

## REAL TIME ENERGY CONSUMPTION MONITORING SYSTEM USING SMART METERS END ARDUINO PLATFORM IN RESIDENCE

Suelen Lobato Gonzaga<sup>1</sup>, Livia da Silva Oliveira<sup>2</sup>, Anderson de Oliveira Castro<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Discente em Engenharia Elétrica pelo Centro Universitário Fametro, Manaus – AM

<sup>2</sup> M.Sc. Centro Universitário Fametro, Manaus – AM

<sup>3</sup> M.Sc. Centro Universitário Uninorte, Manaus – AM

Email: [ellen.lobato@hotmail.com](mailto:ellen.lobato@hotmail.com), [oliveira.livia@gmail.com](mailto:oliveira.livia@gmail.com), [anderson.castro@uninorte.com.br](mailto:anderson.castro@uninorte.com.br)

Received: June 15<sup>th</sup>, 2019

Accepted: June 19<sup>th</sup>, 2019

Published: September 30<sup>th</sup>, 2019

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

### ABSTRACT

The work consists of the development and implementation of a smart system for monitoring real-time electricity consumption using smart meters and the arduino platform installed in a residence in which, through smartphone, tablet, computer, etc., the consumer will follow the monitoring of their consumption. The following proposal of this device offers new means of reducing the consumption of electricity offered to the consumer. The construction of the system is based on Arduino technology where current and voltage sensors verify the consumption in real time, through meters installed in the residence. The consumer will be able to keep track of all the electricity consumption used at the moment, in which he can see in his electricity bill his monthly consumption and have a base of the amount to be paid. The intention is to make the consumer aware of their daily and monthly consumption, thus reducing energy and adding new values and solutions for energy efficiency in the area of Electrical Engineering.

**Keywords:** smart meter, energy efficiency, consumption reduction.

## SISTEMA DE MONITORAMENTO DE CONSUMO DE ENERGIA EM TEMPO REAL UTILIZANDO O MEDIDORES INTELIGENTES E PLATAFORMA ARDUINO EM UMA RESIDÊNCIA

### RESUMO

O trabalho consiste no desenvolvimento e implementação de um sistema inteligente de monitoramento de consumo de energia elétrica em tempo real, utilizando medidores inteligentes e a plataforma arduino instalados em uma residência no qual através de smartphone, tablet, computador, etc., o consumidor irá acompanhar o monitoramento do seu consumo. A proposta a seguir desse dispositivo oferece novos meios de redução no consumo de energia elétrica oferecidas ao consumidor. A construção do sistema é baseada na tecnologia Arduino onde sensores de corrente e de tensão verificam o consumo em tempo real, através de medidores instalados na residência. O consumidor conseguirá acompanhar todo o consumo de energia elétrica utilizada no momento, no qual poderá ver em sua conta de luz, seu consumo mensal e ter uma base do valor a ser pago. O intuito é fazer com o consumidor seja consciente de seu consumo diário e mensal, levando assim a redução de energia e agregando novos valores e soluções para eficiência energética na área da Engenharia Elétrica.

**Palavras Chaves:** medidor inteligente, eficiência energética, redução de consumo.

## I. INTRODUÇÃO

Com a necessidade de reduzir o consumo de energia elétrica, uma das maneiras mais eficientes ainda é o monitoramento constante sobre consumo. A proposta do presente trabalho consiste no desenvolvimento de um dispositivo capaz de coletar dados sobre o consumo energético residencial, para posterior visualização e armazenamento destes dados pelo consumidor. Dadas essas necessidades por parte do consumidor o monitoramento de consumo de energia permite de forma simples e objetiva aos consumidores monitorar o consumo (potência e custo em Reais) de equipamentos residenciais, através de qualquer dispositivo que tenha acesso a internet, como tablets, smartphones, notebooks. Este acesso será feito através de um site hospedado em um servidor específico, onde também serão guardados todos os dados obtidos nas medições [1].

Com a necessidade em ter uma resposta rápida, os usuários necessitam de informações em tempo real sobre o consumo de energia de seus equipamentos, para que possam monitorá-los e conferir resultados, como a redução na conta de energia elétrica. Sendo assim os consumidores precisam ter informações técnica mas sem muito esforço para isso [2].

A rede inteligente que pode ajudar o mercado de energia a aumentar o uso eficiente de energia monitorando e controlando remotamente a carga elétrica e definindo preços de energia eficientes afim de mudar a demanda do consumidor final. Recentemente, a demanda por eletricidade vem aumentando segundo o Ministério do Planejamento (2014), os brasileiros verão sua demanda de energia elétrica triplicar até o ano de 2050. Isso significa que cada habitante irá consumir cerca de 7.100 kWh por ano, conforme a Figura 1 [3].

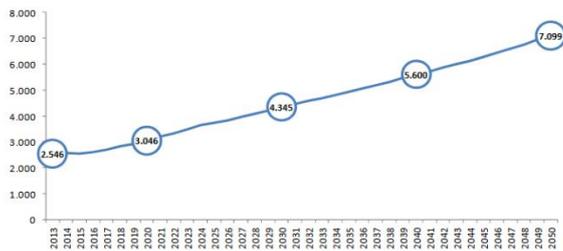


Figura 1 - Gráfico da Evolução da Demanda de Energia Elétrica.  
Fonte: [3].

Devido a este aumento significativo os usuários agora devem estar cada vez atentos a realizar o acompanhamento do consumo de sua residência. O monitoramento permite uma verificação diária do uso da carga levando assim a um consumo consciente [3].

As redes inteligentes tem sido parte integrante da eficiência energética, no qual consistem em melhor utilização da energia por parte dos consumidores, o gerenciamento da demanda do consumo vem cada vez criando espaço afim de reduzir as faturas de eletricidade. Onde o objetivo é o gerenciamento do consumo de carga após a colocação do equipamento [1].

As tecnologias avançadas usadas nas redes inteligentes habilitam a grade de forma inteligente para políticas de preços do consumo de energia, preços em tempo real. O preços variáveis da eletricidade podem ser baseados em dados de consumo ou demanda em tempo real, através da leitura e acompanhamento do uso da energia em tempo real, a rede de medidores inteligentes é conhecida como Infraestrutura de Medição (AMI). A AMI pode ser implementada usando uma ampla variedade de tecnologias de

comunicação que configuração remota, leitura de medidores e controle de aparelhos [1].

Uso dos medidores e o alerta de sobrecarga na rede, abre um leque de outros fatores favoráveis para a utilização desses medidores principalmente pelos consumidores mais prejudicados pelo a queima de eletrodomésticos e o uso indevido de redes irregulares [1].

Nos últimos anos muitos estudos foram realizados para gerenciamento residencial em uma rede inteligente, nesse artigo estudaremos o esquema de uma rede inteligente monitorado por um arduíno, no qual teremos de forma precisa o consumo diário e mensal de uma residência, fazendo com que o consumidor final tenha controle do seu uso de carga por dia e hora a hora, através de seu celular [1].

Por fim o usuário terá acesso a várias informações referentes ao seu consumo energético, tais como através de tabelas sobre o consumo, consumo em tempo real, horário, diário, mensal, comparação de consumo entre os equipamentos monitorados. Obtendo o objetivo mas esperado pelo usuário que é o monitoramento de sua conta de energia e reduzir o consumo em sua residência [1].

## II. DESENVOLVIMENTO

### II.1 SMART GRID

Os Sistemas de Energia Elétrica (SEE) estão prestes a sofrer uma transformação de grandes proporções. Esta transformação consiste na modernização das tecnologias de geração, transmissão, distribuição e uso final da energia elétrica, visando abordar questões que vão desde as preocupações com mudanças climáticas e o envelhecimento das instalações atuais até a possibilidade de proporcionar ao usuário final maior participação no planejamento e operação do sistema. Essa nova concepção de SEE atende pelo nome genérico de Smart Grid [4].

A Smart Grid tem a capacidade de automaticamente detectar, analisar, responder e restaurar falhas na redes, essa é sua principal característica, um dos seus intuitos é fazer com que o usuário crie habilidade de operar a rede, tornando-se o mesmo independente [9].

A transformação da rede de energia elétrica atual para Smart Grid deverá acontecer de forma gradativa utilizando novas tecnologias de automação, computação e comunicações serão introduzidos em partes da rede, formando bolsões de sub redes com as característica da Smart Grid, à medida que os bolsões aumentam em número e capacidade, a rede elétrica como um todo tenderá parar em uma rede de novas visões. Essas nova tecnologias mais promissoras implementam mas ainda o conceito de redes inteligentes, pois utilizam-se de dispositivos conversores, baseados em eletrônica de potência, para controlar a energia, utilizando assim tecnologia avançada de medidores, sensores, comunicações digitais e computação, para a supervisão, controle e confiabilidade do fornecimento de energia [5].

A evolução da Smart Grid deverá seguir o seguintes padrões:

- Instalação da infraestrutura;
- Instalação da infraestrutura da comunicações;
- Disponibilização de ferramentas analíticas;
- Otimização operativa;

Sistema de coleta automática de dados dos medidores de energia é transferida para um sistema centralizado de processamento de dados, onde permite analisar a demanda onde permite checar a atuação dos dispositivos e preços [6].

Nas redes elétricas inteligentes, a confidencialidade atua de forma conjunta com a autenticidade e controle de acesso. Através de esquemas de ICP que garante-se a segurança ao mesmo tempo que se minimiza a sobrecarga computacional sistema. Com instalação dos medidores inteligentes, diversas aplicações podem ser implementadas dentre elas resposta a demanda, na qual as leituras frequentes de energia poderão ser realizados em intervalos predeterminados, geralmente isso acontece a cada 15 minutos, e outros intervalos entre 5 e 50 minutos podem ser definidos, dependendo da sua frequência, essa leitura pode indicar informações privativas do usuário, permitindo a um adversário ou mesmo a própria concessionária ter acesso aos perfis individuais, isso gerou controvérsias na aplicação dos medidores [7].

A integração das tecnologias produzirá um ambiente com grande potencial para a melhoria no desempenho no que diz respeito a confiabilidade, qualidade, economia na operação, e participação ativa dos consumidores [8].

Os medidores permitirão a leitura individual, conexão e desconexão de consumidores disponibilização de informações do preço da energia, reconfiguração no sistema e restauração de serviço.

Equipamento elétricos para uso em residências e estabelecimentos comerciais estão sendo equipados com recursos de controle capazes de alterar sua demanda em função se sinais de preço ou relacionados com a confiabilidade do sistema elétrico [9].

Um dos maiores desafios para o desenvolvimento de uma infraestrutura de medição avançada é planejar as posições de agregadores de dados. Como em uma rede elétrica inteligente cada residência possui um medidor, verificar manualmente as posições mais adequadas para que os agregadores os cubram, é uma tarefa praticamente inviável, principalmente em vizinhanças com alta densidade demográfica. Além disso, deve-se levar em consideração a capacidade máxima de cada medidor e posicioná-los de forma que não sobrecarreguem [10].

Em uma infraestrutura de medição avançada medidores inteligentes atuam como nos intermediários na comunicação, conectando medidores até uma central. Permitindo assim que consumidores tenham informação sobre a rede elétrica, podendo verificar a tarifação e dados de consumo energia em tempo real [11].

## II. 2 SMART METERS

A conscientização inicial da rede inteligente e dos medidores inteligentes foi baixa. A maioria os consumidores nunca foram confrontados com os termos "smart grid" ou "contadores inteligentes". No entanto, suas suposições gerais sobre o que os termos média foram bastante precisos. Depois de ser fornecido informações adicionais sobre a rede inteligente e o medidor inteligente conceitos, a resposta predominante do cliente sobre ambos os conceitos foi positivo [12].

A maioria dos consumidores reconheceu a necessidade de modernizar a atual infra-estrutura para preservar e melhorar a confiabilidade, bem fornecer uma plataforma para adicionar fontes renováveis de energia. Eles também confirmou o valor de ter acesso a novas tecnologias que irão fornecer informações para ajudá-los a gerenciar o uso de energia mais Reichheld, F., Markey, R. : "A questão final 2.0: como as empresas promotoras de redes prosperar em um mundo impulsionado pelo cliente" [12].

O modelo smart grid baseado no uso de medidores inteligentes confronta –se com alguns problemas como: o custo elevado, a indisponibilidade de serviços de comunicação para um grande volume de dados e o elevado nível de complexidade do

gerenciamento. Para a aplicação de um programa de tarifas diferenciadas no Brasil, além da substituição de aproximadamente 70 milhões de medidores, preve-se um crescimento de demanda, sendo necessário realizar alterações no atual modelo de negócio afetando a estrutura regulatório. ("Viabilidade Econômica da Instalação de Medidores Inteligentes em Baixa Tensão para consumidores Residenciais, 27 de Agosto, Santa Maria, Rio Grande do Sul) [1].

Assim como o dispositivo proposto neste trabalho os smart meters são medidores capazes de medir e enviar digitalmente leituras para seu consumidor, isso possibilita contas de energia mais precisas e um gerenciamento mais consciente do consumidor em tempo real [1].

Esses medidores também possuem dispositivos conectados a monitores ou integrados possibilitando a leitura através de smartphone, abaixo as vantagens desses medidores.

- Medidores inteligentes economizam tempo: As leituras são enviadas remotamente e em tempo real, não precisa ter muito conhecimento para conseguir fazer a leitura.
- É possível acompanhar o gasto de energia em reais, kilowatt hora, melhor controle de orçamento.

## II. 3 OPEN ENERGY MONITOR

A maioria dos medidores inteligentes no mercado hoje são derivados do projeto relacionado a open energy monitor, no qual tem como objetivo monitoramento de energia elétrica, no qual seu funcionamento consiste em medições feitas por sensores no qual envia para um processador central todo o levantamento do consumo de energia [13].



Figura 2: Medidor de energia.  
Fonte: [13].

## II. 4 ARDUINO

O arduino é uma placa de desenvolvimento, no qual utilizamos como uma plataforma de código aberto criada em 2005 pelo italiano Massimo Banzi no intuito de ajudar estudantes no desenvolvimento de design e projetos, seu principal objetivo foi criar uma plataforma para desenvolvimento de protótipo de baixo custo [14].

“O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica Open-Source que se baseia em hardware e software flexíveis e fáceis de usar. É destinado a artistas, designers, hobbistas e qualquer pessoa interessada em criar objetos ou ambientes interativos. O Arduino pode sentir o estado do ambiente que o cerca por meio da recepção de sinais de sensores e pode interagir com os seus arredores, controlando luzes, motores e outros atuadores. O microcontrolador na placa é programado com a linguagem de programação Arduino, baseada na linguagem Wiring, e o ambiente de desenvolvimento Arduino, baseado no ambiente Processing. Os projetos desenvolvidos com o Arduino podem ser autônomos ou

podem comunicar-se com um computador para a realização da tarefa, com uso de software específico [14].



Figura 3: Arduino Uno.  
Fonte: [14].

O Arduino é formado por dois componentes principais: Hardware e Software. O hardware é composto por uma placa de prototipagem na qual são construídos os projetos. Já o software é uma IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado), que é executado em um computador onde é feita a programação, conhecida como sketch, na qual será feita upload para a placa de prototipagem Arduino, através de uma comunicação serial. O sketch feito pelo projetista dirá à placa o que deve ser executado durante o seu funcionamento. Conforme visto na Figura 15, a placa mais básica tomada como exemplo Arduino UNO (kit mais famoso da plataforma) possui diversos conectores que servem para interface com o mundo externo. Os pinos da placa se dividem nos seguintes moldes: - 14 pinos de entrada e saída digital (pinos 0-13): Esses pinos podem ser utilizados como entradas ou saídas digitais de acordo com a necessidade do projeto e conforme foi definido no sketch criado na IDE. - 6 pinos de entradas analógicas (pinos A0 - A5): Esses pinos são dedicados a receber valores analógicos, por exemplo, a tensão de um sensor. O valor a ser lido deve estar na faixa de 0 a 5 V onde serão convertidos para valores entre 0 e 1023. - 6 pinos de saídas analógicas (pinos 3, 5, 6, 9, 10 e 11): São pinos digitais que podem ser programados para serem utilizados como saídas analógicas, utilizando modulação PWM.

A alimentação da placa pode ser feita a partir da porta USB do computador ou através de um adaptador AC. Para o adaptador AC recomenda-se uma tensão de 9 a 12 volts (Embarcados.com, 2013). A linguagem de programação é modelada a partir da linguagem Wiring. Quando pressionado o botão upload da IDE, o código escrito é traduzido para a linguagem C e é transmitido para o compilador avr-gcc, que realiza a tradução dos comandos para uma linguagem que pode ser compreendida pelo microcontrolador. A IDE apresenta um alto grau de abstração, possibilitando o uso de um microcontrolador sem que o usuário conheça o mesmo e nem como deve ser usado os registradores internos de trabalho. A IDE do Arduino possui uma linguagem própria baseada na linguagem C e C++. O Ciclo de programação do Arduino pode ser dividido da seguinte maneira: Conexão da placa a uma porta USB do computador; Desenvolvimento de um sketch com comandos para a placa; Upload do sketch para a placa, utilizando a comunicação USB; Aguardar a reinicialização, após ocorrerá à execução do sketch criado. A partir do momento que foi feito o upload o Arduino não precisa mais do computador, o Arduino executará o sketch criado, desde que seja ligado a uma fonte de energia. Na Figura 16 observa-se as características construtivas da família Arduino [14].

## II. 4 ETHERNET SHILD

O Ethernet Shield permite que uma placa Arduino se conecte a internet. Ele é baseado no chip de ethernet Wiznet W5100 provendo um stack de rede (ponte entre Arduino e rede) que suporta os protocolos TCP e UDP. O Ethernet shield suporta até quatro conexões simultâneas e utiliza a biblioteca Ethernet.h para escrever sketches que se conectam à internet usando o shield. O Shield de ethernet conecta a uma placa Arduino usando pinos longos que se estendem através do shield. Isso mantém o layout de pinos intacto e permite que outro shield seja empilhado em cima. Existe um slot na placa de cartão micro-SD, o qual pode ser usado para armazenar arquivos como banco de dados para a rede e é compatível com o Arduino Uno e Mega. O Arduino se comunica tanto com o shield quanto com o cartão SD usando o barramento SPI (Serial Peripheral Interface é um protocolo que permite a comunicação do microcontrolador com outros componentes). Tanto o Ethernet Shield como a função SDcard compartilham o barramento SPI, então somente um pode estar ativo de cada vez (arduino.cc, 2016). O Shield fornece um jack padrão RJ45 de ethernet e o botão de reset no shield reinicia tanto a ele próprio quanto a placa Arduino. Suas especificações são [14]:

- Fonte de alimentação: 5V DC
- Interface: SPI
- Suporte cartão SD
- Suporta até quatro ligações de socket simultâneas.
- Compatível com Arduino versão standard / série Mega
- Tamanho: 72x55x32mm

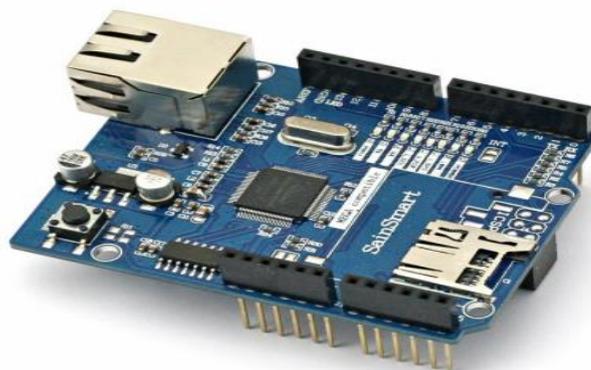


Figura 4: Ethernet Shield.  
Fonte: [14].

## II. 5 BLYNK

O Blynk, é uma ferramenta muito útil para quem deseja controlar seus projetos com Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, entre outras placas, com seu smartphone, através da internet [15].

Blynk é uma plataforma desenvolvida para iOS e Android para controlar Arduino, Raspberry Pi e outros dispositivos através da Internet de uma forma extremamente fácil. Consiste em um painel digital onde é possível construir uma interface gráfica para projetos, simplesmente arrastando e soltando widgets, sem complicações com plataformas mais complexas. É realmente simples de configurar tudo e você vai começar a mexer em menos de 5 minutos. O Blynk não está vinculado a algum dispositivo ou shield específico. Em vez disso, ele está apoiando hardware de sua escolha. Se um Arduino ou Raspberry Pi está ligado à Internet através de Wi-Fi, Ethernet ou o chip ESP8266, o Blynk poderá ir on-line e expor todas as informações importantes processadas que o projetista desejar [15].

Ferramentas necessárias:

- 1x NodeMCU
- 1x Dht22 ou Dht11
- Cabos Jumpers
- Led
- Smartphone (Android ou iOS)

## II. 6 MONTAGEM DO PROJETO

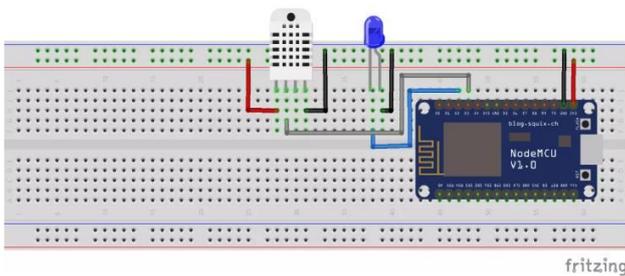


Figura 5: Circuito de ligação arduino e protoboard.

Fonte: [16].

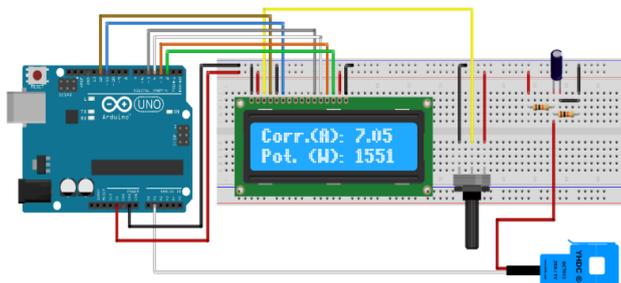


Figura 6: Circuito para medição de corrente.

Fonte: [17].

Materiais necessários para o circuito acima.

- 01 - Placa uno R3
- 02 - Cabo USB
- 03 - Fonte 9V 1A Plug P4
- 04 - Sensor de Corrente Não Invasivo SCT-013 20A
- 05 - Display LCD 16x2 Backlight Azul
- 06 - Barra de Pinos 1x40 180 Graus
- 07 - Protoboard 830 pontos
- 08 - Potenciômetro Trimpot 10K
- 09 - Resistor 10K 1/4W
- 10 - Capacitor 100µF 16V
- 11 - Jumpers Macho-Macho
- 12 - Fio Paralelo 1,0mm 1m
- 13 - Plug Tomada Macho
- 14 - Plug Tomada Fêmea
- 15 - Conector Audio Jack 3,5mm

## II. 7 INSTALANDO O APLICATIVO

Para começarmos a criação do nosso dashboard iremos primeiramente baixar o aplicativo **Blynk** na loja de aplicativos do nosso smarphone (Apple Store para iOS e Play Store para Android). Na Play Store, ao pesquisarmos a palavra Blynk, veremos que ele é o primeiro aplicativo disponível. Sabendo disso basta fazer o download do aplicativo normalmente.



Figura 7: Instalando o aplicativo.

Fonte: [18].



Figura 8: Aplicativo mostrando a medição.

Fonte: [19].

## II.8 SENSOR DE CORRENTE NÃO INVASIVO

O sensor de corrente SCT-013 é muito versátil e tem como principal vantagem o fato de não precisar de contato elétrico com o circuito para medir a corrente elétrica alternada[18].



Figura 9: Sensor de corrente.

Fonte: [16].

Cálculo de corrente

$$I = P / E$$

Onde **I** é a corrente (em Ampéres), **P** é a potência (em Watts) e **E** é a tensão (em Volts). Aplicando a fórmula em um aparelho cuja potência é de 2200 Watts, ligado à rede elétrica de 220V, teremos uma corrente de **10A** (ampéres).

## II.9 PROGRAMAÇÃO

É necessário baixar a biblioteca **EmonLib** ([download](#)). Após baixar, descompacte e mova para a pasta *libraries* da IDE do Arduino. A **EmonLib** será utilizada para nos auxiliar a calcular o valor da corrente elétrica consumida.

Para sabermos quantos Amperes estão passando pelo condutor, basta realizar a seguinte programação:

```

1 //Programa : Medidor de energia elétrica com Arduino e SCT-013
2 //Autor : FILIPEFLOP
3
4 //Baseado no programa exemplo da biblioteca EmonLib
5
6 //Carrega as bibliotecas
7 #include "EmonLib.h"
8 #include <LiquidCrystal.h>
9
10 EnergyMonitor emon1;
11 LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
12
13 //Tensao da rede eletrica
14 int rede = 110.0;
15
16 //Pino do sensor SCT
17 int pino_sct = 1;
18
19 void setup()
20 {
21   lcd.begin(16, 2);
22   lcd.clear();
23   Serial.begin(9600);
24   //Pino, calibracao - Cur Const= Ratio/BurdenR. 1800/62 = 29.
25   emon1.current(pino_sct, 29);
26   //Informacoes iniciais display
27   lcd.setCursor(0,0);
28   lcd.print("Corr. (A):");
29   lcd.setCursor(0,1);
30   lcd.print("Pot. (W):");
31 }
32
33 void loop()
34 {
35   //Calcula a corrente
36   double Irms = emon1.calcIrms(1480);
37   //Mostra o valor da corrente
38   Serial.print("Corrente : ");
39   Serial.print(Irms); // Irms
40   lcd.setCursor(10,0);
41   lcd.print(Irms);
42
43   //Calcula e mostra o valor da potencia
44   Serial.print(" Potencia : ");
45   Serial.println(Irms*rede);
46   lcd.setCursor(10,1);
47   lcd.print(" ");
48   lcd.setCursor(10,1);
49   lcd.print(Irms*rede,1);
50
51   delay(1000);
52 }

```

Fonte: [19].

## II.10 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

O sistema para monitoramento de consumo de energia elétrica particular é um dispositivo portátil que deve ser acoplado a entrada de energia na caixa de disjuntores de uma residência. O sensor de corrente funciona como um alicate amperímetro (por isso é não invasivo) e o sensor de tensão faz ligação em paralelo com a entrada de cada fase. No caso deste dispositivo, será implementado somente para entrada monofásica para efeito de testes. O sistema é em tempo real pois, através do Ethernet Shield, os dados são enviados para uma nuvem na internet, podendo ser acessados através do aplicativo Blynk explicado no índice [15].

A confecção do equipamento se divide em algumas partes, a primeira de todas é a análise do hardware envolvendo a coleta de dados feita pelos sensores de corrente e pelos sensores de tensão e armazenando-os e processando-os no Arduino. Após a leitura e

processamentos desses dados, faz-se a comunicação entre o Arduino UNO e o Ethernet Shield para que os dados lidos e processados sejam armazenados em um banco de dados na rede, assim pode-se acessá-los de qualquer lugar que tenha acesso a internet. O dispositivo ao todo deverá ser discreto por contar com kits embarcados e tecnologias já condensadas em módulos. Para todo o sistema ser instalado em uma residência, necessita-se de um cabo RJ45 (internet) para ser conectado ao Ethernet Shield e com a outra ponta ligada ao modem com conexão para a internet. Os sensores ficarão posicionados ao lado da caixa de disjuntores, onde será analisado o consumo total, e o Arduino precisará de uma alimentação de 5V, podendo ser feito por pilha, porta USB ou mesmo um carregador de celular com essa tensão de saída [15].

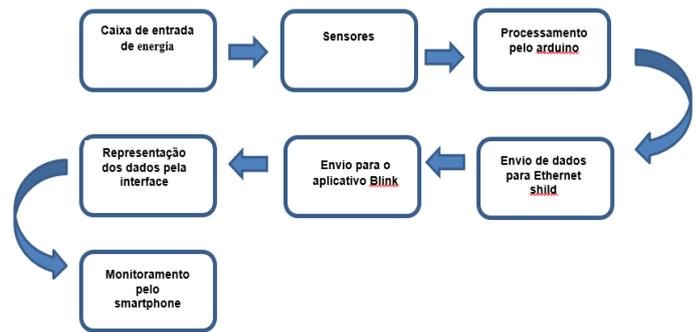


Figura 10: Fluxo de funcionamento do dispositivo.

Fonte: Autores, (2019).

## III. CONCLUSÃO

Foi possível compreender o conceito e a abrangência das redes elétricas inteligentes, a smart grid, entender os conceitos e as diferenciações relativas dos smart meters.

A utilização deste projeto pode propiciar a reavaliação dos padrões de hábitos de consumo por parte do consumidor com o intuito de otimizar o consumo energético, fazendo com que o valor pago mensalmente também reduza. Constatou-se que a leitura do consumo de energia elétrica em tempo real e de forma remota, gera maior conhecimento ao usuário, despertando sua curiosidade e consequentemente sua conscientização o consumidor passa a contribuir de forma direta com a eficiência energética e preservação do meio ambiente, passando a reduzir seu consumo. Com esse trabalho pude perceber que a área de informação ao usuário sobre o consumo energético é pouco explorada, e a parte mais complicada é convencê-lo a utilizar o sistema, pelo fato de ser algo novo e pouco explorado no Brasil.

## IV. REFERÊNCIAS

- [1] Nunes, Alexandre Corrêa. Desenvolvimento de Um Controlador de Demanda de Energia Elétrica Residencial. Florianópolis 2012. Tese (Graduação em Engenharia Elétrica). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.
- [2] Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). Atlas de energia elétrica do Brasil / Agência Nacional de Energia Elétrica. – Brasília : ANEEL, 2002. 153 p. : il.1
- [3] Empresa de Pesquisa Energética – (EPE), 2016, p.198).
- [4] Djalma M. Falcão é M.Sc. pela Coppe (1973) e Ph.D. pela Universidade de Manchester, Reino Unido(1981).
- [5] (S.P.Chowdhury, P. Crossley, 2009).

- [6] (P.Myrda And K.Donahoe, Junho 2007).
- [7] . (Aranda Editora, novembro 2018, edição 47, pág 53).
- [8] (S.P.Chowdhury, P. Crossley,2009).
- [9] (A.G Phadke And J.S. Thorp, Springer, 2008)
- [10] (Okabayashi, 2014)
- [11] (Wenpeng, 2009).
- [12] Almeida, A. L. B. Desenvolvimento de um Sistema sem fios e Microcontrolado de Medição Inteligente de Energia Elétrica para Cargas Residenciais. 2011. 67f. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto-MG, 2011.
- [13] Open Energy Monitor, 2016, disponível em > <https://openenergymonitor.org/>, acesso em 01 de maio de 2019.
- [14] Arduino, Ethernet Shield. Tutorial Arduino Ethernet Shield, Disponível em: < <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShield>>. Acesso em: 1 de Maio. de 2019.
- [15] BLYNK, disponível em <https://blynk.io>, 2014.
- [16] Portal Vida de Silício, disponível em > <https://portal.vidadesilicio.com.br/>, acesso em 01 de maio de 2019.
- [17] FILIPEFLOP disponível em > [https:// filipeflop.com](https://filipeflop.com), acesso em 20 de abril de 2019.
- [18] Blynk - IoT for Arduino, ESP8266/32, Raspberry Pi, 2019, disponível em > <https://play.google.com/store/apps/details?id=cc.blynk>, acesso em 14 de junho de 2019.
- [19] Departamento de Energia Elétrica, disponível em <http://www.uel.br/ctu/deel>, acesso dia 20 de abril de 2019.
- [20] Boylestad, Robert L.; NASHELSKY, Louis. Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos. 8 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.
- [21] Duailibe, Prof Paulo. Consultoria para uso Eficiente de Energia. Janeiro – 2000. Disponível em:. Acesso em: 20 de Abril de 2019.
- [22] Brito, João. 2013. Transformadores de tensão e corrente. Londrina, Paraná 2013. Relatório da matéria de Eletrônicos 1 da Universidade Estadual de Londrina. Vieira, A. C. G. Correção do Fator de Potência. 2o Edição. Rio de Janeiro: Editora Manuais CNI, 1989, p. 155. Flarys, F. Eletrotécnica Geral (1a Edição ed.). São Paulo: Editora Manole, (2006).
- [23] (D.S. Kirschen and G. STRBAC, 2004.).
- [24] Bolzani, C. A. M. Desenvolvimento de um Simulador de Controle de Dispositivos Residenciais Inteligentes: Uma Introdução aos Sistemas Domóticos.. 2004. 130f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Eletrônicos) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 2004.
- [25] Marchesan, M. Sistema de Monitoramento Residencial Utilizando a Plataforma Arduino. 2012. 62f. Monografia (Bacharelado em Tecnologia em Redes de Computadores) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2012.