

FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA

REINALDO VIEIRA DE SOUZA

**SISTEMA DE GESTÃO DE GASTOS ELÉTRICOS EM RESIDÊNCIAS ATRAVÉS
DO MONITORAMENTO DE CONSUMO, GERENCIAMENTO DE CARGAS E
CONTROLE DE DEMANDA ELÉTRICA**

CARATINGA

2018

**REINALDO VIEIRA DE SOUZA
FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA**

**SISTEMA DE GESTÃO DE GASTOS ELÉTRICOS EM RESIDÊNCIAS ATRAVÉS
DO MONITORAMENTO DE CONSUMO, GERENCIAMENTO DE CARGAS E
CONTROLE DE DEMANDA ELÉTRICA**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Elétrica das Faculdades Doctum de
Caratinga, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Elétrica.**

**Área de concentração: Novas
tecnologias.**

**Orientador: Prof. MSc. Elias de Souza
Gonçalves.**

**CARATINGA
2018**

TERMO DE APROVAÇÃO

TERMO DE APROVAÇÃO

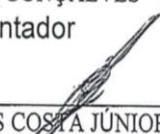
O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: SISTEMA DE GESTÃO DE GASTOS ELÉTRICOS EM RESIDÊNCIAS ATRAVÉS DO MONITORAMENTO DE CONSUMO, GERENCIAMENTO DE CARGAS E CONTROLE DE DEMANDA ELÉTRICA, elaborado pelo(s) aluno(s) REINALDO VIEIRA DE SOUZA foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceito pelo curso de ENGENHARIA ELÉTRICA das FACULDADES DOCTUM DE CARATINGA, como requisito parcial da obtenção do título de

BACHAREL EM ENGENHARIA ELÉTRICA.

Caratinga 12/12/2018

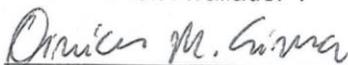


ELIAS DE SOUZA GONÇALVES
Prof. Orientador



JOILDO FERNANDES COSTA JÚNIOR

Prof. Avaliador 1



VINICIUS MURILO LIMA RODRIGUES
Prof. Examinador 2

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por tudo que ele tem feito por nós, por nos dar o privilégio de sermos criaturas que possui sentimentos e inteligência, criaturas capazes de reconhecer o que é o bem e o mal, o certo e o errado, e o que nos convém e o que não nos convém.

Agradeço aos meus familiares e amigos por toda a força e incentivos a mim confiados, queria que soubessem que os jamais esquecerei.

Agradeço em especial aos meus familiares - Gracy, Onofre, Juracy, Ricardo, Paula, Romário, Onofre Júnior, Milton, Fabiana, Nercy, Nercy Gabriel, Joao Henrique, Rainer.

Agradeço aos amigos - Amanda, Thales, Edilson, Alan, Alex Sander, Karen, Renato, Willian, Lucas, Leandro, Thaisa.

Agradeço aos professores - Adriano, *Jean Barbosa*, Marcelo, Daniel, Ricardo, Andreza, Rosangela. Em especial ao meu orientador Professor MSc. Elias Gonçalves que me ajudou nessa etapa final do curso, não medindo esforços para que meu objetivo fosse alcançado.

A todos vocês que participaram direta ou indiretamente nessa jornada que eu percorri, os meus mais sinceros agradecimentos!

*Ora, para o que acompanha com todos os vivos há esperança (porque melhor é o
cão vivo do que o leão morto).
(Eclesiastes 9:4)*

SOUZA, Reinaldo Vieira. **SISTEMA DE GESTÃO DE GASTOS ELÉTRICOS EM RESIDÊNCIAS ATRAVÉS DO MONITORAMENTO DE CONSUMO, GERENCIAMENTO DE CARGAS E CONTROLE DE DEMANDA ELÉTRICA.** Caratinga, 2018. Trabalho de Conclusão de Curso Superior de Engenharia Elétrica - Curso de Engenharia Elétrica. Faculdades Doctum de Caratinga, Caratinga, 2018.

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido visando trazer benefícios a todo setor elétrico, atuando mais precisamente no grupo B do sistema tarifário brasileiro, que é onde se encontram os usuários aderentes da tarifa branca, disponível pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), para usuário de baixa tensão no início do ano de 2018. Com a implementação deste recurso em uma residência o usuário conseguirá a qualquer momento do dia, ou período do mês acompanhar o seu gasto de uma forma simples e eficaz, através de um monitor que exibirá a todo momento as seguintes informações: consumo atual e consumo total. Outra funcionalidade do trabalho aqui apresentado é o sistema automático de controle de demanda, ou seja, no âmbito de parametrização do mesmo é definido um valor máximo de consumo que este usuário conseguirá ter acesso de uma só vez, ou seja, a quantidade de equipamentos elétricos conectados à rede de energia elétrica em um mesmo período de tempo, uma vez ultrapassado este valor o sistema atuará retirando cargas com um grau a menos de prioridade até que se estabeleça as condições normativas de trabalho, outra função do mesmo e a capacidade de reconhecer os horários do dia e acionar de forma autônoma cargas que não necessita diretamente da supervisão humana para seu funcionamento, sendo assim podendo ativá-las antes ou depois do horário de maior demanda, trazendo benéficos em forma de economia para os aderentes. O trabalho foi projetado e desenvolvido com êxito, mostrando que o novo modelo tarifário pode e deve ser bem adotado pelos consumidores.

Palavras-chave: Controle de demanda elétrica. Consumo inteligente. Gerenciamento de cargas, tarifa branca.

SOUZA, Reinaldo Vieira. **SISTEMA DE GESTÃO DE GASTOS ELÉTRICOS EM RESIDÊNCIAS ATRAVÉS DO MONITORAMENTO DE CONSUMO, GERENCIAMENTO DE CARGAS E CONTROLE DE DEMANDA ELÉTRICA.** Caratinga, 2018. Trabalho de Conclusão de Curso Superior de Engenharia Elétrica - Curso de Engenharia Elétrica. Faculdades Doctum de Caratinga, Caratinga, 2018.

ABSTRACT

The present study was developed aiming to bring benefits to all electric sector, acting more precisely in group B of the brazilian tariff system, which is where the white tariff adherent users are available, by the National Electric Energy Agency (ANEEL), for user of low voltage at the beginning of 2018. With the implementation of this feature in a residence the user will be able to at any moment of the day or period of the month to monitor their spending in a simple and effective way, through a monitor that will display at all times the following information: current consumption and total consumption. Another feature of the work presented here is the automatic demand control system, that is to say, in the scope of parameterization of the same one is defined a maximum value of consumption that this user had been able to have access at once, that is, the quantity of electrical equipment connected to the electric power grid in a same period of time, once this value is exceeded the system will act by withdrawing loads with a degree of less priority until the normative conditions of work are established, another function of the same and the ability to recognize the schedules of the day and trigger autonomously loads that do not require human supervision directly for their operation, so they can activate them before or after the time of greatest demand, bringing benefits in the form of savings for the adherents. The work was designed and developed successfully, showing that the new tariff model can and should be well adopted by consumers.

Key-words: Electric demand control. Smart consumption. Cargo management, white tariff.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CI	Circuito Integrado
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
CRT	<i>Cathode Ray Tube</i> (Tubo de Raios Catódicos)
<i>Enc_{tb}</i>	Encargos de Tarifas Brancas
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FFS	Feriados e final de semana
ICSP	<i>In-Circuit Serial Programming</i> (Programação Serial em Circuito)
IdC	Internet das Coisas
IHM	Interface Homem Máquina
IoT	<i>Internet of Things</i> (Internet das Coisas)
IRDA	<i>Infrared Data Association</i> (Associação de Dados Infravermelhos)
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i> (Display de Cristal Líquido)
LED's	<i>Light Emitting Diodes</i> (Diodos Emissores de Luz)
OLED	<i>Organic Light-Emitting Diode</i> (Diodo Emissor de Luz Orgânico)
NBR	Norma Brasileira
NC	<i>Normaly Closed</i> (Normalmente fechado)
NO	<i>Normaly Open</i> (Normalmente aberto)
NPN	Negativo Positivo Negativo
PLC	<i>Power Line Communication</i> (Comunicação por Linha Elétrica)
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i> (Modulação por Largura de Pulso)
RTC	<i>Real Time Clock</i> (Relógio de Tempo Real)
SEP	Sistema Elétrico de Potência
SI	Sistema Internacional
TUE	Tomada de Uso Específico
TUG	Tomadas de Uso Geral
UART's	<i>Universal Asynchronous Receiver/Transmitter</i> (Receptor/Transmissor Assíncrono Universal)

ULA	Unidade Lógica e Aritmética
USB	<i>Universal Serial Bus</i> (Barramento Serial Universal)
VAC	<i>Volts Alternate Current</i> (Volts Corrente Alternada)
VDC	<i>Volts Direct Current</i> (Volts Corrente Contínua)
VFP	Valor Fora de Pico
VI	Valor Intermediário
Vsai da	Tensão de saída para leitura do arduino
Ventrada	Tensão de entrada no sistema

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Ampère
KW/h	Quilowatt por hora
KVAr	Quilovolt-ampère reativo
KW	Quilowatt
Hz	Hertz
mA	Miliampère
Mbps	Megabit por segundos
MHz	Mega Hertz
W	Watts
%	Porcentagem

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Funcionamento do sistema PLC	19
Figura 2: Internet das coisas	20
Figura 3: Arduino Mega2560	22
Figura 4: Sensor SCTO13 100A YHDC	23
Figura 5: Pinagem e funções DS1302.....	24
Figura 6: Pinagem do módulo RTC	24
Figura 7: Tela de LCD	25
Figura 8: Fluxograma de funcionamento do dispositivo	29
Figura 9: Sistema de reconhecimento de tensão	31
Figura 10: Esquema de ligação e Diagrama elétrico multifilar dividido por seções ..	33
Figura 11: interface de comunicação	36

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Matriz energética mundial.....	17
Gráfico 2: Comparação consumo atual x consumo corrigido Modo Econômico	40
Gráfico 3: Comparação consumo atual x consumo corrigido modo normal	42
Gráfico 4: Comparação consumo atual x consumo corrigido modo direto	44

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Características técnicas sensor de corrente SCT013.....	23
TABELA 2 - Reconhecimento nível de tensão	31
TABELA 3 - Dados Técnicos Fonte FSTC03	32
TABELA 4 - Horários de operação de cada carga	40
TABELA 5 - Horário de operação de cada carga	42
TABELA 6 - Potência média instalada por hora	43
TABELA 7 - Horário de operação de cada carga	44
TABELA 8 - Potência média instalada por hora	45
TABELA 9 - Pontos positivos e negativos	47
TABELA 10 - Comparações tarifa branca x convencional dias úteis.....	49
TABELA 11 - consumo tarifa branca feriados/finais de semana	50
TABELA 12 - Tabela de comparação de valor final.....	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	<i>Comunicação Infrared Data Association (IRDA)</i>	18
2.2	Sistema PLC	18
2.3	<i>Internet of Things (IoT)</i>	19
2.4	Sistemas embarcados	20
2.4.1	Arduino Mega2560	21
2.4.2	Sensor de Corrente YHDC SCT013	22
2.4.3	Modulo <i>REAL TIME CLOCK</i> DS1302	23
2.4.4	Display de cristal líquido	24
2.5	Sistema tarifário brasileiro	25
2.5.1	Tarifa Branca	25
2.5.2	Demanda elétrica	26
2.5.3	Demanda contratada	27
2.5.4	Demanda faturável	27
2.5.5	Demanda máxima	27
2.5.6	Demanda medida	27
2.5.7	Tarifa de ultrapassagem	27
3	METODOLOGIA	29
3.1	Configurações do dispositivo	29
3.2	Reconhecimento do nível de tensão de entrada	30
3.3	Fonte de alimentação geral do circuito	32
3.4	Disposição e listagem dos materiais utilizados	32
3.5	Interface de comunicação	35
3.6	Modos de funcionamento	36

3.6.1	Modo econômico	37
3.6.2	Modo normal.....	37
3.6.3	Modo direto.....	38
3.7	Simulação prática de cada modo.....	39
3.7.1	Teste 1: modo econômico	39
3.7.2	Teste 2: modo normal.....	41
3.7.3	Teste 3: modo direto.....	43
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	46
4.1	Funcionalidade	46
4.2	Pontos positivos e negativos do projeto	46
4.3	Viabilidade de implementação	47
5	CONCLUSÃO	51
5.1	Trabalhos futuros.....	52
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
	ANEXO A – ANEEL-tarifa branca	55
	APÊNDICE A – esquemático de comando e potência.....	57

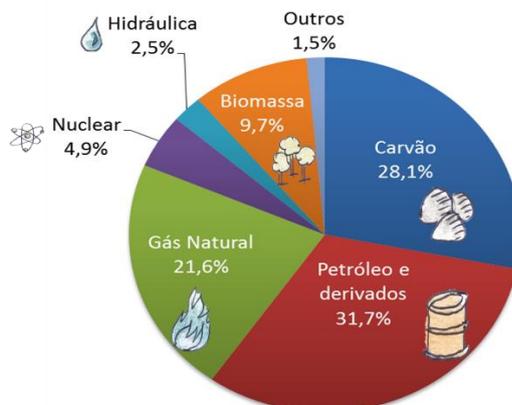
1 INTRODUÇÃO

Há muito tempo os seres humanos vêm desfrutando das formas naturais e artificiais para obtenção de energia, seja ela térmica, mecânica, cinética, elétrica entre outras. Atualmente é quase impossível de se imaginar o mundo sem as formas de energia existentes para lidar com o cotidiano, seja em prol do trabalho, conforto, saúde, alimentação etc. Mas o que foi notado com o passar do tempo é que, com a utilização das fontes naturais não renováveis, para que este processo de transformação acontecesse eram causados efeitos negativos no meio ambiente, tais como, a poluição, a escassez de recursos naturais, a extinção de espécies nativas em consequência a vários fatores, tais como os climáticos e meteorológicos, entre outros.

De acordo com *International Energy Agency* (2007, apud BERMANN, 2008), quase 81% da matriz energética mundial equivaleria a 11.435 milhões de toneladas de petróleo a base de combustíveis fósseis, gerando mudanças climáticas decorrentes das emissões dos gases de efeito estufa apontando uma crise ambiental em escala planetária sem precedentes (BERMANN, 2008).

Ao longo dos tempos foram estudadas e desenvolvidas novas formas cada vez mais eficientes de conversão e obtenção de energia, visando uma diminuição no impacto ambiental e socioeconômico, no setor elétrico tais melhorias podem ser facilmente visualizadas como, por exemplo, nos setores de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, criação de máquinas cada vez mais eficientes, cargas com alto nível de rendimento, circuitos cada vez mais compactos e com maiores capacidades operacionais.

Em 2015 a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), divulgou dados referentes as energias provenientes de fontes renováveis como: eólica, geotérmica e solar que juntas correspondem a apenas 1,40% da matriz energética mundial, somando à participação da energia hidráulica e as renováveis juntamente a “Outros” totalizam 3,8% (EPE, 2015), como exemplificado no gráfico 1.

Gráfico 1: Matriz energética mundial

Fonte: EPE (2015)

Mesmo com toda tecnologia já existente no mercado atualmente ainda assim não é o suficiente para tornar o processo de obtenção de energia, seja ela qual for 100% sustentável, com tudo, cabe aos beneficiários das mesmas a responsabilidade de fazer um uso consciente, sabendo que o desperdício pode causar resultados indesejados.

Foi nesta linha de pensamento que a ANEEL, pretende em até 2020 disponibilizar a todos os consumidores que forem atendidos com baixa tensão, ou seja, todos aqueles consumidores que se enquadram no Grupo B, exceto aos consumidores residenciais classificados como baixa renda, beneficiários de descontos previstos em Lei, e à iluminação pública, o que foi denominado de tarifa branca, incentivando e possibilitando que as pessoas que aderissem a esta nova modalidade tarifária, pudessem ter uma redução significativa no seu gasto elétrico através do simples ato de reorganizarem os seus horários de consumo, deixando o que é denominado horário de pico, que é o momento de maior exigência elétrica das redes menos sobrecarregados, como explica em nota em seu próprio site a ANEEL.

Em nota, a ANEEL divulgou em seu site no dia 17 de dezembro de 2017, como funciona e como será implementada esta nova modalidade tarifária no Brasil, confira o texto na íntegra no anexo A pág. (53). Sendo esse trabalho voltado para a reorganização de carga dentro desse grupo tarifário, com a finalidade de auxiliar os usuários no seu gerenciamento de consumo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com base no problema apresentado anteriormente, foram realizados inúmeros estudos e pesquisas nas mais diversas áreas da inovação tecnológica, a fim de fomentar e fundamentar o projeto em questão, dando credibilidade e embasamento científico para o mesmo, como mostra os tópicos abaixo.

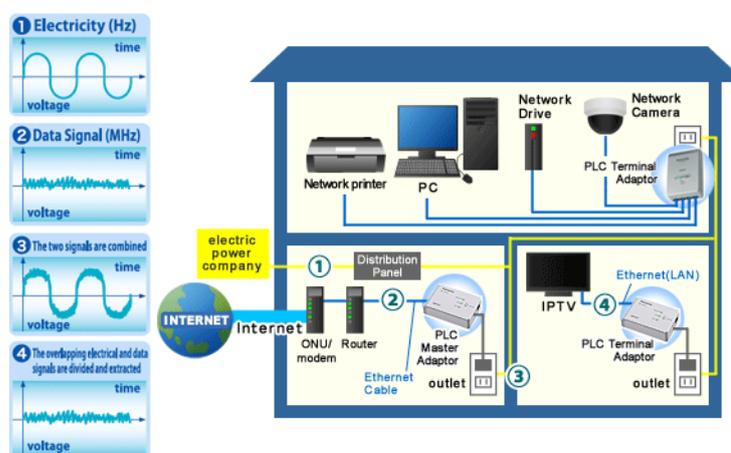
2.1 Comunicação Infrared Data Association (IRDA)

O estudo realizado para a elaboração do presente protótipo tem como uma de suas bases principais de estudo, o trabalho “COMUNICAÇÃO IRDA APLICADA A UM MEDIDOR ELETRÔNICO DE ENERGIA TRIFÁSICO”, apresentado e desenvolvido pelo Grupo de Automação Industrial e Controle (GAIC), da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), que trata de medidores de energia inteligentes com tecnologia *Power Line Communication* (PLC), ou seja, um sistema que usa a própria rede elétrica para emissão e recepção de dados, sistema este já empregado em alguns países da Europa, América do Norte e Ásia, e com grandes tendências de serem empregadas no restante do mundo (ATTUATI et al, 2013).

2.2 Sistema PLC

O sistema PLC ou Comunicação pela Rede Elétrica é um sistema que modula a informação a ser transmitida sobre a energia elétrica, utilizando assim, a rede elétrica existente como meio de transmissão. As taxas típicas dos sistemas em teste atualmente são da ordem de 2Mbps, porém, já existem fabricantes testando equipamentos com taxas de transmissão de dados até 200Mbps, como mostrado na figura 1 (CUNHA, 2009).

Figura 1: Funcionamento do sistema PLC



Fonte: WHAT'S (2018)

Apesar de parecer nova a ideia de transmitir dados pela rede elétrica, o fato é que só agora o sistema PLC vem ganhando seu devido lugar no cenário tecnológico mundial, mas o que acontece é que já tem algum tempo que ele vem sendo estudado e lapidado. Na década de 1920, já foram registradas as primeiras patentes nesta área pela *American Telephone and Telegraph Company*, usando as redes trifásicas. Entretanto, transmitir uma grande quantidade de dados (banda larga) é uma conquista muito mais recente, que veio com a proliferação da internet e da necessidade cada vez maior de transmitir e receber um grande volume de dados, em forma de áudio, vídeo e sinais multimídia (CUNHA, 2009).

2.3 Internet of Things (IoT)

Visando a crescente demanda por tecnologia, tais como a *Internet of Things* (IoT) em português significa Internet das Coisas, que em poucas palavras, nada mais é do que uma extensão da Internet atual, que proporciona aos objetos do dia a dia (quaisquer que sejam), mas com capacidade computacional e de comunicação, se conectarem à internet (SANTOS et al, 2016).

A conexão com a rede mundial de computadores viabilizará primeiro, controlar remotamente os objetos e segundo permitir que os próprios objetos sejam acessados como provedores de serviços. Estas novas habilidades, dos objetos

nada mais são que sistemas computacionais completos e independentes, com um caráter um pouco mais simples do que um computador de uso geral, os *desktops*, que são projetados para funcionar em diversas áreas, mas, porém, com um grau um pouco menos aprofundado. Já os embarcados são encarregados pela execução de um leque um pouco menos amplo que os das outras linhas, porém, as executam repetidas vezes com gigantesca perfeição (PEIXOTO, 2012).

2.4.1 Arduino Mega2560

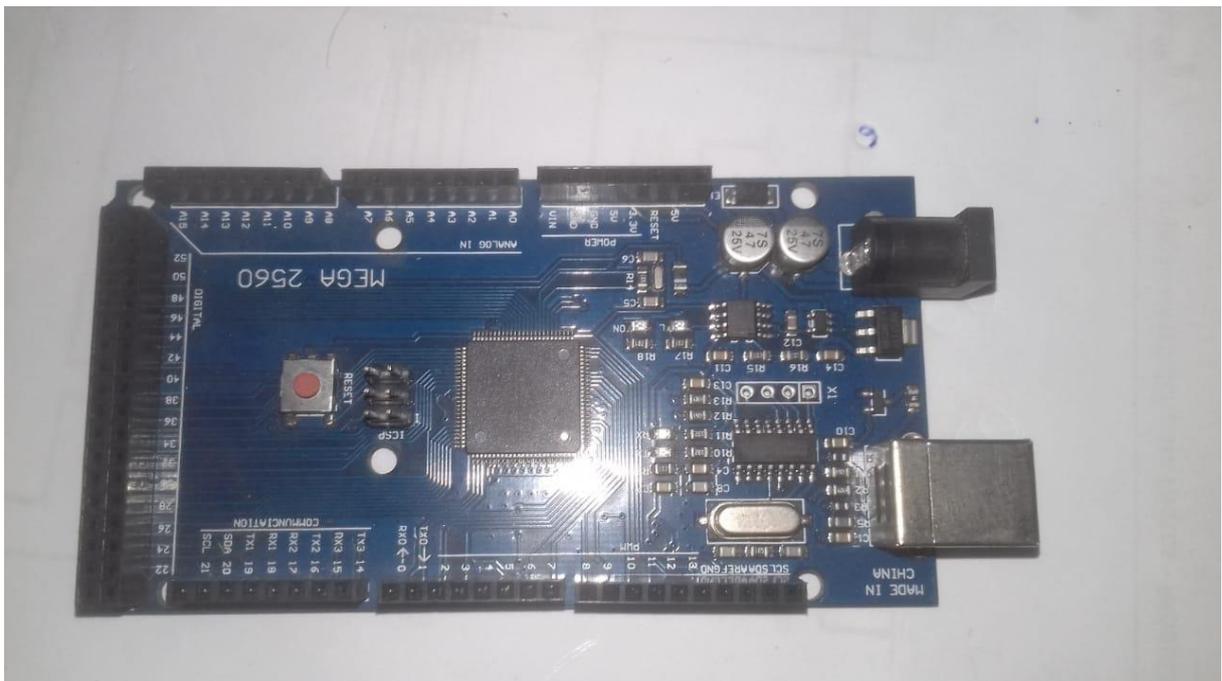
A plataforma Arduino teve início no ano de 2005, basicamente foi desenvolvido por cinco pesquisadores, que tinha o objetivo principal de criarem um dispositivo de fácil acesso e baixo custo e que ao mesmo tempo apresentasse um bom rendimento. Considerado como o pai do Arduino, o professor Massimo Banzi queria ensinar para seus alunos os conceitos de programação e de eletrônica, mas havia um problema, as placas eram de custo elevado, e com isso, uma parte dos alunos não tinham acesso aos materiais necessários a aprendizagem. Banzi desenvolveu uma placa economicamente mais acessível e que semelhava a estrutura de um computador, fazendo com seus alunos tivesse acesso (MCROBERTS, 2011).

A parte de processamento de dados do protótipo foi desenvolvido com o microcontrolador Arduino Mega2560, que apenas um dos modelos dentre vários disponível. O Arduino Mega anteriormente dito é uma placa micro controladora baseada no ATmega2560, que dispõe das seguintes atribuições:

- a) 54 pinos de entrada / saída digitais (dos quais 15 podem ser usados como saídas PWM);
- b) 16 entradas analógicas;
- c) 4 UARTs (portas seriais de hardware);
- d) 1 oscilador de cristal de 16 MHz;
- e) 1 conexão USB;
- f) 1 Conector de alimentação;
- g) 1 conector ICSP;
- h) 1 Botão de *reset*.

Ele contém tudo o que é necessário para suportar o microcontrolador, basta conectá-lo a um computador com um cabo USB ou ligá-lo a um adaptador de CA-CC ou bateria para iniciar. A placa Mega2560 é compatível com a maioria dos escudos projetados para o Uno e as antigas placas *Duemilanove* ou *Diecimila*, como exemplificado na figura 3 (ARDUINO, 2018).

Figura 3: Arduino Mega2560



Fonte: Autor (2018)

2.4.2 Sensor de Corrente YHDC SCT013

Para a análise e leitura da corrente elétrica do circuito foi utilizado o sensor de corrente YHDC SCT013, desenvolvido pela *Beijing YaoHuadechang Electronic Co. Ltd* e consignado pelo *Seed Studio de Shenzhen, China*. Como este sensor é de caráter não invasivo, torna mais fácil sua sua implementação uma vez que o circuito não precisa ser rompido para a implemantação do mesmo, basta fazer com que um dos fios do circuito a ser medido passe pelo seu núcleo, onde ocorre a medição. De acordo com seu fabricante, reproduz no seu circuito secundário, a corrente que circula no seu enrolamento primário, sua relação de transformação é

igual a 100A/50mA, ou seja, quando estiver medindo 100A, fornecerá na saída 50mA (SCT013, 2017).

Na figura 4 e na Tabela 1 abaixo exibidas é possível conferir algumas de suas características técnicas.

Figura 4: Sensor SCT013 100A YHDC



Fonte: Caetano (2017)

TABELA 1 - Características técnicas sensor de corrente SCT013

Parâmetro	Descrição
Modelo	SCT013-000
Material do núcleo	Ferrite
Corrente de entrada	0 A – 100 A
Tamanho de abertura	13 x 13 mm
Temperatura de trabalho	25° – 70° C
Tensão de trabalho	660V
Frequência de trabalho	50-1KHz
Relação de voltas	1:1800
Precisão	1%

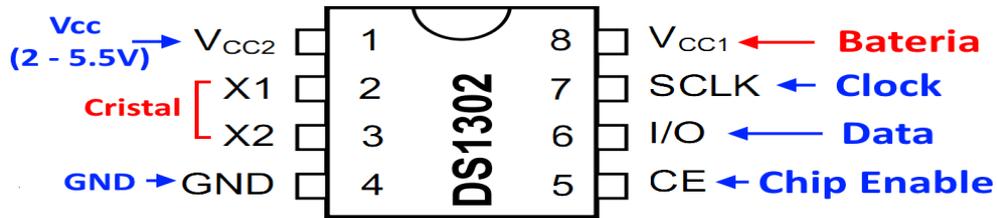
Fonte: Autor (2017)

2.4.3 Modulo *REAL TIME CLOCK* DS1302

O módulo *Real Time Clock* (RTC) é controlado pelo DS1302, um *chip* do tipo RTC (*Real Time Clock*, ou Relógio de Tempo Real), com funções de data, hora e calendário. Ele é capaz de fornecer as informações de horas, minutos, segundos, dia da semana, data, mês e ano, e ajusta automaticamente os dados referentes aos meses com menos de 31 dias e também anos bissextos (DATA, 2014).

Na figura 5 abaixo temos a pinagem do CI DS1302 de acordo com o seu datasheet e a função de cada pino.

Figura 5: Pinagem e funções DS1302



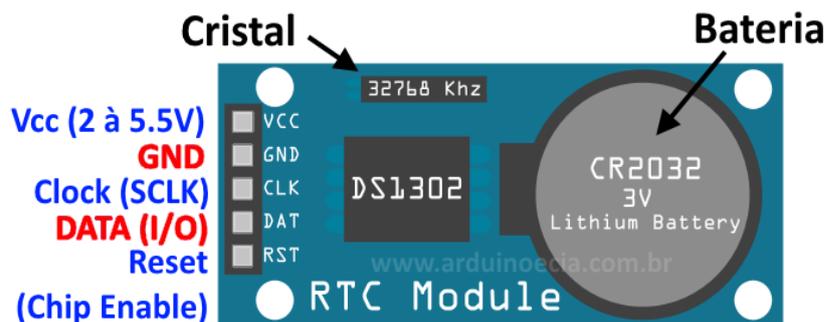
Fonte: DATA (2014)

Na figura 6, mostra a disposição do CI DS1302 no módulo, que também conta com um cristal de 32.768kHz e uma bateria CR2032 para manter a alimentação do *chip* em caso de falta de energia e também a equivalência de cada pino do módulo.

O módulo dispõe de cinco pinos, dois responsáveis pela sua alimentação e três para a comunicação do mesmo junto ao Arduino.

A ligação do módulo na placa Arduino se dá da seguinte forma: os três canais utilizados para a transmissão e recepção de dados junto a placa, são conectados a três portas digitais, uma correspondente RST (*Reset* ou *CE-Chip Enable*), outra para DATA (I/O) e por último, outra para o CLK (ou SCLK / *Serial Clock*). O CI aceita alimentação de 2 a 5,5V, portanto a ligação do módulo pode ser feita utilizando os pinos 3,3V ou 5V do Arduino (DATA, 2014).

Figura 6: Pinagem do módulo RTC



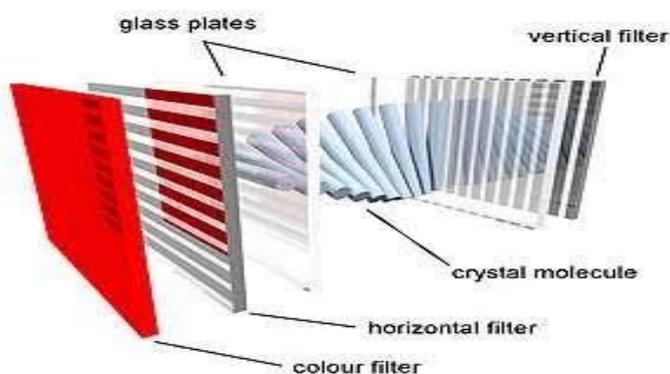
Fonte: DATA (2014)

2.4.4 Display de cristal líquido

Toda a parte de informação que o dispositivo irá passar para o usuário se dá por *display* de cristal líquido 16X2, ou seja, 16 caracteres na horizontal e 2 caracteres na vertical.

Apesar de estar ficando ultrapassado por tecnologias mais avançadas como o OLED e até mesmo os LEDs as telas de LCD ainda são muito utilizadas pois são menores que telas CRT e consomem menos energia elétrica. Isso é possível graças a propriedades ópticas que os cristais líquidos apresentam. Esses líquidos quando submetidos a um campo elétrico reagem organizando sua direção ao longo da estrutura, fazendo com que a direção do feixe que atravessa não seja alterada. Manipulando com eletrodos e polarizadores podem-se escolher quando e onde a luz deve passar, como pode ser visualizado na figura 7 abaixo isso fica mais evidente.

Figura 7: Tela de LCD



Fonte: CRISTAL (2006)

2.5 Sistema tarifário brasileiro

O Brasil por ter dimensões continentais, onde suas grandes dimensões ajudam e ao mesmo tempo dificultam qualquer sistema que o engloba como um todo, devido sua diversidade seja ela cultural, étnica ou até mesmo ideológica.

O setor elétrico brasileiro é constantemente penalizado devido as suas dimensões territoriais do Brasil, por esse motivo faz-se necessário diferenciar a forma com que é calculado os custos elétricos de acordo com a época do ano e com o tipo de consumidor, portanto existe vários modelos tarifários vigentes, e no início do ano de 2018 a ANEEL que é a responsável por regulamentar o setor elétrico brasileiro, acrescentou a este time mais um modelo que é a tarifa branca. Abaixo é detalhado cada modelo existente e o funcionamento do mesmo.

2.5.1 Tarifa Branca

No final do ano de 2017, por meio de uma reunião pública a ANEEL informou que a partir de janeiro de 2018 a população brasileira contaria com uma nova bandeira tarifária, que se difere do modelo convencional que era único modelo vigente até então em todo o país, por consumidores dos Grupos B e alguns consumidores do Grupo A optante pela tarifa de baixa tensão, como descrito em um trecho publicado pela ANEEL em seu site.

A tarifa branca é opção de tarifa que sinaliza aos consumidores a variação do valor da energia conforme o dia e o horário do consumo. Ela será oferecida para as unidades consumidoras que são atendidas em baixa tensão (127, 220, 380 ou 440 volts, denominadas de grupo B) e para aquelas pertencentes ao grupo "A" optantes da tarifa de baixa tensão Com a Tarifa Branca, o consumidor passa a ter possibilidade de pagar valores diferentes em função da hora e do dia da semana. [...] (IMPrensa, 2016).

Vista por muitos como uma jogada inteligente para aliviar o sistema em horário de pico, a tarifa branca acaba beneficiando ambas as partes, os consumidores de baixa tensão que até a presente data não recebiam nenhuma forma de recompensa por gerenciar seu consumo elétrico fora do horário de ponta (horário de maior demanda), onde o sistema elétrico em sua grande maioria acaba trabalhando sobrecarregado. Jogada ou não o fato é que a nova tarifa promete grandes melhoras para o setor elétrico.

2.5.2 Demanda elétrica

De acordo com a Companhia Paranaense de Energia (COPEL) a demanda elétrica pode ser descrita como:

Média das potências elétricas ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado, expressa em quilowatts (kW) e quilovolt-ampère reativo (kVAr), respectivamente (COPEL, 2017).

Ou seja, tudo o que é consumido em determinado período de tempo por uma carga conectada ao sistema. Ainda no critério de demanda elétrica, existem vários estágios e etapas onde elas são classificadas pelo seu comportamento e função.

2.5.3 Demanda contratada

Demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela distribuidora, no ponto de entrega, conforme valor e período de vigência fixados em contrato, e que deve ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW) (ANEEL, 2010, p. 115).

A demanda contratada é a previsão de carga do consumidor a ser suprida de forma contínua pela concessionária no decorrer de um período determinado, onde ambos têm direitos e deveres a serem cumpridos.

2.5.4 Demanda faturável

“Valor da demanda de potência ativa, considerada para fins de faturamento, com aplicação da respectiva tarifa, expressa em quilowatts (kW) ” (DOU, 2010, p.115).

A demanda faturável é tudo aquilo que é registrado pelo medidor de energia se equivale a todo consumo registrado em um período de utilização dos serviços prestados pela concessionária.

2.5.5 Demanda máxima

“Maior demanda verificada durante um intervalo de tempo especificado” (DOU, 2010, p. 82). A demanda máxima se dá pelo momento de maior de registro elétrico, ou seja, o momento de intensidade de cargas conectadas a rede elétrica, também denominado momento de pico.

2.5.6 Demanda medida

Segundo a ANEEL (2010), a demanda medida corresponde a maior potência ativa mensurada por um medidor intercalados em intervalos de 15 minutos no decorrer de faturamento (DOU, 2010).

2.5.7 Tarifa de ultrapassagem

“Tarifa aplicável sobre a diferença positiva entre a demanda medida e a contratada, quando exceder os limites estabelecidos”, ou seja, é a tarifa cobrada pela diferença entre a demanda medida e a contratada sendo aplicada quando a diferença entre essas for superior a 5% (DOU, 2010, p. 53).

3 METODOLOGIA

Após o detalhamento de vários conceitos e referências que embasaram o trabalho, será mostrado a seguir todos os procedimentos adotados para a sua realização.

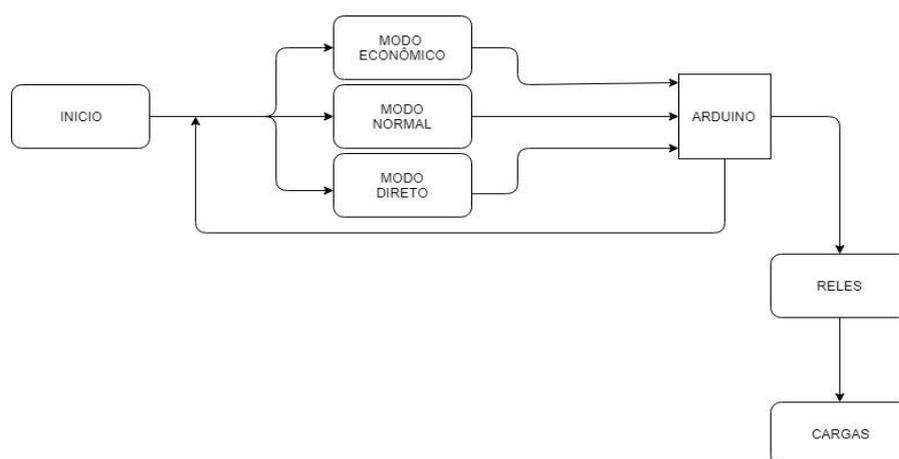
3.1 Configurações do dispositivo

Para o desenvolvimento do projeto foram usados diversos componentes, dentre eles estão os: sensores, atuadores, *hardware* e *software*.

Toda a sua parte lógica foi desenvolvida no microcontrolador Arduino Mega2560, esse responsável por ler as informações recebidas dos sensores e fazer os devidos tratamentos e reenviar o sinal como forma de resposta aos atuadores, como é explicado na seção 2.4.1.

O protótipo conta com três modos básicos de funcionamento, e são eles: modo econômico, modo normal e modo direto. Através de botões de fácil acesso o usuário pode selecionar qual o modo desejado, e este define como o sistema atuará daí por diante, como mostra o fluxograma da figura 8.

Figura 8: Fluxograma de funcionamento do dispositivo



Fonte: Autor (2018)

Apesar de ser um projeto bastante inovador até o presente momento, já existe tecnologia semelhante no mercado, como por exemplo, em indústrias de médio e grande porte, onde o seu funcionamento interfere diretamente na projeção do

sistema de distribuição de uma linha elétrica, seja pelo seu alto consumo ou até mesmo pela entrega de uma carga muito irregular para o sistema, como exemplo, uma carga com um fator de potência muito diferente do unitário, onde a penalidade aplicada a empresa pode ser desde uma multa, quanto a paralisação para manutenção do sistema. Essas empresas contam com o que se chama de demanda máxima, ou seja, a quantidade máxima de potência instalada ao mesmo tempo, caso esta seja excedida, ocasionará em alguma forma de penalidade por parte da ANEEL, portanto, modelos semelhantes são adotados para a análise e regularização das cargas.

3.2 Reconhecimento do nível de tensão de entrada

Visando uma maior autonomia e eficácia do protótipo, foi desenvolvido um sistema automático de reconhecimento do nível e da fase em que a tensão de alimentação geral do circuito se encontra, permitindo ao circuito ter a exata noção em tempo real do valor da tensão que lhe está sendo entregue, valor do fator de potência em comparação ao ângulo da corrente, cálculo do consumo, entre outros. Função de extrema importância para que o restante do circuito funcione com perfeição.

Este sistema tem como princípio de funcionamento uma divisão de tensão, que obedece uma fórmula padrão, fórmula está expressa na equação 1, onde V_{saida} se equivale a tensão que será lida pelo microcontrolador, $V_{entrada}$ se equivale a tensão de alimentação geral do circuito (tensão nominal) e 26 é uma constante que representa a relação de transformação entre tensão de alimentação e tensão de sinal, papel este desempenhado por um circuito que é composto basicamente por resistores e diodos semicondutores de silício, seu esquema elétrico pode ser visualizado na figura 9.

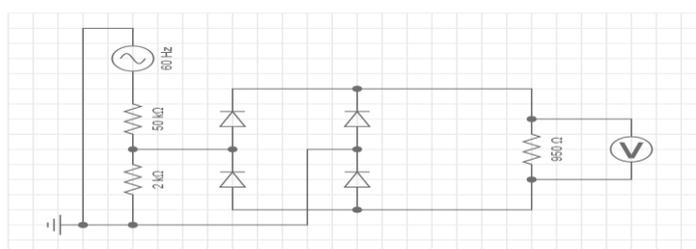
(1)

$$V_{saida} = \frac{V_{entrada}}{26}$$

Foram feitos testes tanto na prática como em emuladores para se ter a exata certeza dos resultados obtidos, os testes feitos tiveram uma variação no nível na tensão de alimentação em uma escala gradual de 0 a 5% para mais ou menos do

valor nominal da rede, simulando o nível de irregularidade que é permitido pela ANEEL, como mostra a seguir um trecho de sua norma presente no artigo 4 da resolução normativa de 2001, “Serão permitidas tensões contratadas entre 95% (noventa e cinco por cento) e 105% (cento e cinco por cento) da tensão nominal ou em extinção do sistema elétrico, mediante acordo entre as partes.” (ANEEL, 2001). Os resultados obtidos estão expostos na tabela 2, onde constam medições realizadas tanto em 127V quanto em 220V.

Figura 9: Sistema de reconhecimento de tensão



Fonte: Autor (2018).

TABELA 2 - Reconhecimento nível de tensão

Tensão 127V		Tensão 220V	
Tensão entrada	Tensão saída	Tensão entrada	Tensão saída
133	5,11	231	8,88
132	5,08	230	8,85
131	5,04	229	8,81
130	5	228	8,77
129	4,96	227	8,73
128	4,92	226	8,69
127	4,88	225	8,65
126	4,85	224	8,61
125	4,81	223	8,58
124	4,77	222	8,54
123	4,73	221	8,5
122	4,69	220	8,46
121	4,65	219	8,42
120	4,61	218	8,38
----	----	217	8,35
----	----	216	8,31
----	----	215	8,27
----	----	214	8,23
----	----	213	8,19
----	----	212	8,15
----	----	211	8,11

----	----	210	8,08
----	----	209	8,04

Fonte: Autor (2018).

3.3 Fonte de alimentação geral do circuito

O circuito do protótipo pode ter uma variação na tensão de entrada que se estende de 5 a 12VDC, e como ele foi projetado para ser alimentado pela própria tensão de alimentação do circuito da residência que pode ser de 127 ou 220VAC, tornando com isso necessário uma transformação do tipo e do nível de tensão entregue pela rede.

Isso foi facilmente resolvido com a implementação da fonte chaveada FCTC03 fabricada pela empresa Intelbrás.

Pode ser melhor compreendido o que acima foi dito analisando a figura 9 e a tabela 3, onde são mostradas as características técnicas da fonte em questão.

TABELA 3 - Dados Técnicos Fonte FSTC03

FONTE FSTC03	DADOS TÉCNICOS
Tensão de entrada	100/240VAC
Corrente de entrada	0,4 ^a
Tensão de saída	12VDC
Corrente de saída	1A
Frequência de operação	50-60Hz

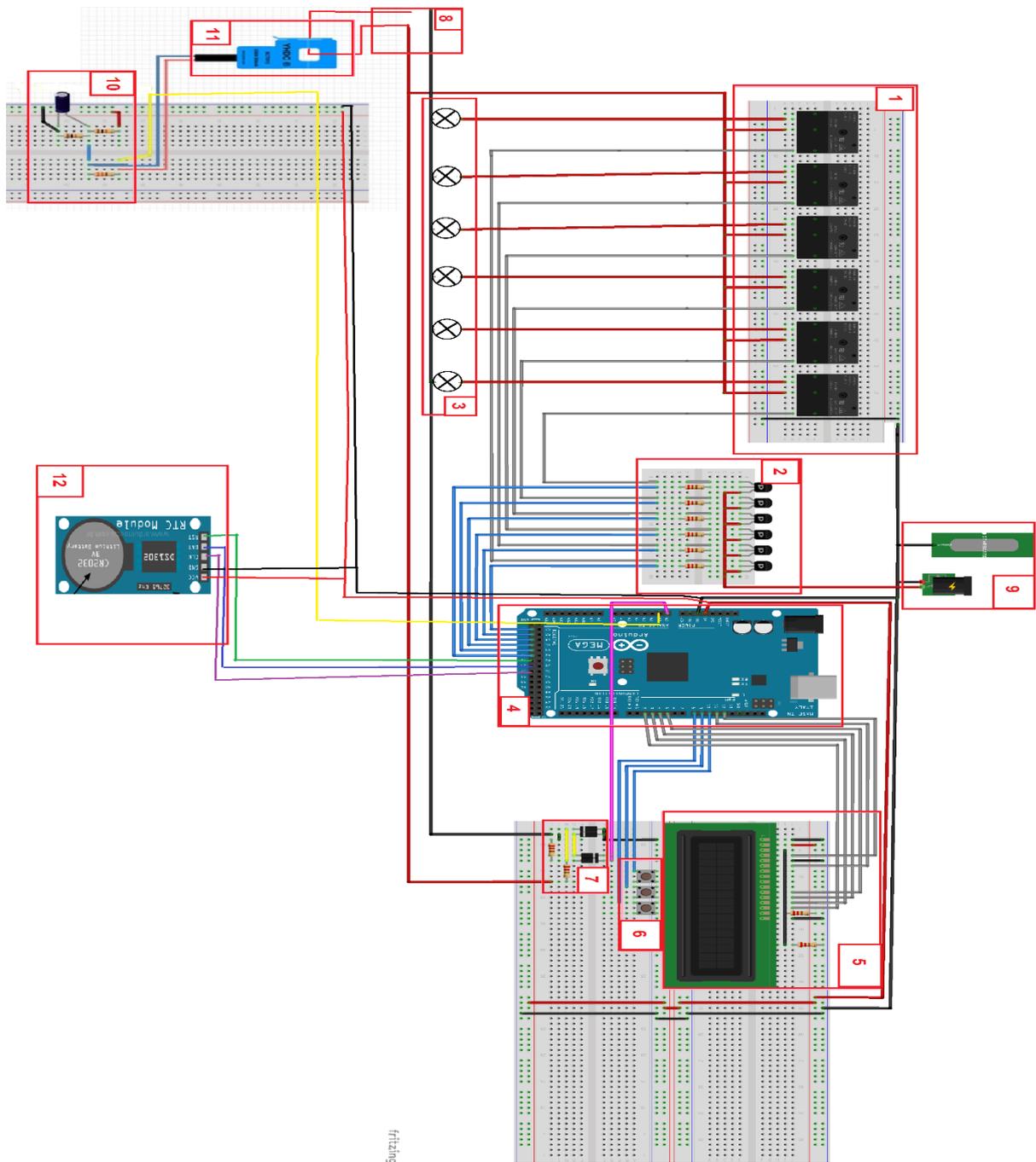
Fonte: Autor (2018)

3.4 Disposição e listagem dos materiais utilizados

Apesar de grande parte do circuito do protótipo ser composta por circuito integrado e embarcados, ele ainda conta com uma boa interação de circuitos eletromecânicos e analógicos, tais como os reles eletromecânicos, sensor de corrente e sensor de tensão.

Tais componentes são usados respectivamente por possuírem um bom rendimento, e apresentarem um alto nível de confiabilidade no que eles se propõem a fazer. A seguir, na figura 10 o circuito será dividido por seção, e serão apresentados os componentes que integra o circuito e suas respectivas funções.

Figura 10: Esquema de ligação e Diagrama elétrico multifilar dividido por seções



Fonte: Autor (2018)

- a) Seção 1: é exibido um conjunto de reles contendo seis unidades, estes reles são responsáveis por controlar a energização e desenergização de todos os circuitos da unidade consumidora em questão. Estes reles possuem dois contatos, um normalmente fechado NC e o outro normalmente aberto NO, visando uma questão de economia e durabilidade do equipamento os reles

- estão usando seu canal NC para energizar o circuito, sendo assim ele rompe o circuito desejado quando energizado;
- b) Seção 2: é exibido um conjunto de transistores NPN que tem a função de amplificar e dar maior intensidade elétrica ao sinal de comando que vem da placa Arduino não a deixando sobrecarregar;
 - c) seção 3: possui um conjunto de lâmpada que representa hipoteticamente todo um conjunto de cargas presente em uma residência, como se trata de um protótipo para ensaios não seria interessante trabalhar com correntes muito altas, então estas cargas foram calculadas dez vezes menor que o seu real valor de potência, fazendo com que sua corrente fique dez vezes menor, e através de uma manipulação feita no código de operação que foi inserido na placa Arduino este mesmo valor é multiplicado por dez restaurando seu real valor;
 - d) Seção 4: a seção quatro exibi a placa Arduino Mega2560, que é o cérebro do protótipo nela que fica contido o código, ela é a responsável por analisar e controlar toda as informações do circuito seja ela de entrada ou de saída, também é responsável por alimentar alguns componentes do circuito, tais como o modulo RTC, o sensor STC, o LCD entre outros;
 - e) Seção 5: display de cristal líquido ou LCD, este display está empregado neste protótipo com a função de monitor, ele é o responsável por externar o que o protótipo está fazendo;
 - f) Seção 6: utilizado para inserir os comandos do usuário na máquina, dando-lhe a opção de configurar suas funções dentre as configurações pré-definidas;
 - g) Seção 7: sistema de regulação e retificação do nível de tensão de entrada, em termos um pouco mais leigo, a esta sessão 7 se encarrega de tratar o sinal que vai definir em que nível de tensão o circuito está operando, ou seja, 127 ou 220VAC, ao invés de o circuito possuir uma chave seletora que obrigasse o usuário alterná-la toda vez que o circuito fosse alterado entre os níveis de tensão, foi projetado um circuito que baixasse esta tensão e ao mesmo tempo a retificasse, entregando a placa um sinal atenuado e constante isso de forma automática;
 - h) Seção 8: é possível visualizar a entrada da rede de alimentação, ou seja, o local onde é entregue toda energia que o circuito dispõe;

- i) Seção 9: como explicado no item 3.2, a tensão de alimentação do circuito pode variar de 5 a 12VDC, fazendo necessário o uso de uma fonte chaveada, que forneça tensão e corrente em níveis suficientes para manter o circuito em funcionamento. E na sessão 9 é mostrado a entrada desta fonte;
- j) Seção 10: tem uma situação bastante parecida com a da seção 7, onde o seu papel é tratar o sinal que o sensor de corrente SCT013 entrega para a placa Arduino;
- k) Seção 11: é mostrado o sensor SCT013, este responsável por fazer a leitura das correntes que circulam pelo circuito e enviá-la para o processo de tratamento de dados, representado na seção 10, para posteriormente ser enviados a placa Arduino;
- l) Seção 12: na seção 12 é exibido o módulo RTC, este responsável por fazer o acompanhamento das horas, dias, semanas, meses e até anos tudo em tempo real, e enviar estas informações a placa Arduino para que seja analisado estes dados e tomado as devidas atitudes, para informações mais detalhadas deste módulo vide item 2.4.3.

3.5 Interface de comunicação

O dispositivo conta com uma interface homem máquina (IHM) bastante simples, contendo apenas um *display* de cristal líquido 16X2 e um teclado contendo três botões, onde é feito a comunicação com o dispositivo.

No *display* é exibido a todo momento informações do tipo, consumo total em KW/h e consumo atual em KW. Os três botões servem para o usuário selecionar o modo desejado, sendo eles o modo econômico, modo normal e modo direto, como será melhor explicado na seção 3.5.

Pode-se ter uma melhor ideia da disposição dos componentes e do funcionamento da interface, observando a figura 11.

Figura 11: interface de comunicação



Fonte: Autor (2018).

3.6 Modos de funcionamento

É aqui entregue, a construção de um sistema capaz de reconhecer as cargas de um centro consumidor e definir qual o valor máximo de potência poderá ser instalado em um mesmo período de tempo, ou seja, em termos leigos a quantidade de equipamentos elétricos que poderão ser conectados à rede elétrica ao mesmo tempo, além de reconhecer os diferentes horários do dia e fazer o acionamento de forma autônoma de cargas que não exigem uma supervisão constante por parte do usuário para desempenhar os seus papéis, a exemplo, temos cargas do tipo: banheira elétricas, climatizadores de ambientes, painéis elétricos automáticos, sistema de irrigação motorizado, bombas elétricas para troca de água de piscina, entre outros.

Tendo em vista a instabilidade do consumo em uma residência originado por uma vasta gama de motivos, como por exemplo: ocasiões festivas, visitas

imprevisíveis, dentre outras ocasiões que fogem do padrão da rotina. Foram então definidos três padrões básicos de consumo, onde através de botões de fácil utilização o próprio usuário pode alternar sua preferência de modo de consumo, independente de época em que se encontra ou de quantas vezes ele queira fazer isto, uma vez que o dispositivo não foi programado para obedecer um padrão pré-estabelecido de tempo por função. E são eles: modo econômico, modo normal, e modo direto.

3.6.1 Modo econômico

Este modo foi planejado para atuar nos períodos de menor demanda de consumo, ou seja, períodos que fogem da regra, mas não para uma máxima de consumo e sim para uma mínima, ou até mesmo para períodos onde o valor da tarifa elétrica seja elevado como em épocas da bandeira vermelha, permitindo ao usuário ter um corte de gasto sem ter que se preocupar de lembrar de tal fato, onde uma vez que o usuário opte por esta função algumas cargas que seriam pré-estabelecidas pelo próprio usuário no ato de parametrização, que ocorre quando o sistema é instalado em sua residência como cargas indesejadas, cargas essas, de menor influência ou de maior consumo elétrico, não poderão ser acionadas enquanto o modo selecionado for este. Um exemplo básico de cargas que se enquadrariam bem neste modo seria, banheiras de hidromassagens, ar-condicionados, limitação do número de chuveiros elétricos, entre outras.

Basicamente, esta função visa uma grande economia em termos de consumo de energia elétrica, mas para o outro lado o usuário tem que estar ciente e disposto a abrir mão de alguma de suas acomodações. Enfim, esta função assim como as outras duas depende diretamente da opinião do usuário.

3.6.2 Modo normal

Este modo exige toda a engenharia da qual o dispositivo dispõe, ele funciona basicamente controlando e monitorando todas as cargas nele anteriormente declaradas, dando mais flexibilidade ao usuário em comparação ao modo econômico, mas não deixa de supervisioná-lo, informando ao usuário em um monitor qual o valor do consumo acumulado até o presente momento, e qual o valor em KW

que ele está consumindo naquele exato momento. Outra função que este modo incorpora é o controlador máximo de demanda, função esta que é responsável por reconhecer cada carga de acordo com o seu grau de prioridade, permitindo ao sistema o corte de cargas menos prioritárias todas as vezes que o sistema ultrapassar o valor máximo de potência pré-estabelecido.

Um exemplo: suponhamos que o valor máximo de potência para esta residência em questão obtidos através dos cálculos e previsões de consumo foi de aproximadamente 12KW de potência, então este valor foi adotado como padrão máximo de consumo. No presente momento a residência conta com 10KW de potência já instalados, e o usuário aciona uma carga que possui valor superior a 2KW, caso a carga entregue à rede neste momento tenha um grau de prioridade superior a alguma das cargas que já estavam presentes, o dispositivo atuará, retirando cargas menos prioritárias presentes na instalação, até que o padrão máximo de demanda seja obedecido, caso no sistema não haja nenhuma carga inferior a pretendida, o sistema atuará não deixando a mesma se juntar as outras presentes evitando uma ultrapassagem do valor máximo pré-estabelecido.

3.6.3 Modo direto

Este modo se assemelha muito com o modo que as residências já possuem, ou seja, diferenciando-se apenas no quesito de acionamento autônomo das cargas que não necessitam de uma interferência direta por parte do usuário. Este modo foi projetado com a intenção de não limitar a quantidade de cargas que o usuário poderá ter acesso em um mesmo período de tempo, visando exatamente o contrário do modo econômico, tendo em vista as épocas festivas, visitas inesperadas, ou qualquer movimentação fora do normal onde torna-se quase impossível ter um controle do que é consumido.

Apesar deste modo não ter o domínio da maior demanda, ele não deixa de contar com recursos que auxiliam o usuário no controle dos seus gastos, pois, apesar de simples ele ainda conta com o auxílio do registrador de consumo, e permite ao usuário acompanhar em tempo real qual o valor total de seus gastos até o presente momento, além de, continuar organizando e acionando as cargas que não necessitam de uma maior atenção para o seu funcionamento em horários favoráveis a modalidade tarifária.

3.7 Simulação prática de cada modo

Para melhor entendimento do assunto, foi elaborado uma simulação de uma residência, que para facilitar a prototipagem teve o real valor de potência de suas cargas dividido por 100, ou seja, uma carga com uma alta potência a exemplo um chuveiro elétrico que tem sua potência média algo entorno de 5500W, necessitaria de toda uma preparação para ser simulado, devido sua alta corrente e também o modo como é feito a sua dissipação de calor, no entanto, sua potência neste protótipo se dá pelo fator multiplicativo por 100, tornando assim sua potência mesurável algo entorno de 55W, valor que posteriormente é recuperado pelo código inserido no microcontrolador. As cargas que compõe o quadro elétrico desta suposta residência são do tipo: TUE's – Chuveiro elétrico de 5500W, ar-condicionado 2000W, máquina de lavar 1000W, geladeira 250 W; TUG – casa =< 2000 W e circuito de iluminação =< 300 W. Foram elaborados os testes seguindo os modos apresentados nas seções 3.5.1, 3.5.2 e 3.5.3, a seguir tabelas e gráficos comparando os consumos antes e depois da implementação do dispositivo nos seus diferentes modos de atuação.

3.7.1 Teste 1: modo econômico

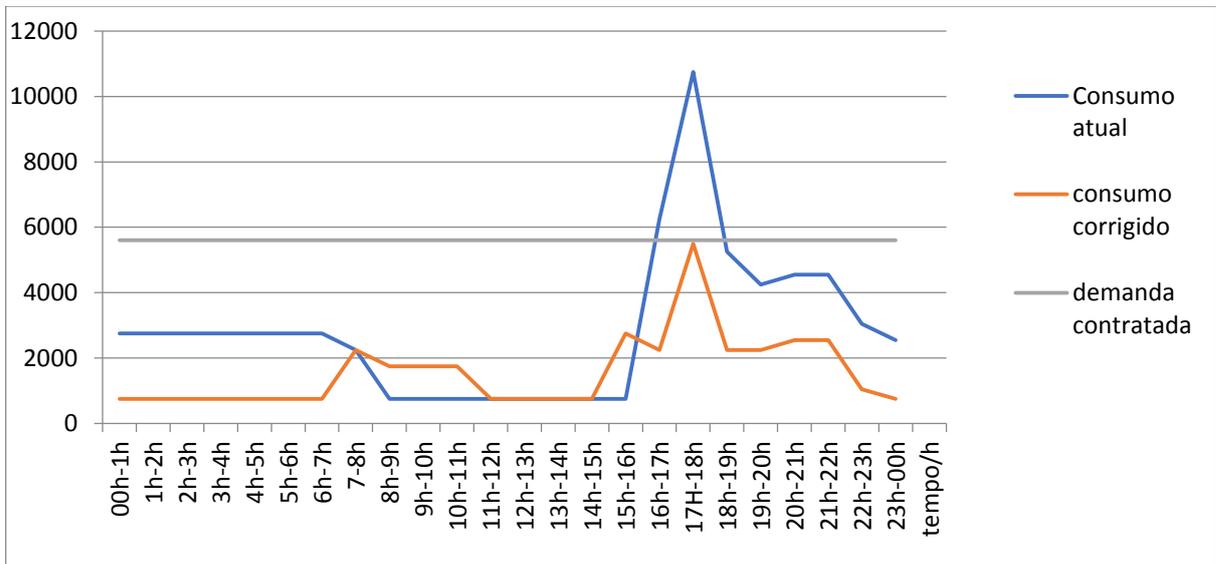
Ao selecionar o modo econômico, automaticamente o sistema entende que algumas cargas anteriormente declaradas não poderão compor o circuito, visando uma redução mais drástica no consumo de energia elétrica, como exemplificado na Tabela 4. Na Tabela 5 o dia foi dividido em suas 24h e então calculado o valor da potência instalada por hora e listado o valor corrigido do consumo, valor este obtido com a implementação do sistema e o valor atual do consumo já este referente ao modo convencional que já estava em vigor até então, algo que pode ser facilmente visualizado no Gráfico 2.

TABELA 4 - Horários de operação de cada carga

Cargas	Potência média em watts	Tempo e Horário em operação Atual		Tempo e Horário em operação Corrigido	
		Entrada	Saída	Entrada	Saída
TUG	500w	22h00min 08h00min	07h00min 16h00min	22h00min 08h00min	07h00min 16h00min
	2000 w	07h00min 16h00min	08h00min 22h00min	07h00min 16h00min 18h00min	08h00min 17h00min 22h00min
Geladeira	250 w	24h	24h	18h00min	17h00min
Ar condicionado	15000btu ± 2000 w	16h00min	07h00min	-	-
Chuveiro	5500 w	17h00min	18h00min	17h00min	18h00min
Iluminação "em média"	300 w	20h00min	23h00min	20h00min	23h00min
Máquina de lavar	1000 w	16h00min	19h00min	08h00min	11h00min

Fonte: Autor (2018)

Gráfico 2: Comparação consumo atual x consumo corrigido Modo Econômico



Fonte: Autor (2018)

TABELA 5 - Potência média instalada por hora

QUADRO DE DISPOSIÇÃO DE CARGAS					
Consumo atual			Consumo corrigido		
Horário de consumo		Potencia instantânea instalada p/h	Horário de consumo		Potencia instantânea instalada p/h
00h00min	01h00min	2750 w	00h00min	01h00min	750 w
01h00min	02h00min	2750 w	01h00min	02h00min	750 w
02h00min	03h00min	2750 w	02h00min	03h00min	750 w
03h00min	04h00min	2750 w	03h00min	04h00min	750 w
04h00min	05h00min	2750 w	04h00min	05h00min	750 w
05h00min	06h00min	2750 w	05h00min	06h00min	750 w
06h00min	07h00min	2750 w	06h00min	07h00min	750 w
07h00min	08h00min	2250 w	07h00min	08h00min	2250 w
08h00min	09h00min	750 w	08h00min	09h00min	1750 w
09h00min	10h00min	750 w	09h00min	10h00min	1750 w
10h00min	11h00min	750 w	10h00min	11h00min	1750 w
11h00min	12h00min	750 w	11h00min	12h00min	750 w
12h00min	13h00min	750 w	12h00min	13h00min	750 w
13h00min	14h00min	750 w	13h00min	14h00min	750 w
14h00min	15h00min	750 w	14h00min	15h00min	750 w
15h00min	16h00min	750 w	15h00min	16h00min	750 w
16h00min	17h00min	5250 w	16h00min	16h30min	2250 w
17h00min	18h00min	10750 w	17h00min	18h00min	5500 w
18h00min	19h00min	5250 w	18h00min	19h00min	2250 w
19h00min	20h00min	4250 w	19h00min	20h00min	2250 w
20h00min	21h00min	4550 w	20h00min	21h00min	2550 w
21h00min	22h00min	4550 w	21h00min	22h00minpm	2550 w
22h00min	23h00min	3050 w	22h00min	23h00minpm	1050 w
23h00min	00h00min	2750 w	23h00min	00h00minpm	750 w

Fonte: Autor (2018)

3.7.2 Teste 2: modo normal

No modo normal é informado ao sistema o tipo de carga e qual o grau de prioridade destas cargas, permitindo-lhe agir de acordo com o seu código. Com

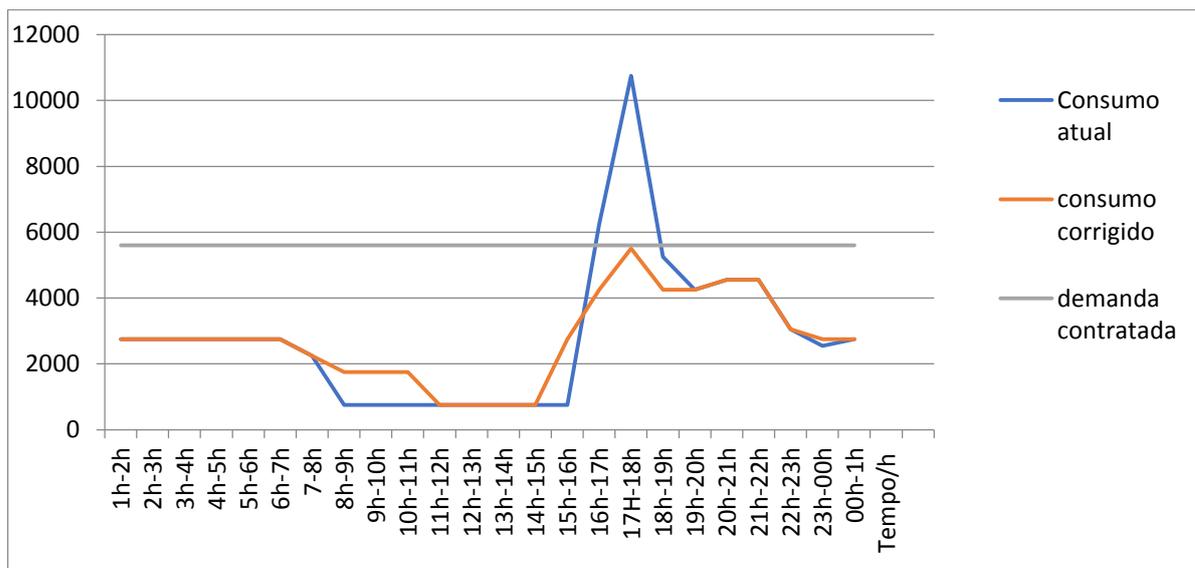
posse dessas informações, é possível fazer um planejamento e uma organização das cargas, de modo a reduzir o consumo no momento de pico de forma autônoma e eficaz, sem prejudicar a qualidade de vida dos ocupantes, como mostrado nas Tabelas 5 e 6 e no Gráfico 3.

TABELA 5 - Horário de operação de cada carga

Cargas	Potência média em watts	Tempo e Horário em operação Atual		Tempo e Horário em operação Corrigido	
		Entrada	Saída	Entrada	Saída
TUG	500w	22h00min 08h00min	07h00min 16h00min	22h00min 08h00min	07h00min 16h00min
	2000 w	07h00min 16h00min	08h00min 22h00min	07h00min 16h00min 18h00min	08h00min 17h00min 22h00min
Geladeira	250 w	24h	24h	18h00min	17h00min
Ar condicionado	15000btu ± 2000 w	16h00min	07h00min	15h00min 18h00min	17h00min 07h00min
Chuveiro	5500 w	17h00min	18h00min	17h00min	18h00min
Iluminação "em média"	300 w	20h00min	23h00min	20h00min	23h00min
Máquina de lavar	1000 w	16h00min	19h00min	08h00min	11h00min

Fonte: Autor (2018)

Gráfico 3: Comparação consumo atual x consumo corrigido modo normal



Fonte: Autor (2018)

TABELA 6 - Potência média instalada por hora

QUADRO DE DISPOSIÇÃO DE CARGAS					
Consumo atual			Consumo corrigido		
Horário de consumo		Potencia instantânea instalada p/h	Horário de consumo		Potencia instantânea instalada p/h
01h00min	02h00min	2750 w	01h00min	02h00min	2750 w
02h00min	03h00min	2750 w	02h00min	03h00min	2750 w
03h00min	04h00min	2750 w	03h00min	04h00min	2750 w
04h00min	05h00min	2750 w	04h00min	05h00min	2750 w
05h00min	06h00min	2750 w	05h00min	06h00min	2750 w
06h00min	07h00min	2750 w	06h00min	07h00min	2750 w
07h00min	08h00min	2250 w	07h00min	08h00min	2250 w
08h00min	09h00min	750 w	08h00min	09h00min	1750 w
09h00min	10h00min	750 w	09h00min	10h00min	1750 w
10h00min	11h00min	750 w	10h00min	11h00min	1750 w
11h00min	12h00min	750 w	11h00min	12h00min	750 w
12h00min	13h00min	750 w	12h00min	13h00min	750 w
13h00min	14h00min	750 w	13h00min	14h00min	750 w
14h00min	15h00min	750 w	14h00min	15h00min	750 w
15h00min	16h00min	750 w	15h00min	16h00min	2750 w
16h00min	17h00min	5250 w	16h00min	16h30min	4250 w
17h00min	18h00min	10750 w	17h00min	18h00min	5500 w
18h00min	19h00min	5250 w	18h00min	19h00min	4250 w
19h00min	20h00min	4250 w	19h00min	20h00min	4250 w
20h00min	21h00min	4550 w	20h00min	21h00min	4550 w
21h00min	22h00min	4550 w	21h00min	22h00minpm	4550 w
22h00min	23h00min	3050 w	22h00min	23h00minpm	3050 w
23h00min	00h00min	2750 w	23h00min	00h00minpm	2750 w
00h00min	01h00min	2750 w	00h00min	01h00min	2750 w

Fonte: Autor (2018)

3.7.3 Teste 3: modo direto

Este modo foi desenvolvido para períodos de maior demanda elétrica onde se torna difícil fazer qualquer previsão de consumo, sua capacidade de interferência no funcionamento das cargas fica limitado a apenas reorganizar as cargas que não

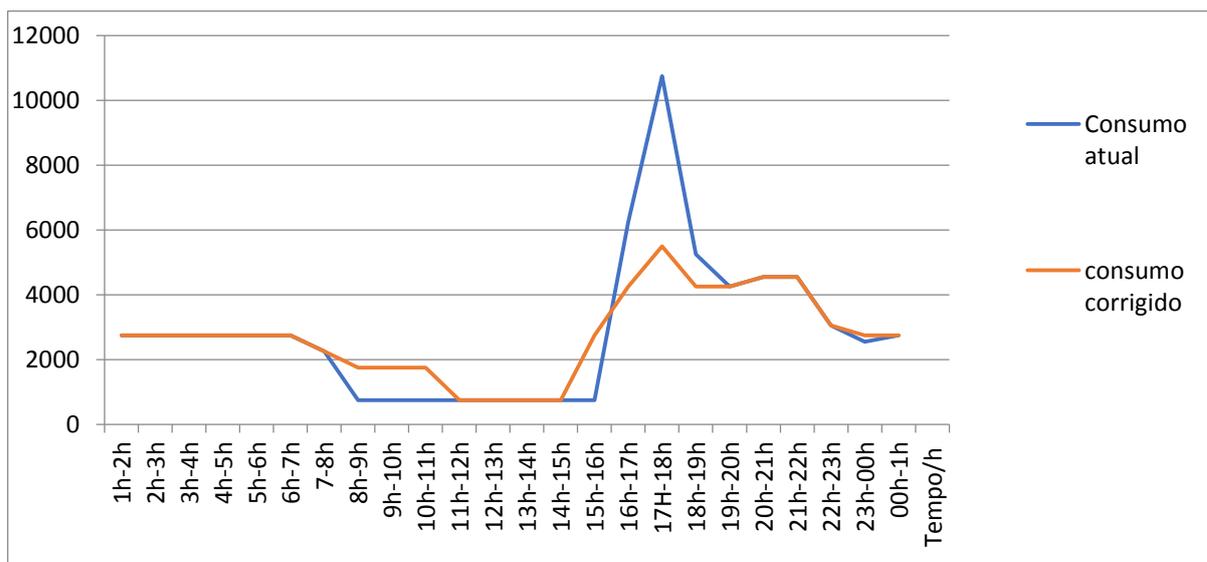
necessitam de interferência humana direta para seu funcionamento, deixando de contar com a função que limita a o nível de carga instalado em mesmo intervalo de tempo, ou seja, o regulador de demanda, se assemelhando muito ao modo de funcionamento das residências convencionais como é mostrado nas Tabelas 7 e 8 e no Gráfico 4.

TABELA 7 - Horário de operação de cada carga

Cargas	Potência média em watts	Tempo e Horário em operação Atual		Tempo e Horário em operação Corrigido	
		Entrada	Saída	Entrada	Saída
TUG	500 w	22h00min 08h00min	07h00min 16h00min	22h00min 08h00min	07h00min 16h00min
	2000 w	07h00min 16h00min	08h00min 22h00min	07h00min 16h00min 18h00min	08h00min 17h00min 22h00min
Geladeira	250 w	24h	24h	18h00min	17h00min
Ar condicionado	15000btu ± 2000 w	16h00min	07h00min	15h00min 18h00min	17h00min 07h00min
Chuveiro	5500 w	17h00min	18h00min	17h00min	18h00min
Iluminação “em média”	300 w	20h00min	23h00min	20h00min	23h00min
Máquina de lavar	1000 w	16h00min	19h00min	08h00min	11h00min

Fonte: Autor (2018)

Gráfico 4: Comparação consumo atual x consumo corrigido modo direto



Fonte: Autor (2018)

TABELA 8 - Potência média instalada por hora

QUADRO DE DISPOSIÇÃO DE CARGAS					
Consumo atual			Consumo corrigido		
Horário de consumo		Potencia instantânea instalada p/h	Horário de consumo		Potencia instantânea instalada p/h
01h00min	02h00min	2750 w	01h00min	02h00min	2750 w
02h00min	03h00min	2750 w	02h00min	03h00min	2750 w
03h00min	04h00min	2750 w	03h00min	04h00min	2750 w
04h00min	05h00min	2750 w	04h00min	05h00min	2750 w
05h00min	06h00min	2750 w	05h00min	06h00min	2750 w
06h00min	07h00min	2750 w	06h00min	07h00min	2750 w
07h00min	08h00min	2250 w	07h00min	08h00min	2250 w
08h00min	09h00min	750 w	08h00min	09h00min	1750 w
09h00min	10h00min	750 w	09h00min	10h00min	1750 w
10h00min	11h00min	750 w	10h00min	11h00min	1750 w
11h00min	12h00min	750 w	11h00min	12h00min	750 w
12h00min	13h00min	750 w	12h00min	13h00min	750 w
13h00min	14h00min	750 w	13h00min	14h00min	750 w
14h00min	15h00min	750 w	14h00min	15h00min	750 w
15h00min	16h00min	750 w	15h00min	16h00min	2750 w
16h00min	17h00min	5250 w	16h00min	16h30min	4250 w
17h00min	18h00min	10750 w	17h00min	18h00min	5500 w
18h00min	19h00min	5250 w	18h00min	19h00min	4250 w
19h00min	20h00min	4250 w	19h00min	20h00min	4250 w
20h00min	21h00min	4550 w	20h00min	21h00min	4550 w
21h00min	22h00min	4550 w	21h00min	22h00minpm	4550 w
22h00min	23h00min	3050 w	22h00min	23h00minpm	3050 w
23h00min	00h00min	2750 w	23h00min	00h00minpm	2750 w
00h00min	01h00min	2750 w	00h00min	01h00min	2750 w

Fonte: Autor (2018)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo será discutido os resultados obtidos na elaboração e na implementação do protótipo, também será abordado sua funcionalidade e sua viabilidade técnica.

4.1 Funcionalidade

O presente protótipo teve como critério de funcionalidade o acionamento de cargas de forma independente em diferentes horários do dia, além de monitorar e registrar toda movimentação do consumo elétrico de uma suposta residência desenvolvida exclusivamente para este fim.

Com as simulações realizadas pode-se afirmar que neste caso especificamente os resultados obtidos foram positivos, atingindo a uma marca de redução de consumo no momento de maior demanda de aproximadamente 49%, mostrando que é possível gerenciar de forma consciente e inteligente o consumo residencial, sem trazer grandes perdas ao usuário.

Não é possível generalizar o resultado aqui obtido, pois em uma residência real habitada por pessoas pode haver diferentes resultados, uma vez que pessoas possuem diferenciação de comportamento e atos, tornando isso algo difícil de ser afirmado.

4.2 Pontos positivos e negativos do projeto

De acordo com observações realizadas durante todo o processo de fabricação e teste do protótipo, foram elaborados e catalogados alguns pontos cruciais que podem interferir diretamente nos resultados finais, e estes pontos foram nomeados positivos e negativos. Confira na Tabela 9 quais são eles.

TABELA 9 - Pontos positivos e negativos

POSITIVOS	NEGATIVOS
Colaboração com o meio ambiente	Mão de obra específica para manutenção
Melhor controle do horário de atuação dos eletrodomésticos	Perda de autonomia sobre alguns equipamentos
Previsão de consumo	Adaptação ao modo de funcionamento do protótipo
Baixo custo de implementação	
Redução no gasto	
Melhor qualidade de energia	

Fonte: Autor (2018)

4.3 Viabilidade de implementação

É de se esperar uma boa aceitação da nova modalidade tarifária em todo país tendo em vista o seu objetivo e as suas recompensas, portanto, é de se esperar uma boa aceitação da ideia aqui desenvolvida, tendo que o protótipo cumpriu com todas as exigências dele requeridas comprovando sua eficiência e superando as expectativas.

Abaixo foi elaborado uma planilha de gatos comparando consumo atual e consumo corrigido, onde o consumo atual corresponde ao consumo tendo a tarifa convencional como base e consumo corrigido tendo a tarifa branca como base, vale lembrar que estas planilhas foram elaboradas tendo como base valores cobrados pela Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) aplicadas a uma residência que se enquadra no Grupo B1, e não estão sendo utilizados os encargos referentes as taxas adicionais, a exemplo a iluminação pública, uma vez que a tarifa branca não se aplica a estes, e também não estão sendo levados em conta as variações referentes as cores das bandeiras ocasionadas em período de baixa na produção elétrica devido à seca, tendo em vista sua imprevisibilidade não deixando afirmar ao certo quando a mesma começa e quando acaba.

A fórmula para se calcular a tarifa branca se difere das demais pois, além de ter um valor diferenciado para os diferentes horários do dia, não são calculados o horário de ponta e intermediário em finais de semana ou feriados. O modo

selecionado para os cálculos foi o modo normal e o mês selecionado para o cálculo há apenas um feriado e quatro fins de semana, sendo possível utilizar a equação 1.

$$Enc_{tb} = \left[\left(\frac{(W*t*VFP)+(W*t*VI)+(W*t*VP)}{1000} \right) * dias\ uteis \right] + \left[\left(\frac{(W*t*VFP)}{1000} \right) * ffs \right] \quad (2)$$

Já a fórmula usada para o cálculo da tarifa convencional foi o cálculo padrão para consumo, podendo ser utilizado a equação 2 de modo mais simplificado.

$$T_c = \left(\frac{W*t*valor^{KW}/h}{1000} \right) * 30 \quad (3)$$

A equação (1) foi alterada para desprezar as alterações tarifárias das bandeiras. Após os cálculos os resultados estão expostos na Tabela 10.

TABELA 10 - Comparações tarifa branca x convencional dias úteis

Tarifa convencional				Tarifa branca			
Horário de consumo	Valor por KW/h em R\$	Potência instalada	Valor total	Horário de consumo	Valor por KW/h em R\$	Potência instalada	Valor total
01-02h	0,58684	2750 w	1613,81	01-02h	0,47923	2750 w	1317,8825
02-03h	0,58684	2750 w	1613,81	02-03h	0,47923	2750 w	1317,8825
03-04h	0,58684	2750 w	1613,81	03-04h	0,47923	2750 w	1317,8825
04-05h	0,58684	2750 w	1613,81	04-05h	0,47923	2750 w	1317,8825
05-06h	0,58684	2750 w	1613,81	05-06h	0,47923	2750 w	1317,8825
06-07h	0,58684	2750 w	1613,81	06-07h	0,47923	2750 w	1317,8825
07-08h	0,58684	2250 w	1320,39	07-08h	0,47923	2250 w	1078,2675
08-09h	0,58684	750 w	440,13	08-09h	0,47923	1750 w	838,6525
09-10h	0,58684	750 w	440,13	09-10h	0,47923	1750 w	838,6525
10-11h	0,58684	750 w	440,13	10-11h	0,47923	1750 w	838,6525
11-12h	0,58684	750 w	440,13	11-12h	0,47923	750 w	359,4225
12-13h	0,58684	750 w	440,13	12-13h	0,47923	750 w	359,4225
13-14h	0,58684	750 w	440,13	13-14h	0,47923	750 w	359,4225
14-15h	0,58684	750 w	440,13	14-15h	0,47923	750 w	359,4225
15-16h	0,58684	750 w	440,13	15-16h	0,47923	2750 w	1317,8825
16-17h	0,58684	5250 w	3080,91	16-17h	0,47923	4250 w	2036,7275
17-18h	0,58684	10750 w	6308,53	17-18h	0,47923	5500 w	2635,765
18-19h	0,58684	5250 w	3080,91	18-19h	0,73035	4250 w	3103,9875
19-20h	0,58684	4250 w	2494,07	19-20h	1,13617	4250 w	4828,7225
20-21h	0,58684	4550 w	2670,122	20-21h	1,13617	4550 w	5169,5735
21-22h	0,58684	4550 w	2670,122	21-22h	1,13617	4550 w	5169,5735
22-23h	0,58684	3050 w	1789,862	22-23h	0,73035	3050 w	2227,5675
23-00h	0,58684	2750 w	1613,81	23-00h	0,47923	2750 w	1317,8825
00-01h	0,58684	2750 w	1613,81	00-01h	0,47923	2750 w	1317,8825
Total/1000*30			1195,39	Total/1000*21			855,684732

Fonte: Autor (2018)

TABELA 11 - consumo tarifa branca feriados/finais de semana

Tarifa branca			
Horário de consumo	Valor por KW/h em R\$	Potência instalada	Valor total
01-02h	0,47923	2750 w	1317,8825
02-03h	0,47923	2750 w	1317,8825
03-04h	0,47923	2750 w	1317,8825
04-05h	0,47923	2750 w	1317,8825
05-06h	0,47923	2750 w	1317,8825
06-07h	0,47923	2750 w	1317,8825
07-08h	0,47923	2250 w	1078,2675
08-09h	0,47923	1750 w	838,6525
09-10h	0,47923	1750 w	838,6525
10-11h	0,47923	1750 w	838,6525
11-12h	0,47923	750 w	359,4225
12-13h	0,47923	750 w	359,4225
13-14h	0,47923	750 w	359,4225
14-15h	0,47923	750 w	359,4225
15-16h	0,47923	2750 w	1317,8825
16-17h	0,47923	4250 w	2036,7275
17-18h	0,47923	5500 w	2635,765
18-19h	0,47923	4250 w	2036,7275
19-20h	0,47923	4250 w	2036,7275
20-21h	0,47923	4550 w	2180,4965
21-22h	0,47923	4550 w	2180,4965
22-23h	0,47923	3050 w	1461,6515
23-00h	0,47923	2750 w	1317,8825
00-01h	0,47923	2750 w	1317,8825
Total/1000*9			283,153045

Fonte: Autor (2018)

TABELA 12 - Tabela de comparação de valor final

Tarifa branca	Tarifa convencional
Total R\$	Total R\$
1138,83	1195,39

Fonte: Autor (2018)

5 CONCLUSÃO

Como já era esperado, no decorrer da execução do projeto foram encontradas algumas dificuldades e também foram cometidos alguns erros, mas isso não foi empecilho para a entrega do protótipo, com soluções inteligentes e criativas, todos os problemas foram contornados. Um dos maiores obstáculos encontrados foi a falta de tempo, que na reta final veio se tornar um fator decisivo para a entrega do trabalho. Um dos inconvenientes técnicos encontrado foi a perda de seis módulos de medição de corrente, que foi exposto a um nível de tensão superior ao preestabelecido pelo fabricante, fato este que veio a comprometer ainda mais o tempo que já era escasso, outro problema encontrado e que de uma forma engenhosa e inteligente foi resolvido, foi a questão da alta potência que o circuito dispunha tornado difícil a prototipagem do circuito, no entanto foi criado um fator divisível por um denominador comum onde o valor real das cargas sofriam uma redução estratégica e posteriormente o valor real foi recuperado agora por um fator multiplicativo presente no código do microcontrolador, tal feito tornou as cargas que integravam o sistema fáceis de serem alimentadas e mesuradas.

Ao final do prazo toda a intenção inicial pode ser comprovada, mostrando e comprovando o real motivo de sua construção, ficando aqui de uma certa forma um passo dado em uma direção promissora, que tem tudo para ser explorada mais fundo e com um pouco mais de cautela. Pois, através dos resultados obtidos, fica evidente a veracidade da proposta da nova modalidade tarifária, tendo como ponto principal de crítica sua redução no momento de maior demanda que neste caso ficou próximo dos 50%, trazendo inúmeros benefícios para a concessionária e também para os consumidores que tiveram uma redução de aproximadamente 4,73% no seu valor final de consumo, devendo ser levado em conta que não foi feito nenhum corte de consumo no modo utilizado para os principais testes, a única mudança feita foi uma reorganização no horário de consumo feita inteiramente de forma automática pelo sistema.

Contudo, o protótipo desenvolvido se mostrou extremamente necessário para tal resultado, pois, isso só foi possível devido a toda uma cumplicidade entre “usuário” e sistema, diferentes papéis com um mesmo objetivo, mas o melhor é que o projeto ainda tem condições de apresentar melhores resultados com a implementação de alguns recursos que este autor como projetista e principal

idealizador desse projeto, gostaria de tê-lo atribuído, mas não foi possível devido a limitação do tempo, portanto, essas melhorias ficam aqui descritas, como forma de trabalhos futuros.

5.1 Trabalhos futuros

- a) Reconhecimento de cargas de forma independente – uma função de extrema necessidade seria o reconhecimento das cargas de forma independente, tornando mais ampla a funcionalidade do projeto, tendo em vista que uma vez reconhecido um circuito, o mesmo pode receber padrões de funcionamento e valores específicos de trabalho, tais como: corrente, tensão, fator de potência, entre outros.
- b) Armazenamento de dados – toda a parte de armazenamento de dados do protótipo, tais como horas, datas, consumo, modos de funcionamento, etc. Ficou por conta de sua própria memória interna que não dispões de grandes espaços, tornando se com isso necessidade de primeiro plano criar um banco de armazenamento em nuvem para que estes possam lá ser depositados, possibilitando com isso já em um futuro um pouco mais distante, uma comunicação com uma rede inteligente como sugerido pelos integrantes do grupo GAIC anteriormente citados, tornando imensuráveis suas vantagens;
- c) Melhor interface – a interface atual do projeto não dispões de muitos recursos, contendo apenas o necessário para realizar as funções até então programadas, ficando carente de novos insumos que o torne mais prático e melhor legível, tornando assim a interação do usuário com o equipamento mais produtiva e com melhores recursos;
- d) Comunicação com o sistema PLC – atualmente tecnologias voltadas ao sistema *Power Line Communication* já estão muito difundidas, seria muito interessante ter uma conexão entre o protótipo atual com este sistema já engajando o mesmo na linha de raciocínio da IoT. Possibilitando a análise e o diagnóstico de falhas de modo remoto, trazendo benefícios para a sociedade como um todo, tornando o sistema mais eficiente com um tempo de resposta entre falha e correção mais rápido.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). n. 414: *Resolução normativa nº414*. Brasília, 2010.

ARDUINO MEGA 2560 REV3. Disponível em: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-mega-2560-rev3?fbclid=IwAR3CIZh4cqREUCK5FqXnzYOxfo7UP-uyJYrzKzZoHCYNdYUN6FT_r3JyoQ>. Acesso em: 15 nov. 2018.

ATTUATI, G. et al. *Comunicação irda aplicada a um medidor eletrônico de energia trifásico*. In: XXI Seminário de Iniciação Científica. 21. 2013, Rio Grande do Sul. Salão do Conhecimento. Rio Grande do Sul: [s.n.], 2013. p.1-4.

BERMANN, C. *Crise ambiental e as energias renováveis: Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 60, n. 30, p.20-29, set. 2008.

BÍBLIA. Português. A Bíblia Sagrada: antigo e novo testamento. Tradução de João Ferreira de Almeida. Barueri - SP: Sociedade Bíblica do Brasil, 2009.

CAETANO, M. R. *Sistema de interligação e monitoramento dos pontos de iluminação pública*. 2017. 92p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Elétrica) – Faculdades Doctum de Caratinga, Caratinga, 2017.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA (COPEL). *Demanda*. Disponível em:<<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Faltate nsao%2Fpagcopel2.nsf%2Fdocs%2FF5EAD992942579F903257EBB0042F764>>. Acessado em 15 set. 2018.

CRISTAL líquido com auto-alinhamento poderá simplificar fabricação de telas LCD. 2006. Disponível em: <<https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010110060927&id=010110060927#.XAQiEmhKjIU>>. Acesso em: 19 nov. 2018.

CUNHA, A. F. *PLC – Power Line Communication*. Disponível em: <<https://www.osetoreletrico.com.br/plc-power-line-communication/>>. Acesso em: 20 set. 2018.

DATA e hora no Arduino com o RTC DS1302. 2014. Disponível em: <https://www.arduinoecia.com.br/2014/11/arduino-modulo-rtc-ds1302.html?fbclid=IwAR0oRwZLoYUKraxyCrXMqQdyorJk2LZs8iF7_IZHQit7XvxLymvJzpHX34>. Acesso em: 20 nov. 2018.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO (DOU), Brasília. promulgado em 15 setembro de 2010. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/8061822/pg-115-secao-1-diario-oficial-da-uniao-dou-de-15-09-2010?fbclid=IwAR2MvikLfjyYuN9N1xmx0_7ilixrcWue980dgKvAPx5LKXGWc_IT9gOWp14>. Acessado em 24 out. de 2018.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). *Matriz energética e elétrica*. Rio de Janeiro, 2015.

IMPrensa. A. *ANEEL aprova tarifa branca, nova opção para os consumidores a partir de 2018*. 2016.

MCROBERTS, M. *Arduino básico*. 1.ed. São Paulo: Novatec, 2011. 456p.

PEIXOTO, T. M. et al. *Sistemas embarcados: explore sua criatividade construindo hardware e software*. In: Simpósio mineiro de computação da VII escola regional de informática de Minas Gerais. 2012, Juiz de Fora: [s.n.], 2012. Disponível em: <<http://www.lrc.ic.unicamp.br/~luciano/publications/smc12.pdf>>. Acessado em: 20 out. 2018.

OLIVEIRA, M. *Internet das coisas não as coisas, é sobre é sobre pessoas*. Exame, [S.l.]. nov. 2016.

SANTOS, B. P. et al. *Internet das coisas: da teoria à prática*. In: XXXIV Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos, 34., 2016, Salvador. MinicursosSBRC. Salvador: SBC, 2016. p. 1-50.

SCT013: split core current transformer. Disponível em: <http://en.yhdc.com/product1311.html?productId=401&fbclid=IwAR1ILi3_ofj2efq6YkpBWRX2trN0gnOZnRPTR1YeTv3yJiw--akwlrIGg0A>. Acesso em: 02 set. 2018.

WHAT'S PLC?. Disponível em: <<http://www.hd-plc.org/modules/about/plc.html>>. Acesso em: 02 out. 2018.

ANEXO A – ANEEL-tarifa branca

A tarifa branca é uma nova opção que sinaliza aos consumidores a variação do valor da energia conforme o dia e o horário do consumo. Ela será oferecida para as unidades consumidoras que são atendidas em baixa tensão (residências e pequenos comércios, por exemplo). A partir de 1º de janeiro de 2018, todas as distribuidoras do país deverão atender aos pedidos de adesão à tarifa branca das novas ligações e dos consumidores com média mensal superior a 500 kWh. Em 2019, deverão ser atendidas unidades com consumo médio superior a 250 kWh/mês e, em 2020, para os consumidores de baixa tensão, qualquer que seja o consumo.

Controle do consumo. Com a tarifa branca, o consumidor passa a ter a possibilidade de pagar valores diferentes em função da hora e do dia da semana em que consome a energia elétrica. Se o consumidor adotar hábitos que priorizem o uso da energia nos períodos de menor demanda (manhã, início da tarde e madrugada, por exemplo), a opção pela tarifa branca oferece a oportunidade de reduzir o valor pago pela energia consumida. Nos dias úteis, a tarifa branca tem três valores: ponta, intermediário e fora de ponta. Esses períodos são estabelecidos pela ANEEL e são diferentes para cada distribuidora.

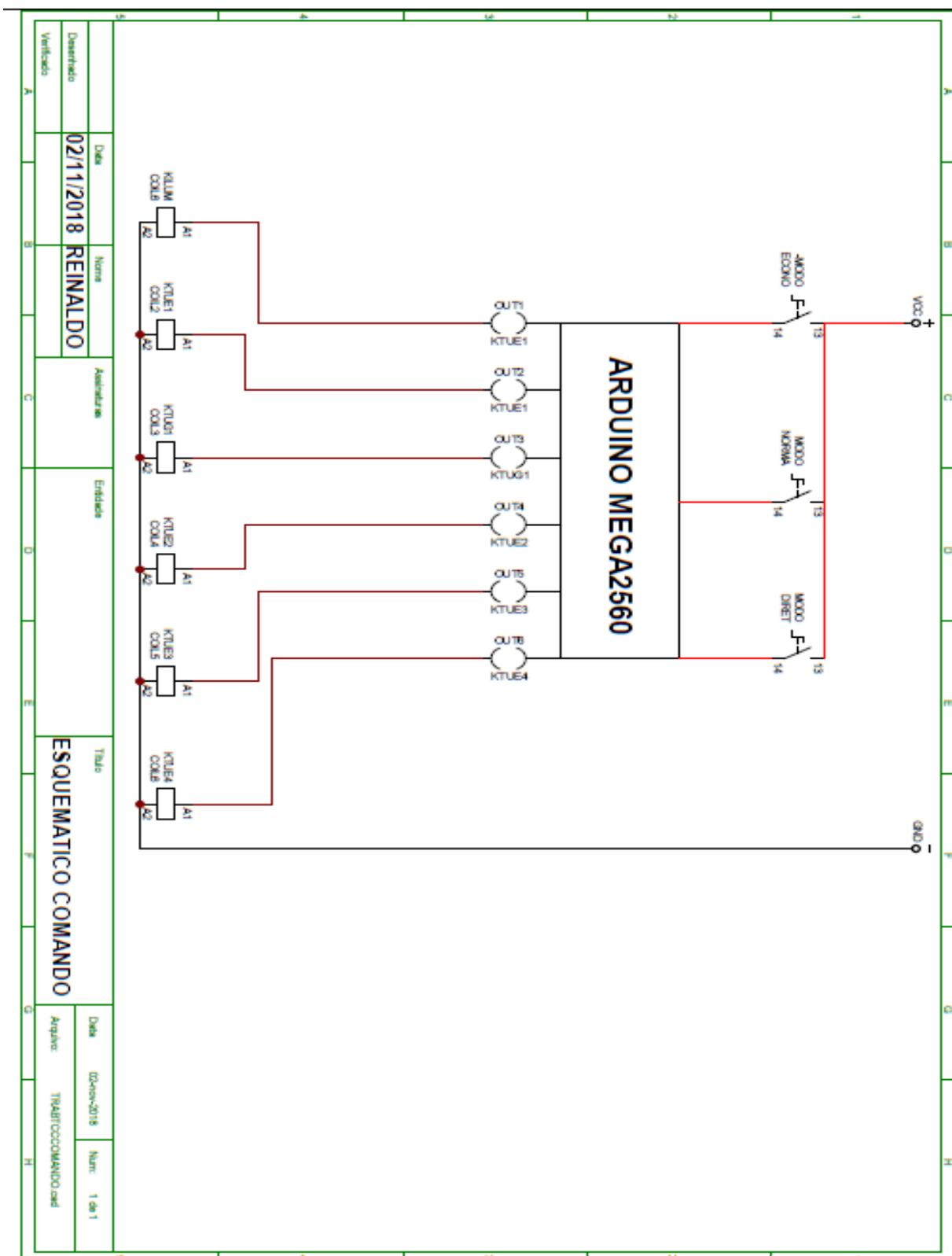
A possibilidade de optar por essa tarifa amplia os direitos dos consumidores de energia elétrica. Da mesma forma que é possível aderir, se o consumidor não perceber a vantagem, ele pode solicitar sua volta ao sistema tarifário anterior (tarifa convencional). A distribuidora terá 30 dias após o pedido para retornar o consumidor ao sistema convencional. Caso queira participar de novo da modalidade tarifária branca, o consumidor deverá cumprir um período de carência de 180 dias. A tarifa branca não se aplica aos consumidores residenciais classificados como baixa renda, beneficiários de descontos previstos em Lei, e à iluminação pública. É importante que o consumidor, antes de optar pela tarifa branca, conheça seu perfil de consumo. Quanto mais o consumidor deslocar seu consumo para o período fora de ponta, maiores são os benefícios desta modalidade. Todavia, a tarifa branca não é recomendada se o consumo for maior nos períodos de ponta e intermediário e não houver possibilidade de transferência do uso dessa energia elétrica para o período

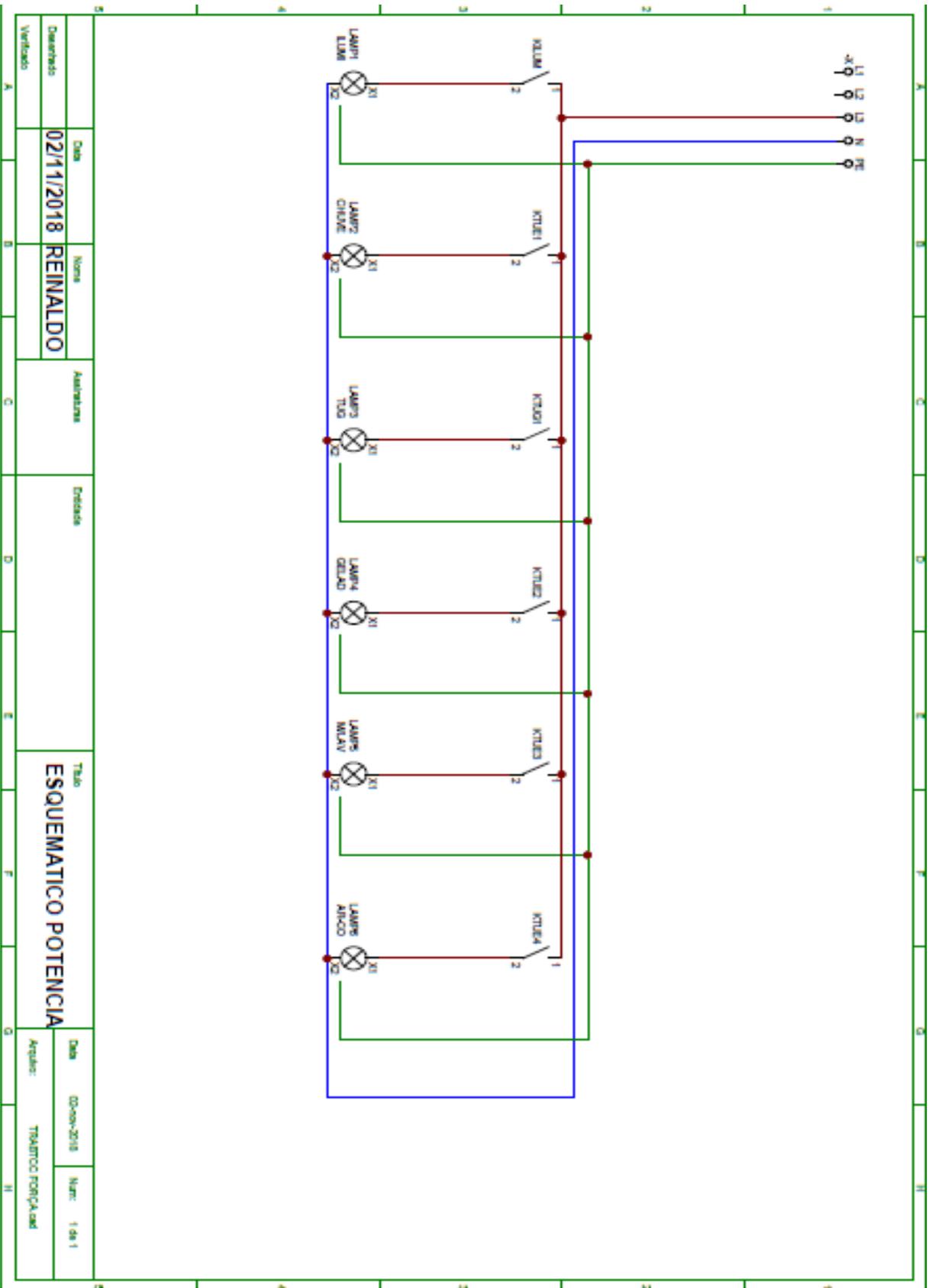
fora de ponta. Nessas situações, o valor da fatura pode subir. Por isso, é bom ter atenção ao solicitar a mudança.

Para ter certeza do seu perfil, o consumidor deve comparar suas contas com a aplicação das duas tarifas. Isso é possível por meio de simulação com base nos hábitos de consumo e equipamentos. Para aderir à tarifa branca, os consumidores precisam formalizar sua opção junto à distribuidora. Quem não optar por essa modalidade continuará sendo faturado pelo sistema atual.

Antes da criação da tarifa branca, havia apenas uma tarifa, a convencional, que tem um valor único (em R\$/kWh) cobrado pela energia consumida que é igual em todos os dias, em todas as horas. A nova modalidade cria condições que incentivam alguns consumidores a deslocarem o consumo dos períodos de ponta para aqueles em que a rede de distribuição de energia elétrica tem capacidade ociosa. Este benefício reduz a necessidade de expandir a rede elétrica. [...] (ANEEL, 2017).

APÊNDICE A – esquemático de comando e potência





Data		Nome		Assinatura		Endereço		Título		Data		Nº	
Desenhado		02/11/2018		REINALDO				ESQUEMATICO POTENCIA		02-08-2018		1541	
Verificado										Assinatura		TRABALHO PONTUAL	
A		B		C		D		E		F		G	
1		2		3		4		5		6		7	

