possibilitando a visualização e acompanhamento em tempo real dos gastos energéticos e contribuindo para a criação de medidas eficazes para melhoria da eficiência energética desses equipamentos, também como ajudando em questões ambientais. O sistema de monitoramento será composto por um dispositivo de aquisição de dados, o Arduino®, que recebe os sinais analógicos de corrente e tensão, coletados por sensores. Esses sinais são trabalhados de forma que seja possível o processamento pelo Arduino®. Após o processamento desses sinais, os dados são enviados para uma base em um computador e um smartphone, através de conexão *ethernet* onde serão visualizados por um monitor serial na própria IDE do Arduino® no computador e por um aplicativo *Android*, no smartphone. Ao final do projeto teremos um sistema de monitoramento que auxiliem os usuários nas tomadas de decisão sobre a eficiência energética dos Equipamentos de TIC no IFRN Campus Lajes.

1. INTRODUÇÃO

O IFRN (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte), tem uma grande consciência ambiental e econômica acerca da eficiência energética de seus *campi*, e está entre as instituições de ensino mais sustentáveis do mundo, de acordo com o *UI GreenMetric – World University Rankings 2019*, divulgado pela Universidade da Indonésia. Elaborado anualmente, desde 2010, o ranking classifica as instituições que desenvolvem as melhores práticas e programas sustentáveis em seus *campi* (IFRN, 2019).

Pioneiro no que diz respeito a energia solar, o IFRN se tornou a primeira instituição pública de ensino do Brasil a aderir ao sistema de compensação de energia regulamentado pela Resolução Normativa 482/2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Atualmente, está entre as instituições públicas que mais geram energia limpa no país, uma vez que todas as suas unidades (Reitoria e 21 *campi*), contam com usinas solares. Somadas, elas têm o potencial para gerar até 3,36 GWh/ano, que representa uma diminuição de emissão anual de 339 toneladas de CO₂ na atmosfera, além de uma economia anual na ordem de R\$ 1,3 milhão (IFRN, 2019).

No IFRN Campus Avançado Lajes, o sistema fotovoltaico de geração distribuída oferece ao campus cerca de 2872 kWh, correspondendo ao fornecimento de 25% de sua demanda energética anual, ou seja, 25% da energia consumida pelo campus vem de uma fonte de energia limpa. Mas nos últimos anos, as instituições federais de ensino, está sofrendo cortes de verbas consideráveis em seu orçamento, sendo necessário avançar ainda mais na eficiência energética de seus *campi*.

Este trabalho visa a criação de um modelo alternativo de um sistema de aquisição de dados para monitoramento do gasto energético para os Equipamentos de TIC no IFRN Campus Avançado Lajes, a fim de analisar as informações e chegar a uma decisão com o intuito de melhorar a eficiência energética de determinado equipamento. O sistema se comunica uma base (pode ser computador e/ou smartphone) por meio de uma conexão física (pode ser cabo USB), por comunicação sem fio ou ainda pode enviar as informações pela internet, de forma que seja remotamente monitorado.

O projeto utilizará a placa de prototipagem Arduino ®, com sensor de corrente, sistema para medição de tensão, um display LCD que responsável por mostrar os valores da leitura das informações captadas, um módulo Shield Ethernet ou wi-fi a fim de realizar a comunicação e

remeter os dados, e para recepção desses dados, utilizará o computador e smartphone. Será usado um software tanto para o computador quanto para o smartphone, para auxiliar na comunicação e envio dos resultados das leituras realizadas.

É objetivo do projeto desenvolver um sistema de aquisição de dados (DAQ) para monitoramento da eficiência energética dos equipamentos de TIC do IFRN Campus Avançado Lajes, possibilitando a visualização e acompanhamento "em tempo real" dos gastos energéticos e contribuindo para a criação de medidas eficazes para melhoria da eficiência energética desses equipamentos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para desenvolver um sistema de medição e monitoramento do consumo de energia “em tempo real” é fundamental usar a combinação de diferentes tecnologias. Existem diversos Sistemas de Aquisição de Dados para medir e monitorar o consumo de energia em desenvolvimento, incluindo:

O sistema de aquisição de dados para monitoramento do consumo de energia elétrica de uma unidade consumidora residencial, desenvolvido por Freitas (2016), constituído basicamente por um dispositivo de aquisição de dados, o Arduino®, que recebe os sinais analógicos de corrente e tensão, coletados por equipamentos ou por um conjunto de equipamentos. Esses sinais são condicionados de forma que seja possível o entendimento e processamento pelo Arduino®. Após o processamento desses sinais, os dados são enviados para uma base, onde foi utilizado um computador e também um smartphone, através de conexão *wireless* feita via *bluetooth* onde foram visualizados por um monitor serial na própria IDE do Arduino ® no computador e por um aplicativo *Android*, o *Bluetooth spp.* pro desenvolvido por Jerry Li, no smartphone. Com a análise permitia-se notar a funcionalidade, com fidelidade, e a aproximação considerável e aceitável com equipamentos de medição tradicionais. Depois de submetido aos testes, o sistema ofereceu um comportamento satisfatório, mostrando-se como uma ferramenta alternativa com baixo custo.

Já Nunes *et al.* (2019), desenvolveu o sistema de baixo custo para monitoramento do consumo de energia elétrica em nuvem, onde a placa de circuito, confeccionada para o protótipo, é constituída por módulos sensores de corrente e tensão capazes de quantificar sinais contínuos e alternados. Os dados coletados por esses sensores são enviados para uma aplicação na nuvem que permite visualizar informações em tempo real, históricos, indicadores, análises e afins. As principais características do hardware desenvolvido são: dimensões reduzidas; baixo consumo; medição de tensão e corrente DC; medição de tensão e corrente AC; comunicação sem fio. A aplicação em nuvem do sistema foi desenvolvida usando a plataforma de desenvolvimento Node-RED, que se trata de uma ferramenta de

programação para conectar dispositivos de hardware e APIs com o objetivo de simplificar a criação de sistemas embarcados relacionados ao conceito de Internet das Coisas (IoT). Nesse caso, o protocolo usado para envio dos dados é o MQTT, por ser leve, flexível e que segue o modelo de publicação (publisher) e assinatura (subscriber). Como resultado foi apresentado um sistema de monitoramento do consumo de energia elétrica residencial com monitoramento de tensão e corrente, sendo os dados coletados em uma plataforma Web. Os dados coletados dos sensores são visualizados em tempo real em gráficos interativos, dashboards. Desse modo, tanto o usuário quanto a concessionária de energia elétrica conseguem identificar os horários de maior consumo em cada residência do sistema elétrico, quais equipamentos demandam mais energia e, dessa forma, elaborar ações para economia de energia elétrica.

Em Araujo (2018) foi desenvolvido um sistema de monitoramento do consumo elétrico residencial com utilização de medidores de energia elétrica e comunicação sem fio para medição e verificação em programas de eficiência energética. Para a fabricação do sistema de medição, foi utilizado um transformador responsável pela medição da tensão e de um transformador de corrente JSCT-6 para as medidas de corrente, outro dispositivo foi responsável por receber as informações dos medidores de energia por infravermelho e repassá-las via um cartão de memória SD para um PC que transforma esses dados em informações úteis para o usuário final. Para o sistema de armazenamento de dados foi utilizado um cartão de memória SD de 2GB, da Sony. Todo o processamento das informações, diferente dos sistemas anteriores que utilizou Arduino, foi utilizado um microcontrolador da Texas Instruments, o MSP430F6736, o qual possui três conversores analógico-digital do tipo Sigma-Delta de 24-bits e quatro interfaces de comunicação serial, além de ter uma configuração de baixíssimo consumo. Já o sistema de transmissão de dados foi desenvolvido baseado no receptor de comunicação por infravermelho IRM-8651, responsável por demodular os sinais enviados por meio de um LED infravermelho. Essa tecnologia foi selecionada principalmente pelo baixo custo em relação a outros meios de comunicação e por ser uma tecnologia bem conhecida. A interface para os usuários foi desenvolvida no software LabVIEW, por possuir uma programação gráfica, que torna simples a visualização, a criação e a codificação da interface. Já em relação aos usuários, foi necessária apenas a inserção dos dados recolhidos pelos medidores para o sistema gerar os dados de consumo de energia elétrica. Como resultado obtiveram um sistema mais barato de monitoramento que contribui para a maior eficiência no uso da energia elétrica por parte dos consumidores finais devido à possibilidade de terem, a qualquer momento, informações pertinentes, seja do consumo individual de cada aparelho elétrico ou do total de energia consumida por todos.

Diante dessas alternativas desenvolvidas, é possível afirmar que um sistema de medição e monitoramento de cargas elétricas é viável e cada vez mais necessários para traçar estratégias de eficiência energética.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta seção, referir-se-á a metodologia que foi aplicada para realizar o desenvolvimento do projeto apresentado.

O sistema de medição mostrado, será bem diferente do que se tinha proposto anteriormente pelos integrantes do grupo. Devido ao lamentável agravamento do COVID-19 em meio à sociedade, foi necessário mudar a estratégia para desenvolver o sistema. Tais estratégias que deixaram os alunos muito limitados para progredir com o projeto. Devido a essa situação, o corpo discente não pôde realizar 100% o projeto, porém, foi discutido que seria mais viável realizar uma simulação virtual.

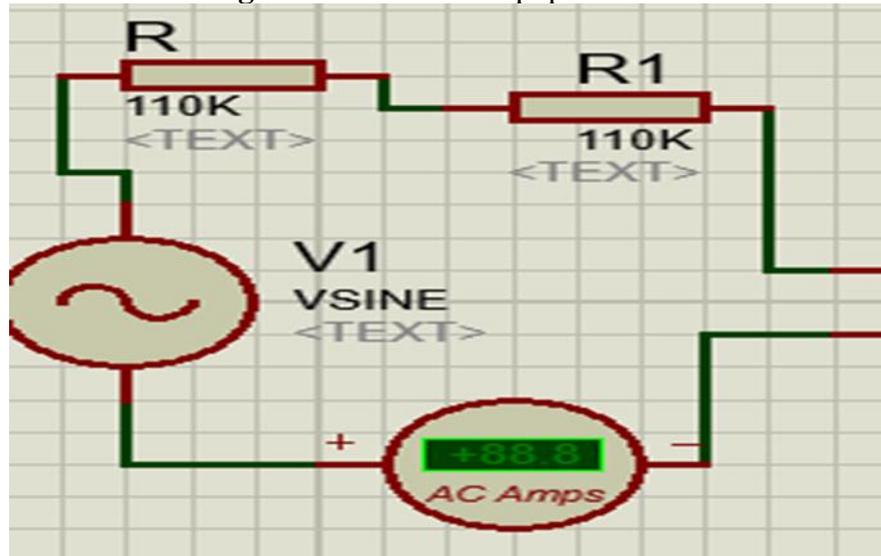
Para que fosse possível realizar essa solução, os estudantes usaram um software capaz de criar projetos eletrônicos, que é composto de bibliotecas que auxiliam no melhor desenvolvimento de um sistema, além de simular módulos de projetos de placa de circuito impresso, esse programa se chama PROTEUS. Todo o projeto foi desenvolvido com base na simulação feito por esse software. Como o projeto foi todo simulado, ocorreu uma limitação de funções como já foi citado anteriormente.

Por causa dessa situação, o melhor a ser feito foi apenas simular o circuito que iria ser produzido através do protótipo, que irá realizar apenas algumas funções, como: calcular e imprimir os valores de consumo da corrente, tensão e potência.

Coleta de dados

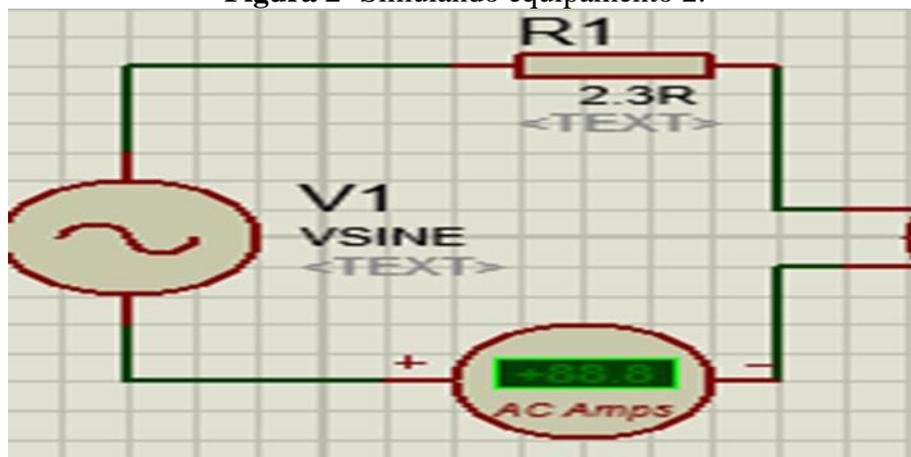
Como não foi possível desenvolver o protótipo(fisicamente), conseqüentemente não foi realizável a inserção de um equipamento de TIC no circuito. Para conseguir realizar a coleta de informações, os alunos resolveram simular um equipamento TIC manipulando o circuito, adicionando ou variando cargas dos resistores para conseguir obter resultados. O Proteus não permitia a introdução de equipamentos (TIC) para simular os valores, então foi necessário realizar as adaptações necessárias para obter os valores de corrente, tensão e potência.

Figura 1- Simulando equipamento 1.



Fonte: autoria própria, 2021

Figura 2- Simulando equipamento 2.



Fonte: autoria própria, 2021

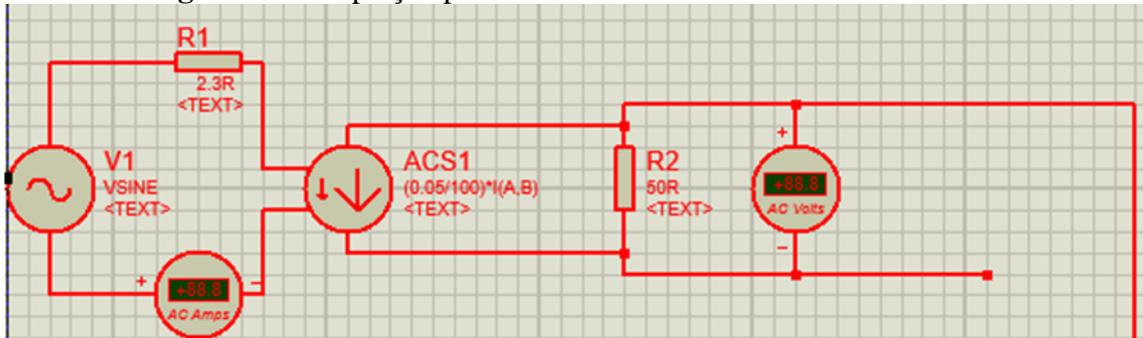
Basicamente esses circuitos estão referenciando um equipamento de TIC. Foi necessário realizar essa manipulação para que fosse possível coletar os dados dos “equipamentos” e realizar as as determinadas funções. Como está sendo visualizado nas imagens, foi realizado algumas alterações no circuito, manipulando a fonte de tensão, medidor e resistor.

Medição de corrente

Para mensurar a intensidade da corrente elétrica, a priori seria utilizado o sensor de corrente não invasivo SCT-013-030, pois a introdução desse sensor não iria interromper o circuito para suceder a medição. Como foi explicado, os alunos ficaram circunscritos e no programa utilizado para realizar a simulação, não tinha esse sensor disponível nas suas devidas

bibliotecas, então foi desenvolvido uma adaptação de como é funcionamento desse sensor de corrente não invasivo, para que chegasse o mais próximo possível da sua função no circuito.

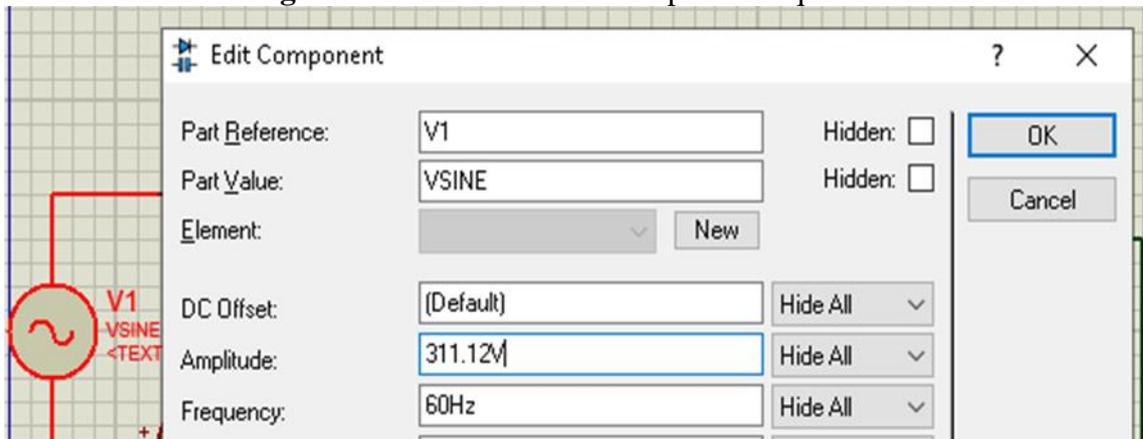
Figura 3 – Adaptação para medir intensidade da corrente elétrica.



Fonte: autoria própria, 2021

Nesse circuito foi utilizado uma fonte de tensão, medidores, resistores e uma fonte atual controladora por corrente arbitrária. Esse esquema está referenciando o sensor de corrente não invasivo SCT-013-030, buscando chegar à adaptação mais próxima à sua funcionalidade.

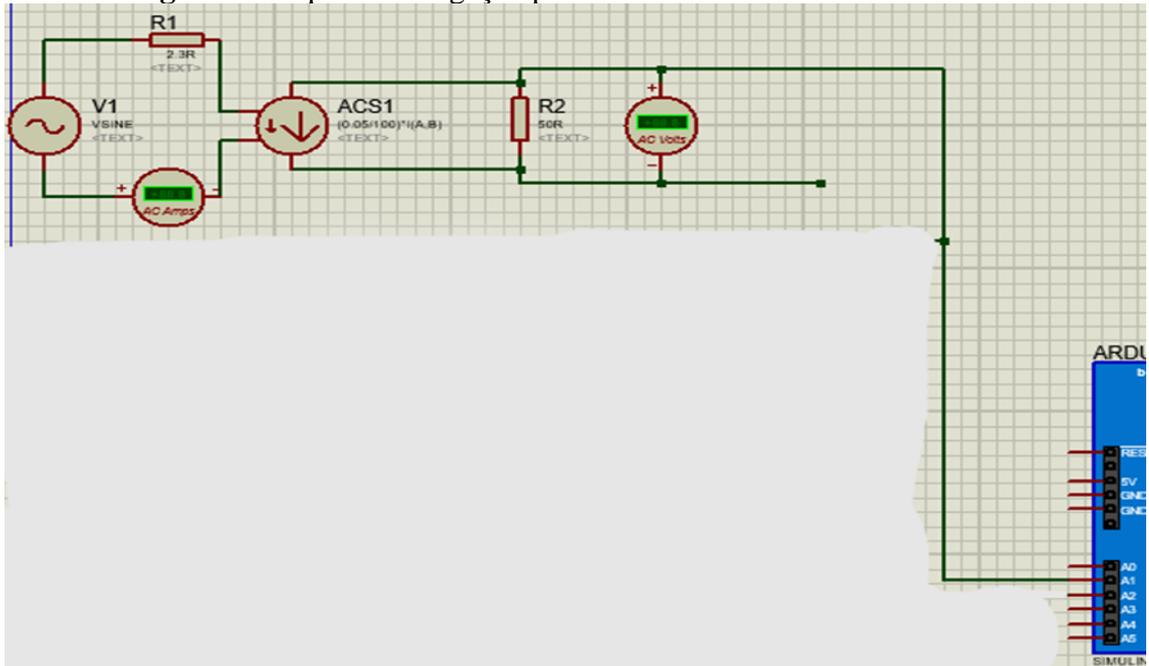
Figura 4 – Definindo tensão de pico e frequência.



Fonte: autoria própria, 2021.

Vale ressaltar que, nessas condições o essencial é “trabalhar” com a tensão de pico e não com a tensão eficaz. Por esse motivo o valor da tensão foi 311.12V. Matematicamente para calcular e obter o resultado da tensão de pico, é necessário usar a tensão e multiplicar pela raiz de 2 (1,414213). Sendo assim, o valor de pico é encontrado. Utiliza-se também, a frequência padrão que é os 60Hz.

Figura 5- Esquema de ligação para obter o sinal da corrente elétrica.



Fonte: autoria própria, 2021

Nesse esquema, é possível visualizar o conjunto de equipamentos que resultam no sensor para coletar o sinal da corrente e, a ligação desse “sensor” na porta analógica “A1” do Arduino. Infelizmente não será possível agora mostrar o esquema de ligação real, devido a situação.

Figura 6- Código com programação.

```
//adicionar as bibliotecas
#include "EmonLib.h"
#include <LiquidCrystal.h>
EnergyMonitor emon1;
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
//pino do sensor SCT-013 30A
int pino_STC = 1;

//pino do sensor TP
int pino_TP = 2;

float potencia_armazenada = 0; // Variavel para calculo de consumo
float potencia_var = 0; // Variavel para calculo de potência reativa
float valor_pago = 0; // variavel para calculo de faturamento

void setup()
{
  lcd.begin(16, 2);
  Serial.begin(115200);

  emon1.current(pino_STC, 29.03);
  //pino tp, calibração, defasagem
  emon1.voltage(pino_TP, 225, 1.7);
  //informações iniciais ao display
```

Fonte: autoria própria, 2021.

A priori, o código funciona dessa maneira. Vale salientar a inclusão das bibliotecas utilizadas “EmonLib.h” e “<LiquidCrystal.h>” para que haja a compilação corretamente. A biblioteca “EmonLib.h” detém os meios necessários para a mensuração das grandezas básicas na c.a, muito importante para a calibração. E por última e não menos importante, a biblioteca “<LiquidCrystal.h>” torna o uso dos LCD’s mais fácil no arduino, ela realiza algumas funções que fazem a diferença na hora do código “rodar”, como piscar a tela do LCD, a rolagem do texto e entre outras funções.

Figura 7- código para imprimir valores de corrente e fator de potência.

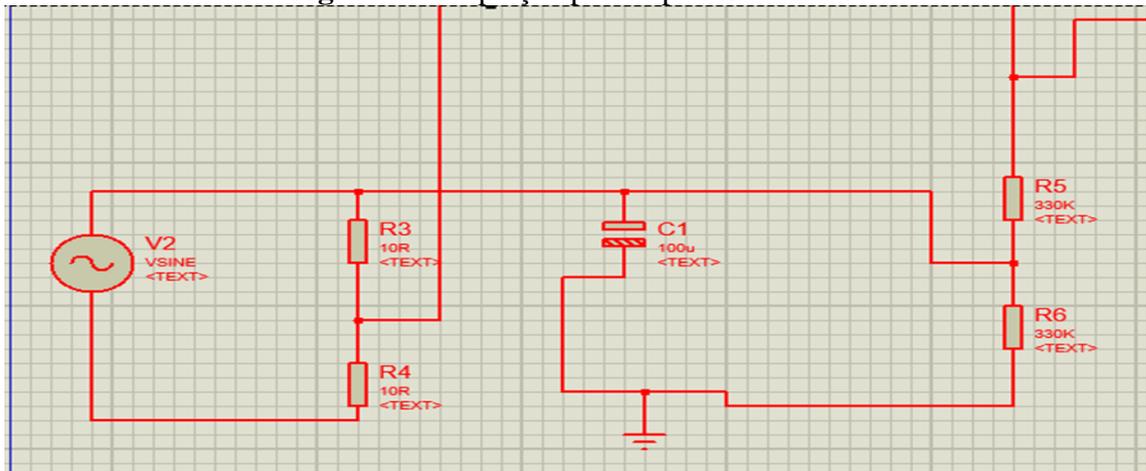
```
void loop()
{
  //calculo de tensão correspondente ao sinal de entrada
  emonl.calcVI(20,2000);
  float Potencia_P = emonl.realPower; //recebe potência Ativa
  float Potencia_S = emonl.apparentPower; //recebe potência Aparente
  float Fator_de_Potencia = emonl.powerFactor; //recebe fator de potência
  float Tensao_rms = emonl.Vrms; //recebe Tensão eficaz
  float Corrente_rms = emonl.Irms; //recebe corrente eficaz
  //informa o valor de corrente
  Serial.print("Corrente = ");
  Serial.print(Corrente_rms); //Corrente eficaz -Irms-

  lcd.clear();
  lcd.print("I (A) =");
  lcd.setCursor(10,0);
  lcd.print(Corrente_rms);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("FP = ");
  lcd.setCursor(10,1);
  lcd.print(Fator_de_Potencia, 1);
  delay (2000);
```

Fonte: autoria própria, 2021.

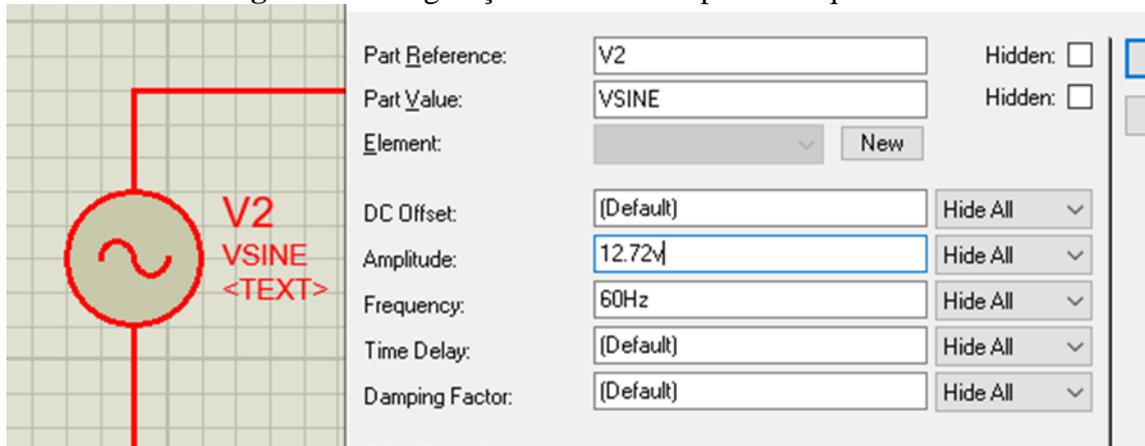
Medição de tensão

Para essa etapa do projeto, foi necessário fazer mais uma adaptação de um transformador que seria usado para realizar a mensuração da tensão. Nessa adaptação foi necessário usar um conjunto de materiais para realizar essa função. Com destino a mensurar a tensão, foi preciso usar uma fonte de tensão, resistores e um capacitor, como mostra a figura 8.

Figura 8- Adaptação para capturar a tensão.

Fonte: autoria própria, 2021.

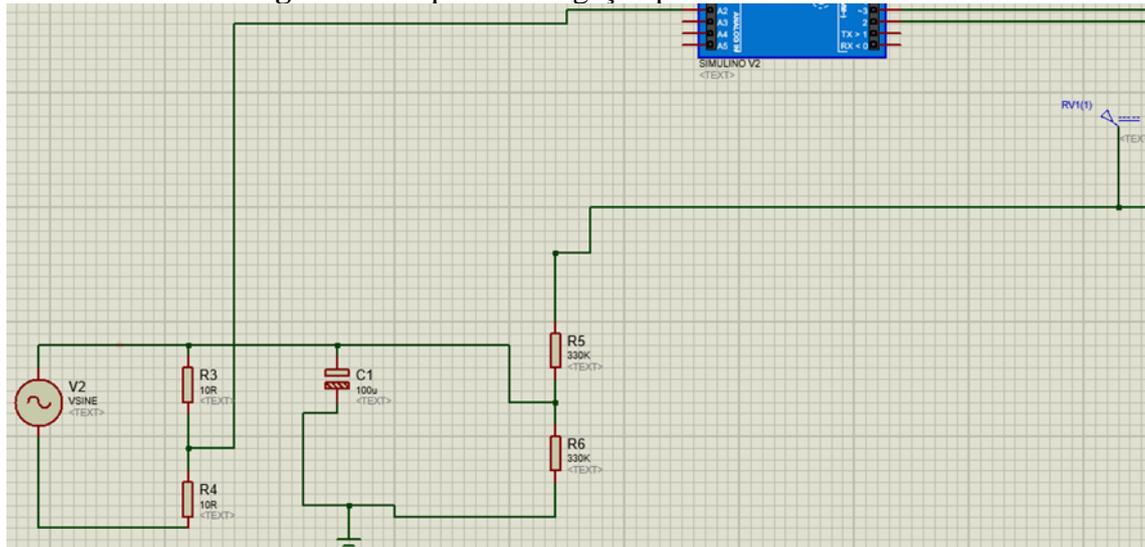
Importante salientar que, nesse transformador a tensão que está entrando para o circuito é de 9V, então é necessário configurar a fonte de tensão para que funcione com a tensão de pico, que será apresentada na figura 9.

Figura 9- configuração da tensão de pico e frequência.

Fonte: autoria própria, 2021.

Segue a mesma matemática para chegar no resultado 12.72V. Tensão*raiz de 2. Nesse caso se tem uma tensão igual a 9V, então é necessário multiplica-la por 1,414213 e chegará na tensão de pico corretamente.

Figura 10-Esquema de ligação para obter a tensão.



Fonte: autoria própria, 2021.

Nesse esquema de ligação, é possível visualizar que houve a necessidade de montar um divisor de tensão, pois sabe-se que a entrada analógica do arduino só ler uma tensão que varia de 0-5V e a saída do transformador é 9V, ou seja, com o divisor de tensão iria se obter tensões menores que a tensão do gerador disponível. É visto também, que tem mais um circuito ao lado que com um capacitor, pois o arduino ele ler de 0-5V positivos, então esse filtro seria para deslocar a tensão para ele ler apenas as tensões positivas. A ligação desse transformador ficou inserido na porta analógica “A2” do Arduino.

Figura 11- código para calcular e imprimir os valores de tensão e de potência ativa.

```

lcd.clear();
lcd.print("Tensão = ");
lcd.setCursor(10,0);
lcd.print(Tensao_rms);
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Pot P = ");
lcd.setCursor(10,1);
lcd.print(Potencia_P, 1);
delay (2000);

//preencher os valores no modelo apresentado no lcd

potencia_armazenada += Potencia_P/3600000;
potencia_var= sqrt ((Potencia_S*Potencia_S) - (Potencia_P*Potencia_P));
valor_pago = potencia_armazenada * 0,3795;
delay(2000);
}

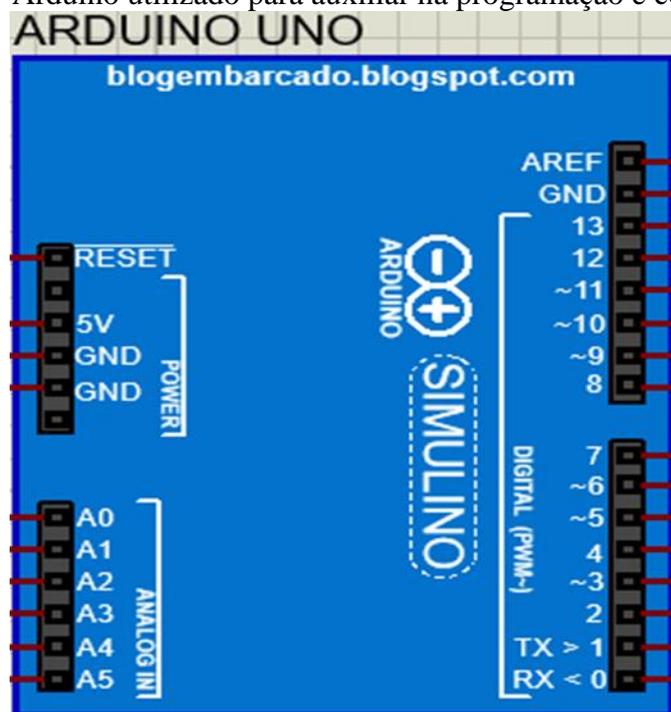
```

Fonte: autoria própria, 2021.

Ferramenta utilizada para auxiliar na programação e se comunicar com outros eletrônicos.

Como se sabe, a ferramenta responsável para auxiliar na programação e se comunicar com outros eletrônicos é o Arduino. Já se tinha decidido que a melhor opção para realizar esse projeto, seria o o Arduino MEGA, porém, a situação em que o grupo se encontra é bem limitada. Os integrantes fizeram passo a passo de todo o procedimento para poder utilizar o software e realizar a simulação. O Proteus foi o programa utilizado para realizar a simulação, porém ocorreram alguns problemas com o “pack” de arduinos do software e ocasionou um problema no momento da programação, mesmo com toda a parte de estrutura montada, inclusive até vista pelo orientador, mas ao executar o programa no arduino, os dados não eram transmitidos no display, foram feitos alguns testes com arduinos diferentes, até que um arduino deu certo. O grupo especula que foi uma falha no software. Na figura 12 será mostrada o arduino que o grupo utilizou para realizar o projeto.

Figura 12- Arduino utilizado para auxiliar na programação e comunicação.



Fonte: autoria própria, 2021.

Ao ser comparado com o Arduino Mega, o Uno não é um arduino com um índice de microcontroladores tão grande, nem tem tantas entradas e saídas como o Mega, porém como é uma simulação e foi o único que deu certo, a equipe optou por utiliza-lo. E funcionou.

Amostra dos dados processados

A visualização dos dados processados, seria mostrado por meio de um celular ou um computador, com as plataformas **ELIPSE MOBILE E ELIPSE SCADA**. Porém não seria possível simular essas funções no software, então o grupo optou por utilizar um display ldc 16x2 para mostrar as informações processadas.

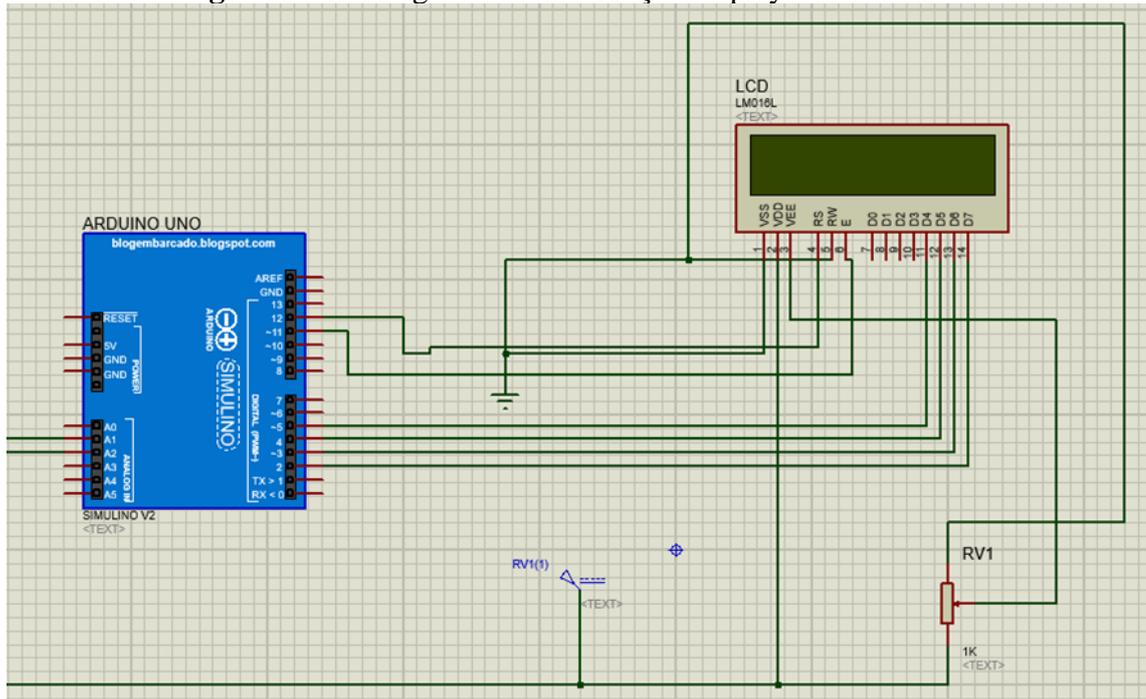
Figura 13 – Display 16x2 Alphanumeric LCD.



Fonte: autoria própria,2021.

O display “caiu” como uma luva no projeto, pois os integrantes precisavam de um jeito para mostrar os valores. Segue na figura 14 a comunicação do display LCD com o Arduino.

Figura 14- montagem da comunicação display com Arduino.



Fonte: autoria própria, 2021.

A montagem da comunicação desse eletrônico foi realizada pelo próprio Arduino IDE, que libera um esquema para ligação entre o Arduino e o display, mas também o grupo teve recebido uma forte ajuda do co orientador para realizar não só essas, mas algumas outras funções do projeto.

Figura 15- Esquema liberado pelo Arduino IDE

```

HelloWorld | Arduino 1.8.13
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda
HelloWorld
can usually tell them by the 16-pin interface.

This sketch prints "Hello World!" to the LCD
and shows the time.

The circuit:
* LCD RS pin to digital pin 12
* LCD Enable pin to digital pin 11
* LCD D4 pin to digital pin 5
* LCD D5 pin to digital pin 4
* LCD D6 pin to digital pin 3
* LCD D7 pin to digital pin 2
* LCD R/W pin to ground
* LCD VSS pin to ground
* LCD VCC pin to 5V
* 10K resistor:
* ends to +5V and ground
* wiper to LCD V0 pin (pin 3)
  
```

Fonte: autoria própria, 2021.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Depois do término do processo de montagem e organização do projeto, é chegado o momento de realizar os testes para obter os resultados atingidos por meio da simulação. Nesta parte do projeto serão apresentados os testes para verificar o funcionamento, e é com base nestes resultados apresentados na simulação, analisar os resultados alcançados das leituras.

Para realizar uma leitura com maior precisão, é necessário fazer uma calibração nas medidas de corrente e tensão, segundo a figura 15, os valores foram ajustados para que as leituras ocorram sem de forma mais precisa e bem próxima da real.

Figura 15- Código para realizar a calibração de tensão e corrente do Arduino.

```

LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
//pino do sensor SCT-013 30A
int pino_STC = 1;

//pino do sensor TP
int pino_TP = 2;

float potencia_armazenada = 0; // Variavel para calculo de consumo
float potencia_var = 0; // Variavel para calculo de potência reativa
float valor_pago = 0; // variavel para calculo de faturamento

void setup()
{
  lcd.begin(16, 2);
  Serial.begin(9600);

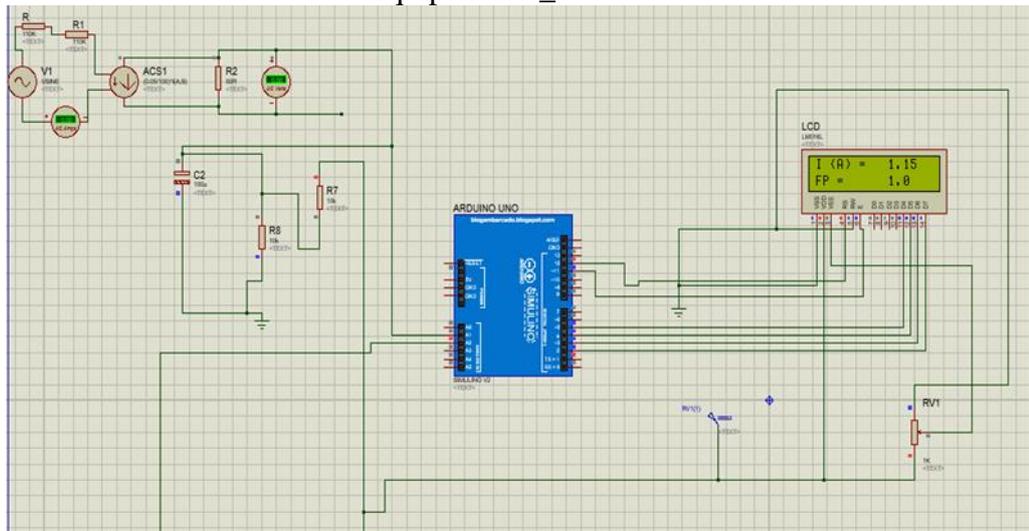
  emon1.current(pino_STC, 6.7);
  //pino tp, calibração, defasagem
  emon1.voltage(pino_TP, 225, 0.27);
  //informações iniciais ao display
}

```

Fonte: autoria própria, 2021.

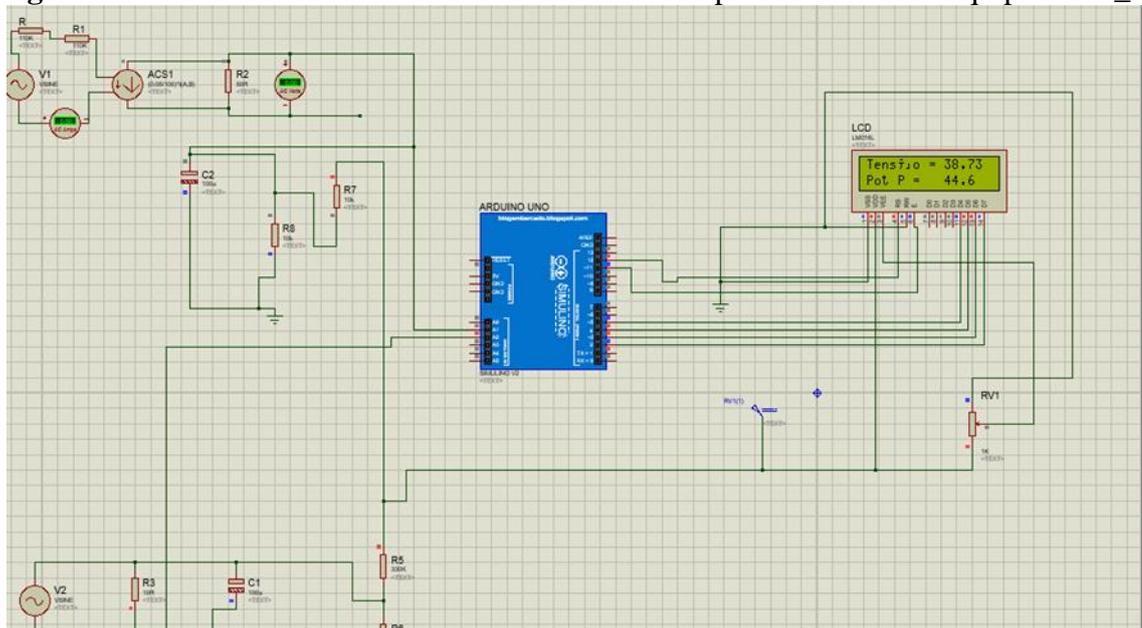
Como a inserção de equipamentos elétricos não é possível no software, a equipe resolveu também simular um equipamento, modificando uma parte do circuito e podendo acrescentar mais alguns materiais eletrônicos, conforme feito na figura 16 e 18.

Figura 16- Sistema realizando a leitura de corrente e fator de potência do Equipamento_1.



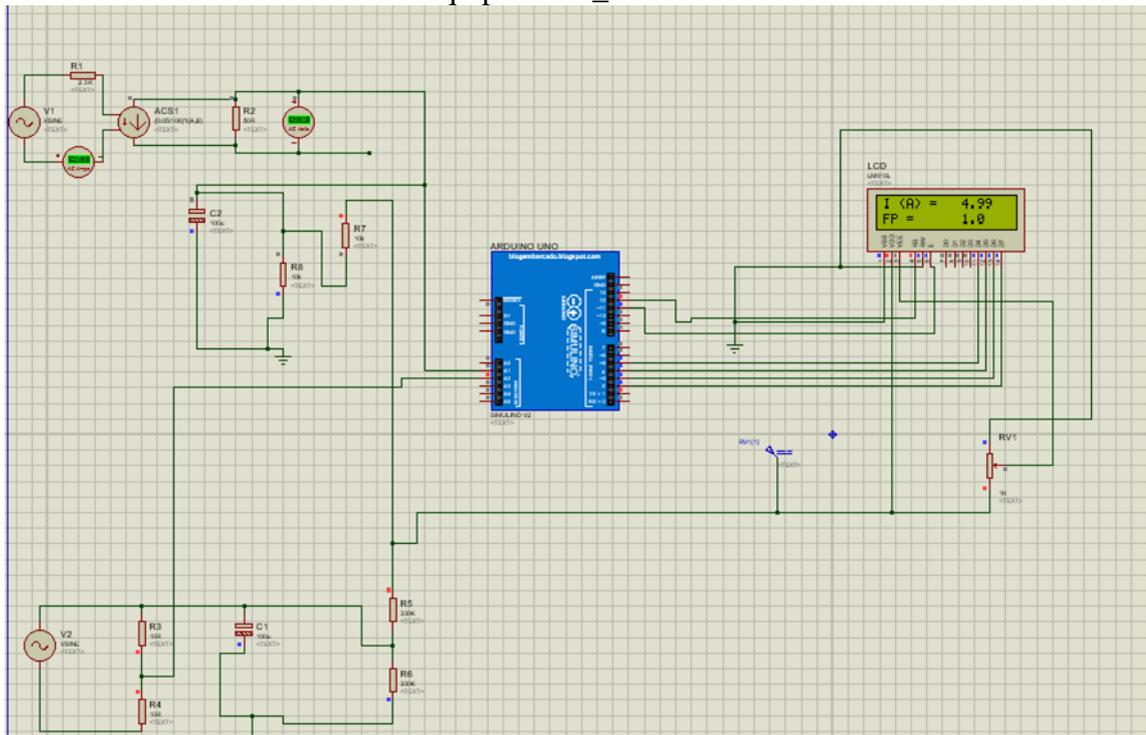
Fonte: autoria própria, 2021.

Figura 17- Sistema realizando a leitura de Tensão e de potência ativa do Equipamento_1.



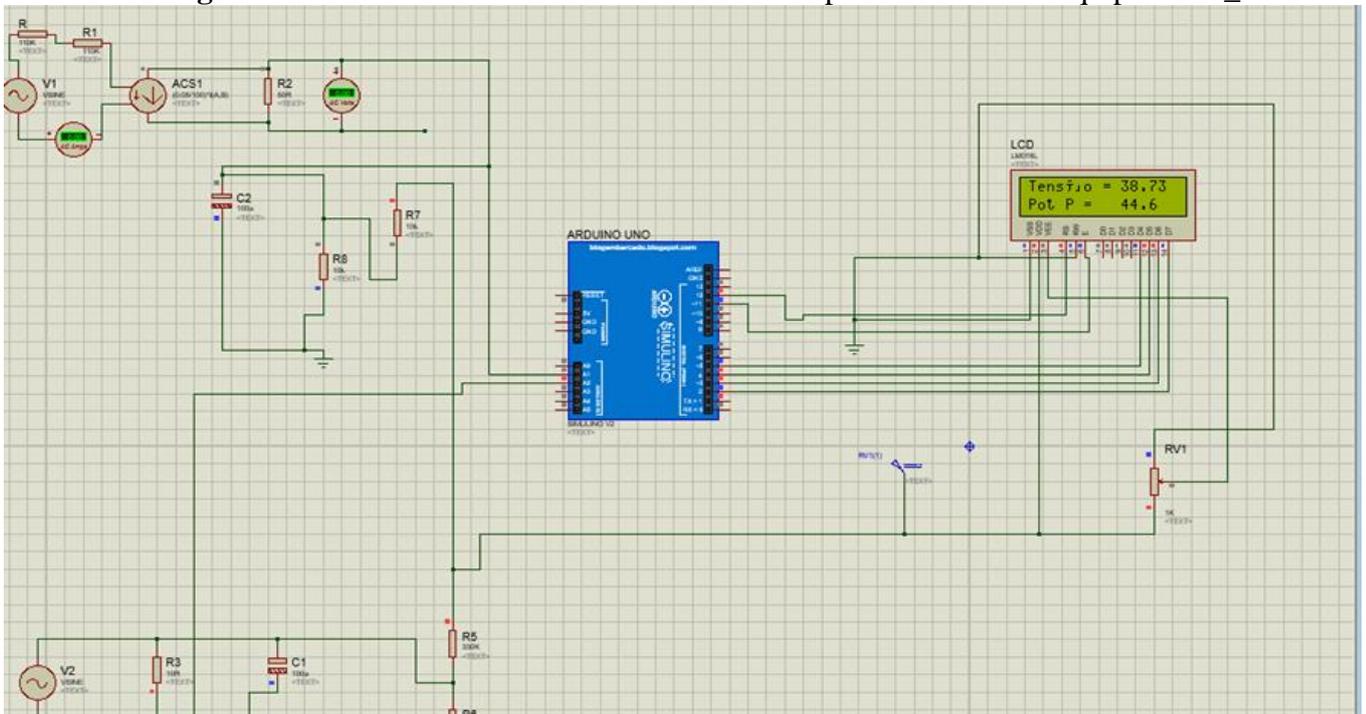
Fonte: autoria própria, 2021.

Figura 18- Sistema realizando a leitura de corrente e fator de potência do Equipamento_2.



Fonte: autoria própria,2021.

Figura 19 Sistema realizando a leitura de tensão e potência ativa do Equipamento_2.



Fonte: autoria própria,2021.

5. CONCLUSÕES

Nesta parte de conclusão em relação ao sistema proposto, tem um fator importante que esteve muito presente durante o desenvolvimento desse projeto, que é o fator “dificuldade”. A dificuldade foi muito grande, pois inúmeros problemas ocorreram nesse período de pandemia principalmente em relação ao ambiente de estudo, recursos para estudar, saúde mental e entre outros diversos problemas. A junção de todos esses obstáculos resultou em um atraso no processo do projeto que levou o mesmo a outro rumo, deixando-o apenas como uma simulação, que foi onde limitou bastante os recursos para realizar todos os requisitos que foram propostos.

Ainda no processo de montagem do sistema, ocorreu tudo bem. A priori no processo de simulação também ocorreu tudo bem, porém, o software utilizado começou a apresentar “bugs” no pack dos Arduinos e não estava sendo mostrado através do display os resultados da leitura realizada da medição. Foram feitos alguns testes para se certificar se o problema era na programação, ou até mesmo na montagem, realizou-se testes com outros Arduinos e apresentavam o mesmo problema, a equipe teve que procurar um outro pack de Arduinos para inseri-lo no Proteus. Após realizar essa condição, um Arduino deu certo, que foi o Arduino UNO, e foi o que o grupo utilizou para realizar o projeto, já que foi só a simulação e o único que funcionou. Porém na metodologia foi comparado o Arduino UNO(o que foi usado) com o MEGA (o que seria utilizado, porém apresentou problemas), a partir disso, o grupo utilizou o Arduino UNO.

Embora tenha acontecido todas essas problemáticas, o projeto foi finalizado. Foi trabalhado com os instrumentos que se tinha, por mais que tenha deixado o projeto limitado, foi muito fundamental e gratificante a realização do mesmo. Muitas experiências e ensinamentos foram obtidos no desenvolvimento do sistema como, aprender a manipular o software Proteus e aprofundar ainda mais na linguagem de programação C++. Todo esse processo trouxe para os integrantes uma experiência muito boa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, F. C. (2018). *SISTEMA DE MONITORAMENTO DO CONSUMO ELÉTRICO RESIDENCIAL COM UTILIZAÇÃO DE MEDIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA COM COMUNICAÇÃO SEM FIO PARA MEDIÇÃO E VERIFICAÇÃO EM PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA*. Campinas-SP: UNICAMP.

Arduino. (2020 de 07 de 2020). *Introdução*. Fonte: Arduino:
<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>

FREITAS, E. D. (2016). *SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS PARA MONITORAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DE UMA UNIDADE CONSUMIDORA RESIDENCIAL*. Mossoró-RN: UFERSA.

IFRN. (03 de 12 de 2019). *IFRN integra ranking das instituições de ensino mais sustentáveis do mundo*. Fonte: IFRN: <https://portal.ifrn.edu.br/campus/reitoria/noticias/ifrn-integra-ranking-das-instituicoes-de-ensino-mais-sustentaveisdo-mundo>

Nunes, L. H., Oliveira, K. D., & Menezes, J. F. (2019). Sistema de Baixo Custo para Monitoramento do Consumo de Energia Elétrica em Nuvem. *XXXVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TELECOMUNICAÇÕES E PROCESSAMENTO DE SINAIS – SBrT2019* (pp. 1-2). PETRÓPOLIS-RJ: SBrT2019.

Santos, K. L. (2018). *CONVERSOR CC/CC INTERCALADO COM INDUTORES ACOPLADOS PARA ALIMENTAÇÃO DE UM DATA CENTER ATRAVÉS DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO*. Fortaleza-CE: UFC.

Silva, M. K. (2017). SOLUÇÕES DE TI VERDE E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA PARA DATA CENTERS. *ReTIC Revista Tecnologia da Informação e Comunicação: Teoria e Prática UNISUL*.

INDICADORES DE PRODUÇÃO

Premiado em 2º lugar pela Comissão Organizadora do evento na modalidade POSTER, na área de Tecnologia e Inovação na **II** Mostra Científica, na **II** SEMADEC do IFRN-Campus Avançado Lajes.

Segue o link para acessar o CV LATTES: <http://lattes.cnpq.br/6386069067441644>.