



ETEC JORGE STREET

TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO TÉCNICO EM MECATRÔNICA

Leviathan

Bruna Yukari Takaki

Leonardo Duarte Bressan

Matheus Lourenço Barros de Souza

Matheus Rodrigues Pesaroglo

Murilo Neves de Azevedo

Raphael dos Santos Leite

William Wakayama

Professores Orientadores:

Luiz Antônio Carnielli

Renê Graminhani

**São Caetano do Sul / SP
2017**

Leviathan

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como pré-requisito para
obtenção do Diploma de Técnico em
Mecatrônica.

**São Caetano do Sul / SP
2017**

Sumário

INTRODUÇÃO	8
TEMA E DELIMITAÇÃO.....	8
OBJETIVOS	8
Objetivo Geral	8
Objetivos específicos	8
JUSTIFICATIVA	9
METODOLOGIA.....	9
1 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
1.1 – Tarifas nacionais	10
1.2 – Por que Leviathan?	11
2–PLANEJAMENTO DO PROJETO	13
2.1 – FMEA	13
2.2 - GUT.....	14
2.3–Parte elétrica/eletrônica.....	14
2.3.1 – Entradas e Saídas.....	14
2.3.2 – Pesquisa de Componentes/Tecnologias:	14
2.3.3 – Previsão de Custos (protótipo).....	18
2.4–Parte Lógica	18
2.4.1-Diagrama em blocos	18
2.5 – Parte Mecânica:	19
2.5.1 – Croqui.....	19
2.5.2 – Previsão de Custos (maquete).....	20
3-DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	20
3.1-Testes	20
3.2-Fluxograma	21
3.3-Programação.....	22
3.4-Maquete	23
3.4.1 – Componentes.....	23
3.4.2 – Etapas da construção da maquete.....	24
4 – RESULTADOS OBTIDOS.....	28
4.1 – Protótipo	28
4.2 – Custo Total	28
5 – CONCLUSÃO.....	29
6 – CANVAS.....	30
BIBLIOGRAFIA	31

Lista de Figuras

Figura 1. Gráfico do consumo de energia elétrica residencial no Brasil (MW/h)	11
Figura 2. Representação do Leviathan (monstro marinho).	12
Figura 3. Display LCD (20x4)	14
Figura 4. Arduino Mega 2560.....	15
Figura 5. Sensor de corrente não invasivo	16
Figura 6. Circuito para conectar o sensor de corrente não invasivo (original).....	17
Figura 7. Circuito para conectar o sensor de corrente não invasivo (com resistor equivalente).....	17
Figura 8. Diagrama em blocos do Leviathan	18
Figura 9. Croqui.....	19
Figura 10. Fluxograma	21
Figura 11. Trecho da programação	22
Figura 12. Áreas demarcadas	24
Figura 13. Corte e limação	25
Figura 14. - Embutimento	25
Figura 15. Tratamento superficial.....	26
Figura 16. Esboço do circuito para simulação.....	26
Figura 17. Parte traseira da maquete	27

Lista de tabelas

Tabela 1. Previsão de custos do protótipo	18
Tabela 2. Previsão de custos da maquete	20
Tabela 3. Cálculo recursos humanos	28
Tabela 4. Cálculo final - Valor do projeto	28

Agradecimentos

Aos nossos orientadores Luiz Antônio Carnielli e Renê Graminhani, que auxiliaram no planejamento e desenvolvimento do projeto.

Aos nossos pais, pelo apoio moral.

Aos nossos amigos, em razão do apoio moral e ajuda.

Aos funcionários Edson e Lucas que forneceram as ferramentas do almoxarifado, usadas no desenvolvimento da maquete.

Ao professor Salomão Choueri Júnior que disponibilizou a utilização dos computadores de um laboratório para término da monografia.

Introdução

O projeto foi realizado com o objetivo de conscientização direta da população relacionado ao consumo de energia, buscando trazer uma alternativa aos consumidores para que possam controlar seus gastos de uma maneira eficiente e prática.

Tema e delimitação.

O projeto se enquadra na área de eletrônica/ elétrica, e o desenvolvido será um gerenciador de energia elétrica voltada à classe residencial de consumo.

Objetivos

Objetivo Geral

Elaborar uma proposta eficaz para gerenciar o consumo de energia elétrica possibilitando transparência nas relações de consumo para o usuário. Além de atestar que o mesmo tenha acesso seguro de seus gastos.

Objetivos específicos

- Relacionar as necessidades de esclarecimento do consumo de energia residencial para os usuários;
- Converter o consumo de quilowatts para reais através da criação de um aparelho de medição com custo real;
- Apresentar diferenciais concernentes às propostas existentes no mercado, com custos reduzidos e compatibilidade do aparelho com a instalação elétrica da residência.

Justificativa

O cenário de consumo de energia elétrica residencial no Brasil vem tendo taxas acrescidas quando comparadas a números anteriores. Além disso, devido a dívidas do governo brasileiro, a eletricidade tem apresentado um aumento tarifário, sendo que, para o ano de 2017, foi estimado um acréscimo de 7,17%, segundo reportagem do G1. Algumas pessoas até buscam alternativas para solucionar os problemas, porém muitas sentem dificuldade e desinteresse na realização dos cálculos. Percebendo os transtornos e notando a importância do projeto para as residências brasileiras, o grupo decidiu apresentar a ideia do Leviathan como solução.

Metodologia

Utilizando-se da metodologia de engenharia, será construído um protótipo por meios internos e externos da ETEC Jorge Street, para demonstrar o funcionamento do projeto. As etapas de construção do Leviathan serão detalhadas mais adiante nesta monografia.

1 – Fundamentação Teórica

1.1 – Tarifas nacionais

O preço final da energia elétrica no Brasil pode ser dividido nas seguintes parcelas:

- Parcela A: Compra de Energia, transmissão e Encargos Setoriais, que são responsáveis por 53,5% dos custos;
- Parcela B: Distribuição de Energia, sendo 17,0% dos custos;
- Tributos: 29,5% do custo final.

Além disso, foi-se registrado que o consumo residencial avançou 1,2%, o que traz à tona a preocupação com o fator economia, que na atualidade é dificilmente observado pelos próprios consumidores.

Devido, principalmente, à crise hídrica que ocorreu em anos anteriores, a ANEEL criou um sistema de sinalização que torna ao cliente saber quão afetado será o valor final de sua conta de acordo com o custo da geração de energia no Brasil. Esse sistema é independente do consumo individual, então é aplicada para todos os consumidores do país.

- Bandeira verde: situação favorável, sem valor adicional;
- Bandeira amarela: valor de R\$ 0,020 para cada 1 quilowatt-hora (kWh) consumido;
- Bandeira vermelha – patamar 1 (rosa): R\$ 0,030 para cada 1 quilowatt-hora (kWh) consumido;
- Bandeira vermelha – patamar 2: R\$ 0,035 para cada 1 quilowatt-hora (kWh) consumido.

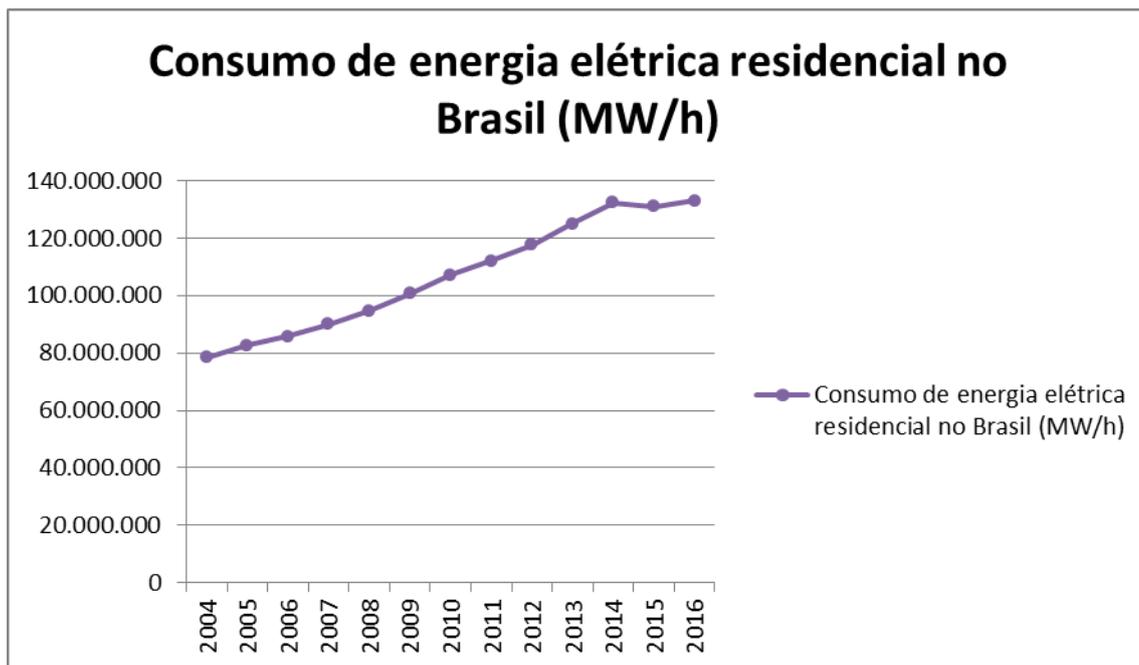


Figura 1. Gráfico do consumo de energia elétrica residencial no Brasil (MW/h)

O gráfico mostra que o aumento exponencial do consumo de energia elétrica residencial no país trouxe consigo um aumento simultâneo no gasto com este setor.

1.2 – Por que Leviathan?

Leviatã é um peixe feroz citado na Tanakh, ou no Antigo Testamento. É uma criatura que, em alguns casos, pode ter interpretação mitológica, ou simbólica, a depender do contexto em que a palavra é usada. Geralmente é descrito como tendo grandes proporções. É bastante comum no imaginário dos navegantes europeus da Idade Média e nos tempos bíblicos.

O nome dado ao nosso trabalho se dá a partir da ideia de que Leviatã, um monstro, assim como um polvo, com seus tentáculos (sensores não invasivos) se envolvem em seu alimento para digeri-lo (fases que entram em determinado quadro de força).



Figura 2. Representação do Leviathan (monstro marinho).

2-Planejamento do Projeto

2.1 – FMEA

ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA POTENCIAL - FMEA DE PROCESSO



Telefone:

Responsável:

Preparado por:

Nº:

Revisão:

FMEA:

Data início:

Equipe:

Função do processo	Requisitos	Modo de Falha Potencial	Efeito(s) Potencial(is) da Falha(s)	SEVERIDADE	Causa(s) e Mecanismos Potenciais	OCORRÊNCIA	Controle		DETECÇÃO	NIPR	Ações recomendadas	Responsável e prazo	Resultado das ações			
							Atuais do Processo	Preventivo					Ações tomadas	Severidade	OCORRÊNCIA	DETECÇÃO
					cabo fora do especificado, baixa qualidade	2	não possui	não possui	10	200	teste de qualidade e verificação dentro das especificações		10	1	1	10
Cabo		falha no propósito	sistema ineficiente	10		5	não possui	não possui	10	500	testar arduino, ver especificações		10	2	1	20
Arduino		oocioso	sistema ineficiente	10	montagem, fonte de alim., componente	5	não possui	não possui	10	500	testar sensor, examinar circuito elétrico		6	1	1	6
Sensor		oocioso	sistema ineficiente	10	montagem, sensor defectivo, circuito elétrico	5	não possui	não possui	10	180	testar programa, ter um programador eficaz		10	1	1	10

2.2 - GUT

Problemas	G	U	T	GUT
	Gravidade	Urgência	Tendência	
Atraso na compra dos materiais	4	3	4	48
Avaliar componetes mais frágeis	2	2	3	12
Fazer um estoque reserva de peças caso falhem	1	1	3	3
Realizar os desenhos dos circuitos	3	3	4	36
Problemas do cronograma	4	5	5	100
Atraso na inicialização da execução do projeto	4	5	4	80
Atraso na solda dos circuitos no dispositivo	3	2	3	12

2.3–Parte elétrica/eletrônica

2.3.1 – Entradas e Saídas

- **Entradas:** sensores de corrente não invasivos;
- **Saída:** display LCD.

2.3.2 – Pesquisa de Componentes/Tecnologias:

Display

No protótipo elaborado, foi utilizado um display (LCD) 20x4 (colunas x linhas), com a finalidade de exibir, de forma digital, o valor monetário consumido de energia elétrica que for convertido de acordo com a programação efetuada;



Figura 3. Display LCD (20x4)

Arduíno MEGA 2560:

O Arduíno é usado para interagir com luzes, motores entre outros objetos eletrônicos por meio de objetos ou ambientes interativos. Seu hardware consiste em um microcontrolador que converte o código desenvolvido por meio de uma programação. Já o seu software é constituído de uma interface simples de usar e com sua linguagem escrita em Java e possui um compilador de linguagens capaz de trabalhar em C e C++.

O Arduíno Mega 2560, além de trazer todas as vantagens do UNO, emprega um microcontrolador ATmega 2560-16AU, viabilizando a expansão de Entradas e Saídas digitais para até 53, além de apresentar 16 entradas analógicas, que podem também ser utilizadas como I/Os (Input/Output) digitais. Para a realização o projeto, tem como objetivo realizar a conversão da corrente elétrica mensurada em valor monetário.



Figura 4. Arduíno Mega 2560

Sensores de corrente não invasivo

O sensor de corrente não invasivo ao envolver uma linha de alimentação é capaz de medir a quantidade de corrente que está passando através dela. Ele atua como um indutor e responde ao campo magnético ao redor de um condutor portador de corrente. Pela leitura da quantidade de corrente produzida pela bobina é possível calcular a corrente que está passando pelo condutor e obter o valor correspondente

à corrente elétrica. Os sensores utilizados tem sua capacidade máxima de 100A (Ampères).



Figura 5. Sensor de corrente não invasivo

Capacitores, resistores e protoboard

Foi necessário o uso de capacitores de $10\mu\text{F}$ cujo objetivo é filtrar a corrente da fonte de alimentação, também foram utilizados alguns resistores para limitar a corrente elétrica. Para a execução do protótipo, utilizamos de 100Ω para gerar resistores equivalentes (devido à falta de resistores de 33Ω), e de $10\text{k}\Omega$.

Para isso, foram feitos dois circuitos com os componentes citados para cada sensor de corrente, empregando um capacitor, um resistor de 33Ω , que foi substituído por um resistor equivalente, com três resistores de 100Ω interligados paralelamente, e dois de $10\text{k}\Omega$. Logo, para efetuá-los foi utilizado um protoboard, que em grande parte é utilizada para fazer montagens provisórias e teste de projetos, por exemplo. A ilustração a seguir representa o circuito explicado anteriormente:

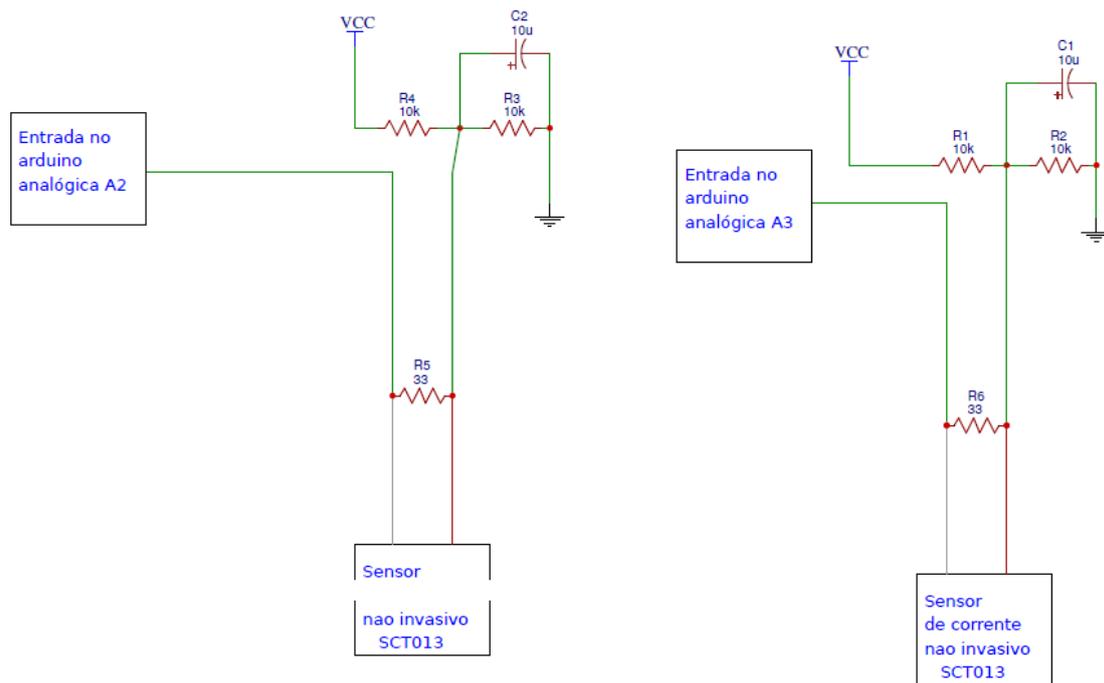


Figura 6. Circuito para conectar o sensor de corrente não invasivo (original).

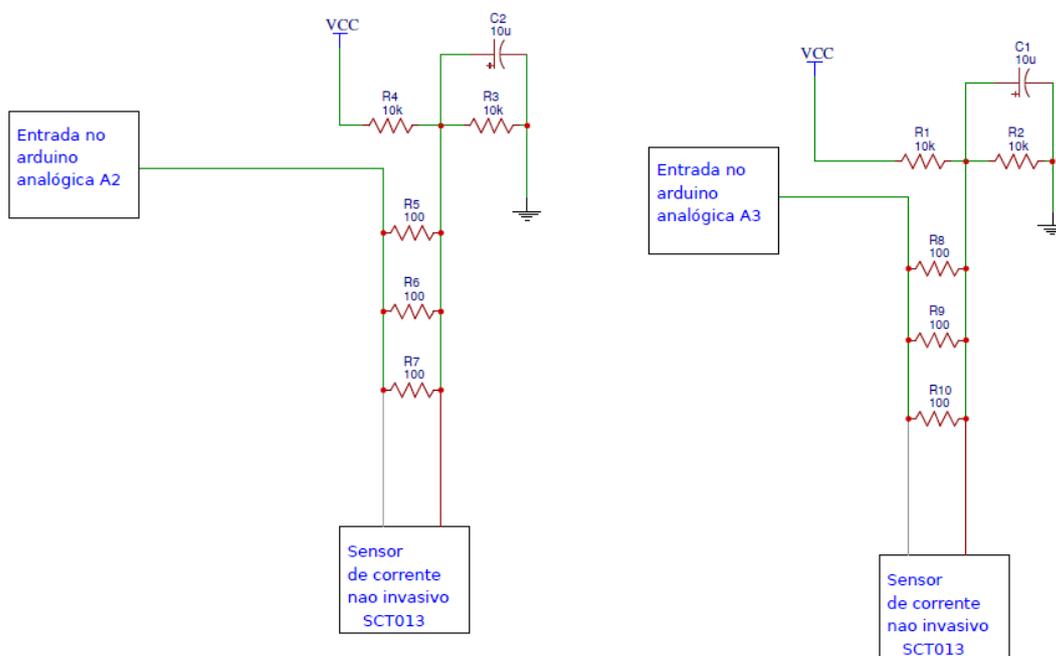


Figura 7. Circuito para conectar o sensor de corrente não invasivo (com resistor equivalente).

2.3.3 – Previsão de Custos (protótipo)

Orçamento: Protótipo				
Item	Descrição	Quantidade	Valor unitário	Valor total
1	Display 20x4	1	R\$ 30,00	R\$ 30,00
2	Arduíno Mega 2560	1	R\$ 90,00	R\$ 90,00
3	Protoboard	1	R\$ 25,00	R\$ 25,00
4	Sensor de corrente não invasivo	2	R\$ 45,00	R\$ 90,00
5	Capacitor	2	R\$ 0,30	R\$ 0,60
6	Resistor	10	R\$ 0,10	R\$ 1,00
7	Jumper (pacote com 10 unidades)	2	R\$ 8,00	R\$ 16,00
			Total: R\$	252,60

Tabela 1. Previsão de custos do protótipo

2.4–Parte Lógica

2.4.1-Diagrama em blocos

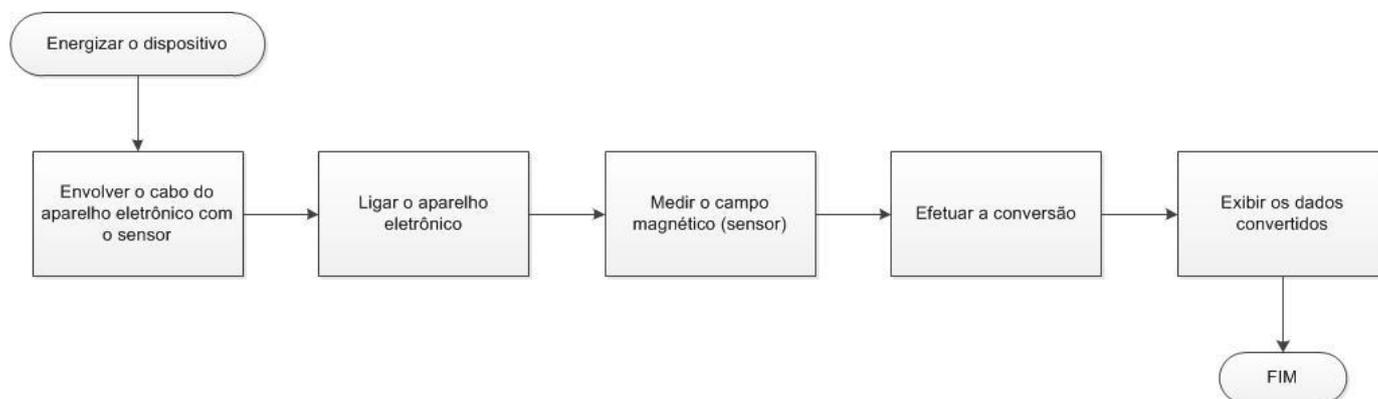


Figura 8. Diagrama em blocos do Leviathan

2.5 – Parte Mecânica:

2.5.1 – Croqui

Conforme o projeto foi surgindo, desenhamos como poderia ser o resultado final, visando um design simples e ao mesmo tempo moderno, criando uma harmonia com os tons da cor preta e alguns detalhes acrescentados. Além disso, elaboramos um logotipo para um eventual futuro aprimoramento do projeto no mercado.



Figura 9. Croqui
Fonte: Autoria própria.

2.5.2 – Previsão de Custos (maquete)

Orçamento: Maquete				
Item	Descrição	Quantidade	Valor unitário	Valor total
1	Interruptor simples	1	R\$ 6,60	R\$ 6,60
2	Conjunto interruptor simples (duplo)	1	R\$ 13,70	R\$ 13,70
3	Tomada 110V	1	R\$ 4,60	R\$ 4,60
4	Tomada 220V	2	R\$ 4,60	R\$ 9,20
5	Cabo verde (metro)	1	R\$ 0,92	R\$ 0,92
6	Cabo azul (metro)	20	R\$ 0,92	R\$ 18,40
7	Cabo preto (metro)	40	R\$ 0,92	R\$ 36,80
8	Disjuntor 25 A	4	R\$ 10,20	R\$ 40,80
9	Soquete	3	R\$ 2,44	R\$ 7,32
10	Lâmpada	3	R\$ 5,86	R\$ 17,58
11	Caixa 4x2	4	R\$ 0,85	R\$ 3,40
12	Chapa de madeirite compensado	1	R\$ -	R\$ -
13	Caixa de distribuição para embutir	1	R\$ 23,90	R\$ 23,90
			Total: R\$	183,22

Tabela 2. Previsão de custos da maquete

3-Desenvolvimento do Projeto

3.1-Testes

Na etapa de testes dos equipamentos foram realizados os seguintes procedimentos:

- Teste do display;
- Teste do arduino;
- Teste do programa de conversão de corrente em A para kW/h.

3.2-Fluxograma

Na parte lógica, foi elaborado um fluxograma possibilitando maior facilidade para elaboração do programa e maior entendimento do funcionamento do dispositivo.

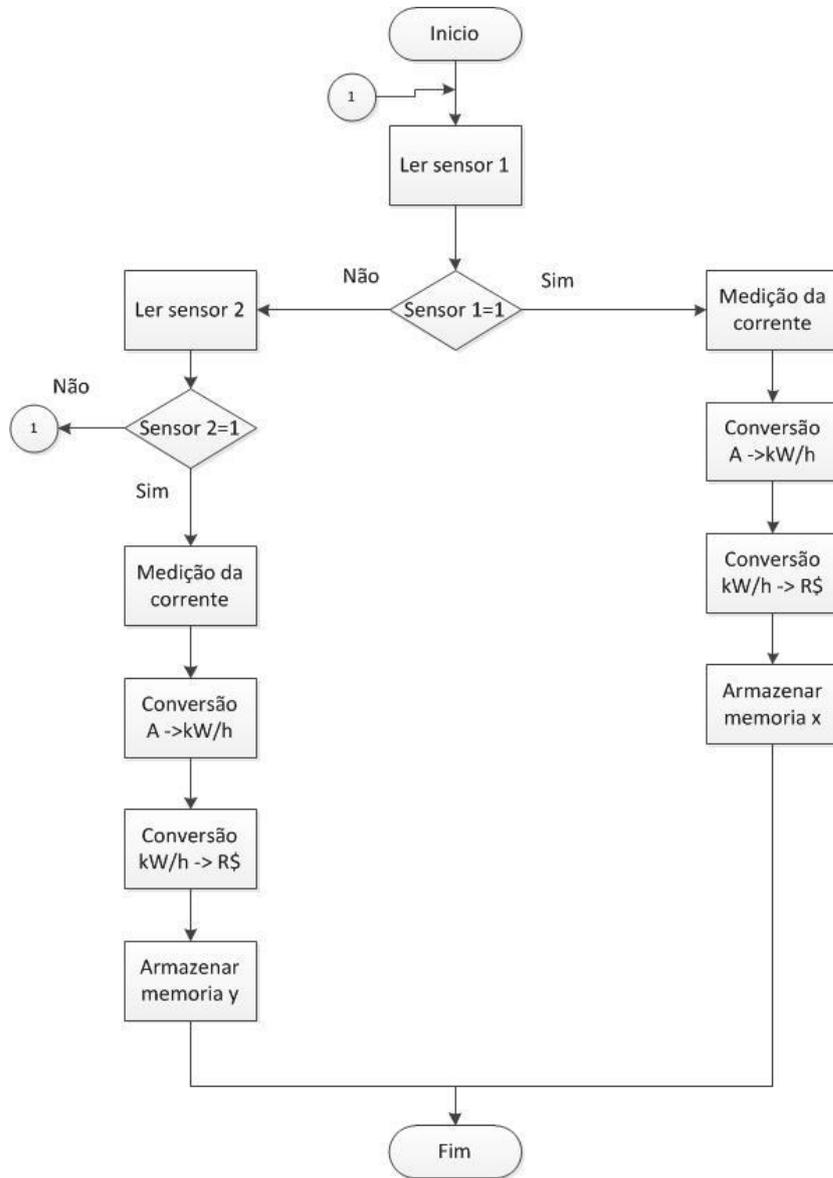


Figura 10. Fluxograma

3.3-Programação

Ainda na etapa lógica, o grupo programou através de linguagem C o arduino utilizado no protótipo.

Além disso, programou-se com as bibliotecas comuns do próprio programa, exceto a “emolib” e a lcd (#liquid.crystal), que foram baixadas diretamente do fórum do site do arduino.

Endereçamento dos pinos LCD (12, 11, 5, 4, 3, 2):

A seguir, um trecho do programa elaborado:

```
//Carregar as bibliotecas
#include <EmonLib.h>
#include <LiquidCrystal.h>

// Criamos uma instância (chamada)
EnergyMonitor emon1;

// Setamos os pinos do arduino <-> Display lcd
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

//Tensão da rede elétrica (127V ou 220V)
int rede = 127.0;

// Pino do sensor SCT 013 20A/1V
int pino_act = 1;

// *Fundo de Escala*
//-----//
// Limitamos valor MIN de medição para que seja igual a 20mA, o que resulta
// em aproximadamente 2,5 Watts (APENAS) considerando nossos 127VAC.
//-----//
```

Figura 11. Trecho da programação

3.4-Maquete

Buscando simular o funcionamento do Leviathan em uma residência, o grupo desenvolveu uma maquete. Dessa forma, é de notória possibilidade a simulação do dispositivo que é acoplado a uma fonte, que representa o quadro geral. Além disso, há um interruptor e um soquete para o dispositivo exibir o valor monetário gasto na iluminação residencial feita por uma lâmpada, presente na amostra. Também há a possibilidade de exibição, em reais, do consumo de energia por aparelhos específicos, pela existência de uma tomada no modelo.

3.4.1 – Componentes

- **Caixas 4x2:** propiciar maior segurança em relação às ligações de tomadas e de iluminação;
- **Caixa de distribuição para embutir:** simular um quadro geral residencial;
- **Placa de madeira:** superfície da maquete.
- **Tomadas:** transferir energia elétrica a um aparelho (uma 110V e uma 220V);
- **Cabos:** interligar o circuito;
- **Interruptor:** responsável por enviar sinais elétricos para acender ou apagar a lâmpada;
- **Soquete:** rosqueamento da lâmpada;
- **Lâmpada :** exemplo para a medição em valor monetário na iluminação;

3.4.2 – Etapas da construção da maquete

A seguir, as etapas da elaboração da maquete em tópicos:

- **Determinação de posições:** o grupo determinou, em consenso, as posições de cada equipamento sob a base;

- **Traçagem:** foram demarcadas a lápis, na placa de madeira, as medidas exatas para cortar a base e embutir os materiais necessários à simulação. Além disso, essas marcações foram realizadas em posições pré-definidas pelo grupo;

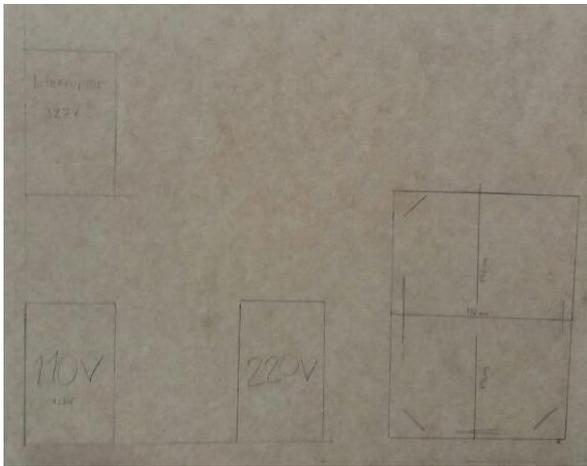


Figura 12. Áreas demarcadas
Fonte: Autoria própria.

- **Furação:** buscando facilitar o corte das regiões demarcadas, o grupo realizou vários furos, próximos um em relação ao outro, internos ao contorno de cada marcação e muito próximos ao perímetro marcado. Assim, utilizou-se uma furadeira e uma broca de 5 mm;

- **Corte:** através do uso de uma serra, foram cortados os espaçamentos entre os furos. O processo foi prático e rápido devido à etapa anterior;

- **Limação:** com o uso de uma lima bastarda, em razão da falta de uma grosa, houve o desbaste entre os cortes e as posições pré-marcadas;



Figura 13. Corte e limaçon
Fonte: Autoria própria

• **Embutimento:** o quadro de distribuição para embutir, as duas tomadas, os dois interruptores e as quatro caixas de embutir foram encaixados no madeirite compensado;



Figura 14. - Embutimento
Fonte: Autoria própria

• **Tratamento superficial:** o grupo aplicou tinta em spray na coloração azul colonial sob a parte da superfície da base de madeira e branco para outra área do maderite a fim de aprimorar a estética;



Figura 15. Tratamento superficial

• **Quadro geral:** elaboração do circuito que simula um quadro geral de uma residência;

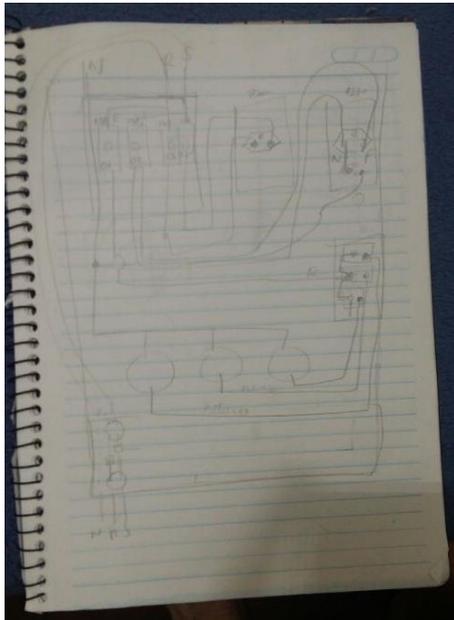


Figura 16. Esboço do circuito para simulação

• **Ligações:** o grupo elaborou os circuitos de iluminação e tomada, conforme as normas ABNT de elaboração de circuitos elétricos residências (fase: cabos em cor preta e neutro: cabos em coloração azul);



Figura 17. Parte traseira da maquete

4 – Resultados obtidos

4.1 – Protótipo

Após o processo de desenvolvimento do protótipo, obteve-se como resultado:

- A maquete: foi realizada com sucesso, da mesma forma que as ligações que a compõe (iluminação e tomada);
- O dispositivo: o Leviathan funciona normalmente, todavia o valor exibido no display é aleatório, podendo assim ter ocorrido algum imprevisto no sensor ou até mesmo na programação.

4.2 – Custo Total

Recursos humanos				
Item	Valor por pessoa	N° Pessoas	Horas trabalhadas	Recursos humanos
Leviathan	R\$ 10,00	3	15	R\$ 450,00
Painel (maquete)	R\$ 10,00	4	4	R\$ 160,00

Tabela 3. Cálculo recursos humanos

Leviathan		Painel (maquete)		Custo do projeto
Materiais	R\$ 252,60	R\$	183,22	
Mão de obra	R\$ 450,00	R\$	160,00	
Total	R\$ 702,60	R\$	343,22	R\$ 1.045,82

Tabela 4. Cálculo final - Valor do projeto

5 – Conclusão

Analisando todo o processo realizado até o que foi obtido, nota-se que apesar de alguns atrasos, pôde-se alcançar um resultado positivo. Dessa forma, todas as etapas do projeto propiciaram não somente crescimento pessoal, mas também profissional.

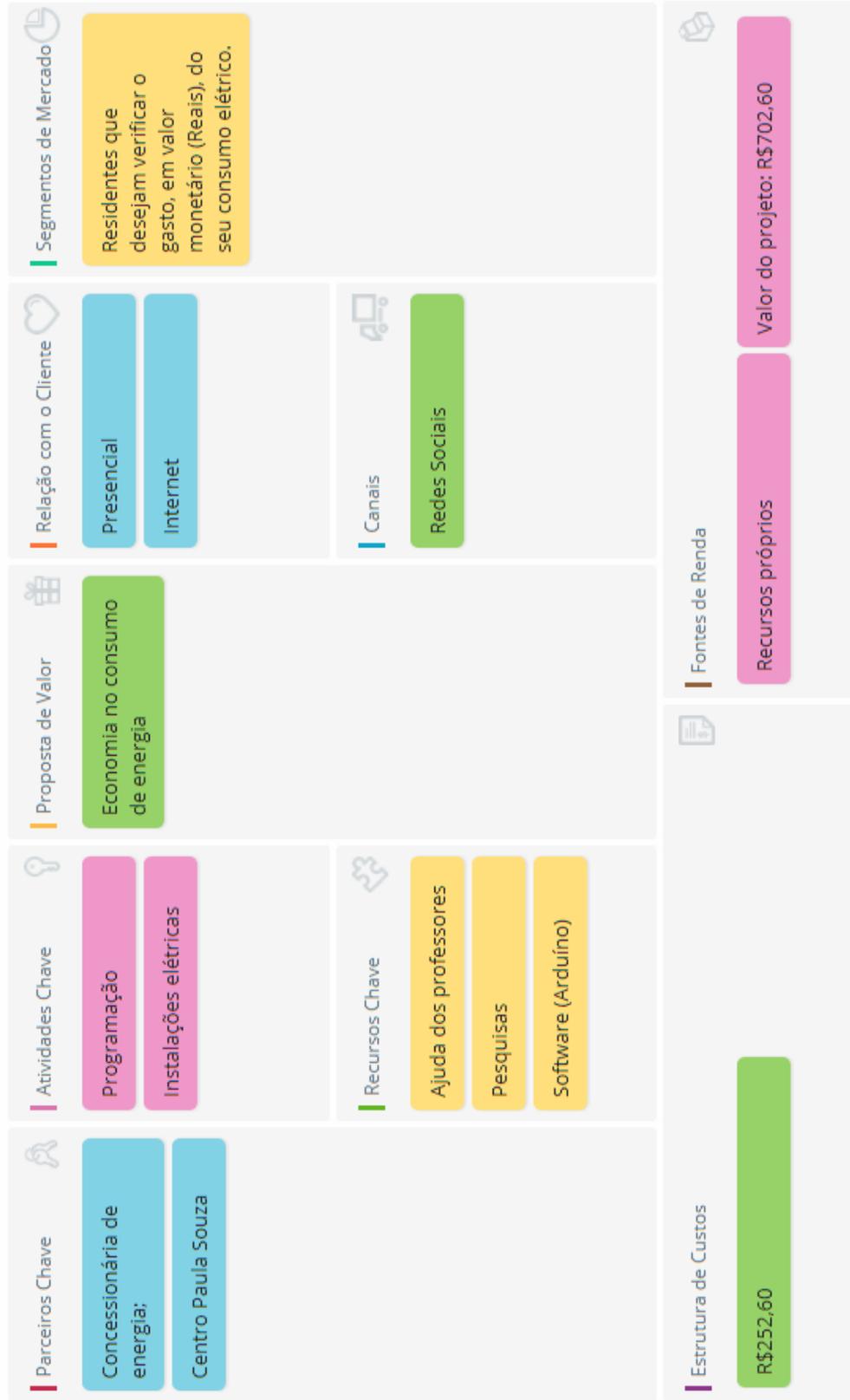
O desenvolvimento desse projeto foi muito importante para cada um dos alunos que o efetuaram. Inicialmente, foi estimulada a criatividade do grupo, no processo de definição do projeto. Além disso, os desenvolvedores se tornaram mais pacientes, autoconfiantes e responsáveis, com a superação de desafios ocorrentes e cumprimento de datas. Também foi absorvido pelo grupo o conceito de trabalho em equipe, assim, percebeu-se que cada um tinha sua importância e que todos eram essenciais para a conclusão do protótipo.

Dessa forma, o desenvolvimento não só proporcionou crescimento pessoal, como também profissional. As etapas realizadas testaram muito os conhecimentos técnicos dos integrantes do grupo. Além disso, a equipe pôde desenvolver muito da parte prática do que foi aprendido nos 3 anos de ensino. Também foram conhecidos novos conceitos e novas técnicas durante o processo, através de pesquisas e auxílio dos professores.

Portanto, nota-se que o grupo se empenhou muito para alcançar o objetivo final e houve o desenvolvimento de cada integrante. Assim, mesmo com um impecílio que dificulta a execução perfeita do protótipo, percebe-se a evolução tida, além do trabalho bem feito e de ótima qualidade.

6 – Canvas

Leviathan



Bibliografia

ABDALA, Vitor. “Consumo de energia elétrica cresce 2,8% em janeiro”, disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2017-03/consumo-de-energia-eletrica-cresce-28-em-janeiro>, acessado em junho de 2017.

AES Eletropaulo. “A Tarifa de Energia Elétrica”, disponível em: <https://www.aeseletropaulo.com.br/para-sua-casa/prazos-e-tarifas/conteudo/tarifa-de-energia-eletrica>, acessado em junho de 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. “A Tarifa de Energia Elétrica”, disponível em: <http://www.aneel.gov.br/tarifas>, acessado em junho de 2017.

PORTAL SEBRAE. “Canvas: como estruturar seu modelo de negócio”, disponível em: <http://www.sebraepr.com.br/PortalSebrae/artigos/Canvas:-como-estruturar-seu-modelo-de-neg%C3%B3cio>, acessado em outubro de 2017.

BLOG FILIPEFLOP “Como calcular a corrente de um aparelho ligado à rede elétrica”, disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/medidor-de-energia-eletrica-com-arduino/>, acessado em novembro de 2017.

BLOG FILIPEFLOP “Medidor de corrente não invasivo com Arduino”, disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/medidor-de-corrente-sct013-com-arduino/>, acessado em novembro de 2017.