

**FARLEIR LUÍS MINOZZO**

**EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO ELÉTRICA BIVOLT COM  
MEDIÇÃO DE TENSÃO E DETECÇÃO DE CONSUMO DE  
CORRENTE PARA ELETROELETRÔNICOS**

**FLORIANÓPOLIS, 2014**

CDD 621.317

M666e

Minozzo, Farleir Luís

Equipamento de proteção elétrica bivolt com medição de tensão e detecção de consumo de corrente para eletroeletrônicos [MP] / Farleir Luís Minozzo; orientação de Clóvis Antônio Petry. – Florianópolis, 2014.

1 v.: il.

Monografia de Pós Graduação (Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Inclui referências.

1. Protetor eletrônico. 2. Economia de energia elétrica. 3. Proteção de eletroeletrônicos. 4. Filtros de linha. 5. Cargas de baixa potência. I. Petry, Clóvis Antônio. II. Título.

Sistema de Bibliotecas Integradas do IFSC

Biblioteca Dr. Hercílio Luz – Campus Florianópolis

Catalogado por: Ana Paula F. Rodrigues Pacheco CRB 14/1117

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA  
CAMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO (LATO SENSU) EM  
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS ELETRÔNICOS**

**FARLEIR LUÍS MINOZZO**

**EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO ELÉTRICA BIVOLT COM  
MEDIÇÃO DE TENSÃO E DETECÇÃO DE CONSUMO DE  
CORRENTE PARA ELETROELETRÔNICOS**

Monografia submetida ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Especialista em Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos.

Professor Orientador: Clóvis Antônio Petry, Dr. Eng.

**FLORIANÓPOLIS, 2014**

# **EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO ELÉTRICA BIVOLT COM MEDIÇÃO DE TENSÃO E DETECÇÃO DE CONSUMO DE CORRENTE PARA ELETROELETRÔNICOS**

FARLEIR LUÍS MINOZZO

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Especialista e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Pós-Graduação (*Lato Sensu*) em Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 21 de Setembro de 2014.

Banca Examinadora:

---

Clóvis Antônio Petry, Dr. Eng.

---

Joel Lacerda, Dr. Eng.

---

Muriel Bittencourt de Liz, Dr. Eng.



## DEDICATÓRIAS

**Ao meu avô Evaristo Zonin** que veio a falecer no dia 26 de Junho deste ano e por estar no exterior não pude me despedir propriamente. Como bom descendente de Italianos que teve seu pai e avô saindo da Itália na 1ª Guerra Mundial, levou uma vida digna de muito trabalho e fé, desbravando os rincões do Alto Uruguai Gaúcho até quase seus 86 anos, quando finalmente o câncer venceu sua luta em um coração que insistia em bater.

**A Gilvania Sigel**, uma estudante Brasileira batalhadora que vivia na cidade em que morei na Alemanha e se esforçava todos os dias para aprender Alemão. Mas infelizmente teve sua caminhada de sucesso interrompida pelo infortúnio da morte alguns dias antes da defesa desse trabalho.

**A JCI Florianópolis**, uma Organização Não Governamental (ONG) local vinculada a Junior Chamber International, que possui mais de 200 mil jovens membros em mais de 100 países. A qual tem sido para mim nos últimos anos uma fonte de inspiração para o bem, e também um lugar onde pude conhecer pessoas de todo o mundo que pensam o mesmo.

## AGRADECIMENTOS

**A Deus**, que só pode ser a única explicação por tantas coincidências boas nessa incrível jornada na qual precisei Dele.

**A minha família**, fonte de apoio inesgotável que foi meu porto seguro nas batalhas de minha ambiciosa viagem sonhadora.

**Ao meu irmão**, Fariel André pela revisão e apoio nessa viagem.

**Aos meus parentes**, como primos e tios pelo suporte, mas especialmente ao meu avô Evaristo Zonin que faleceu durante a realização desse projeto e o qual não pude me despedir.

**Ao meu orientador Clóvis Petry**: pela dedicação impecável e amizade ao longo dessa grande batalha, mesmo a distância!

**Ao povo Brasileiro**, que paga altas cargas de imposto, para que jovens como eu possam realizar seu sonho de estudar no exterior, para quem sabe um dia trazer o retorno merecido.

**Ao povo Alemão**, que me recebeu com muito respeito e humildade, mesmo sabendo que são melhores em muitas áreas, especialmente no futebol durante esse ano de Copa do Mundo no Brasil onde acabaram se consagrando campeões.

**Aos Professores da Banca**: Joel e Muriel pelas pertinentes e importantíssimas contribuições ao texto final dessa monografia.

**Aos Professores Brasileiros**: André, Golberi, Noronha e Julio.

**Aos Professores Alemães**: Heger Wilhelm (Professor e Gestor), Olaf Keitsch (Orientador de Software), Edgar Hoffeins (Orientador de Hardware) por me ajudarem tanto nesse trabalho.

**Colegas alemães do time de projeto**: Martin, Elena, Carola e Sebastian, pelos incríveis momentos nos cafés diários.

**Aos amigos Brasileiros**: Ronaldo, Maycon, Rafael e Diego.

**Aos amigos Estrangeiros**: Dorothee, Mihaela, Nehle e Bettina.

**Aos Brasileiros morando na Alemanha**: Gésyca, Júlio, Bruno, Clebson, Tauan, Kathryn, Débora (professora de Alemão).

**Colegas Brasileiros da Pós**: Douglas, Alexandre, Héctor e Luiz.

**Aos funcionários públicos e colegas de trabalho**: Reitora Maria Clara, Silvana, Andrei, Mello, Jaime e a todos os colegas da DTIC, novos e antigos, pelo suporte durante minha ausência.

**Aos setor de Assuntos Internacionais do IFSC**: Julio César, Ana Machado, Alisson e todos os demais membros da equipe.

**Ao escritório Internacional da Hochschule de NB**: Dorina M.

**Aos leitores deste trabalho**, que sem saber estão lendo algo que significa a realização de um sonho e fruto de muito esforço.

## EPÍGRAFE

“Pois desejo primeiro que você ame e que amando, seja também  
amado.  
E que se não o for, seja breve em esquecer e esquecendo não  
guarde mágoa.  
Desejo depois que não seja só, mas que se for, saiba ser sem  
desesperar.  
Desejo também que tenha amigos e que mesmo maus e  
inconseqüentes sejam corajosos e fiéis.  
E que em pelo menos um deles você possa confiar e que confiando  
não duvide de sua confiança.  
E porque a vida é assim, desejo ainda que você tenha inimigos, nem  
muitos nem poucos, mas na medida exata para que algumas vezes  
você interpele a respeito de suas próprias certezas.  
E que entre eles, haja pelo menos um que seja justo para que você  
não se sinta demasiadamente seguro.  
Desejo depois que você seja útil, não insubstituivelmente útil mas  
razoavelmente útil.  
E que nos maus momentos, quando não restar mais nada, essa  
utilidade seja suficiente para manter você de pé.  
Desejo ainda que você seja tolerante, não com que os que erram  
pouco, porque isso é fácil, mas com aqueles que erram muito e  
irremediavelmente.  
E que essa tolerância nem se transforme em aplauso nem em  
permissividade, para que assim fazendo um bom uso dela, você dê  
também um exemplo para os outros.  
Desejo que você sendo jovem não amadureça depressa demais, e  
que sendo maduro não insista em rejuvenescer, e que sendo velho  
não se dedique a desesperar.  
Porque cada idade tem o seu prazer e a sua dor e é preciso deixar  
que eles escorram dentro de nós.  
Desejo por sinal que você seja triste, não o ano todo, nem um mês e  
muito menos uma semana, mas um dia.  
Mas que nesse dia de tristeza, você descubra que o riso diário é

bom, o riso habitual é insosso e o riso constante é insano.  
Desejo que você descubra com o máximo de urgência, acima e a  
despeito de tudo, talvez agora mesmo, mas se for impossível  
amanhã de manhã, que existem oprimidos, injustiçados e infelizes.  
E que estão estão à sua volta, porque seu pai aceitou conviver com  
eles.

E que eles continuarão à volta de seus filhos, se você achar a  
convivência inevitável.  
Desejo ainda que você afogue um gato, que alimente um cão e ouça  
pelo menos um João-de-barro erguer triunfante seu canto matinal.

Porque assim você se sentirá bom por nada.  
Desejo também que você plante uma semente por mais ridículo que  
seja e acompanhe seu crescimento dia a dia, para que você saiba  
de quantas muitas vidas é feita uma árvore.

Desejo, outrossim, que você tenha dinheiro porque é preciso ser  
prático. E que pelo menos uma vez por ano você ponha uma porção  
dele na sua frente e diga: Isto é meu.

Só para que fique claro quem é o dono de quem.  
Desejo ainda que você seja frugal, não inteiramente frugal, não  
obcecadamente frugal, mas apenas usualmente frugal.

Mas que essa frugalidade não impeça você de abusar quando o  
abuso se impor.

Desejo também que nenhum de seus afetos morra, por ele e por  
você. Mas que se morrer, você possa chorar sem se culpar e sofrer  
sem se lamentar.

Desejo por fim que, sendo mulher, você tenha um bom homem e  
que sendo homem tenha uma boa mulher.

E que se amem hoje, amanhã, depois, no dia seguinte, mais uma  
vez e novamente de agora até o próximo ano acabar.  
E que quando estiverem exaustos e sorridentes, ainda tenham amor  
pra recomeçar.

E se isso só acontecer, não tenho mais nada para desejar”.

*Poema do gaúcho Sérgio Jockymann "Os votos", que o  
inspirou a letra da música "Amor pra Recomeçar" do cantor Frejat.*

## RESUMO

Historicamente as fontes de dispositivos eletrônicos tem evoluído constantemente, porém muitos consumidores residenciais Brasileiros ainda tem utilizado equipamentos de proteção de baixa qualidade para seus eletroeletrônicos, seja por motivos culturais ou por falta de soluções com boa relação custo-benefício competitivas nesse mercado.

Este trabalho apresenta o processo completo de desenvolvimento de um produto eletrônico capaz de proteger cargas de baixa potência voltadas para aplicações residenciais e comerciais, como eletroeletrônicos e eletrodomésticos.

Para a definição de suas especificações, foi realizada uma pesquisa de mercado na Região da Grande Florianópolis e a partir dela, foram buscadas soluções eletrônicas para o seu desenvolvimento através de uma parceira do IFSC e o seu programa PROPICIE (Programa de Cooperação Internacional para Intercâmbio de Estudantes do IFSC), com a Universidade de Ciências Aplicadas de Neubrandenburgo, Alemanha.

O resultado foi um produto com seleção automática da tensão de entrada (*full range*), utilizando um microcontrolador que realiza funções como medição de tensão e corrente, para então verificar ciclicamente parâmetros da rede a fim proteger a carga em questão.

Também foram atendidos requisitos secundários como apresentação da tensão de rede em *display* e detecção inteligente de *StandBy* em uma tomada principal, função esta que desliga equipamentos ligados em tomadas secundárias para economia de energia.

O resultado obtido foi a concepção e implementação de um Filtro de Linha Inteligente, como já disponível no mercado Europeu e também um circuito eletrônico modular, que pode vir a agregar não somente funcionalidades de proteção de cargas de diversas potências, mas atuar até mesmo como um substituto ao Estabilizador de tensão no que se refere a proteção de cargas.

**Palavras-chave:** Protetor de surtos. Filtro de linha inteligente. Protetor eletrônico inteligente. Proteção de produtos eletroeletrônicos. Economia de energia elétrica.

## ABSTRACT

Historically the electronic devices power supplies have been constantly evolving, but many Brazilian residential customers still have been using protector equipments of low quality for their electronic devices, either for cultural reasons or due to the lack of solutions with a good benefit-cost ratio and competitive in this market.

This paper present the complete process of developing an electronic product capable of protecting low power loads for residential and commercial applications, such as electronic devices and household appliances.

In order to define the specifications of the product, a market research was held in the Greater Florianópolis Region and from it started to search for electronic solutions to its development, which was made with a partnership between IFSC by PROPICE (Programme for International Cooperation and Exchange of Students from IFSC) and the University of Applied Sciences of Neubrandenburg, Germany.

The result was a product with automatic selection of input voltage (*full range*), using a microcontroller that performs functions such as measuring voltage and current, and then cyclically verify network parameters in order to protect the load.

Secondary requirements were met as well, like showing the network voltage on a display and also intelligent detection StandBy in a master socket, where this function turns off a connected equipment in secondary outlets, in order to save energy.

The main goal was to create a kind of Smart Surge Protector as it is already available in the European market, and also a modular electronic circuit that can be not only a functionality protection of loads with different power ratings, but even act as a substitute of a well known product in Brazil, the voltage stabilizer.

**Key-words:** Surge protector. Smart power strip. Smart Electronic protector. Electronic devices protector. Energy saver.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Gráfico com dados referentes ao Quadro 2 .....	34
FIGURA 2 - Mapa da origem dos acessos ao site do formulário.....	34
FIGURA 3 - Gráfico com o número de respostas diárias.....	35
FIGURA 4 - “Surge Protector” da empresa mundial Belkin .....	46
FIGURA 5 - Foto divulgação do produto .....	47
FIGURA 6 - Diagrama da placa interna do produto.....	48
FIGURA 7 - Visão frontal do produto Protector da TS Shara .....	49
FIGURA 8 - Foto da placa base e sua placa de alimentação conectada em uma fonte de tensão contínua.....	55
FIGURA 9 - Diagrama de blocos das placas projetadas .....	58
FIGURA 10 - Esquemático inicial para entrada da fonte de tensão AC-DC (abaixo) e circuito para medição da tensão (acima). ...	59
FIGURA 11 - Esquemático da fonte de entrada e circuito de medição de tensão através de divisor resistivo.....	60
FIGURA 12 - Esquemático da fonte de baixa tensão .....	62
FIGURA 13 - Diagrama de pinos do PIC24F64GB002.....	63
FIGURA 14 - Esquemático do microcontrolador e periféricos .....	64
FIGURA 15 - Esquemático completo do circuito de alta tensão .....	65
FIGURA 16 - PCI do módulo de alta tensão com relés .....	66
FIGURA 17 - Esquemático provisório do circuito com TRIACs .....	67
FIGURA 18 - Encapsulamento SOIC e tamanho real do CI .....	68
FIGURA 19 - Circuito sugerido para utilização do microchip.....	69
FIGURA 20 - Esquemático do circuito de medição de corrente .....	69
FIGURA 21 - Vista parcial da PCI para medição de corrente.....	71
FIGURA 22 - Placa de circuito impresso principal completa .....	72
FIGURA 23 - Imagem da ProtoMat S62.....	73
FIGURA 24 - Foto de placa incadabada com áreas cobreadas ainda .....	74
FIGURA 25 - Placa pronta para receber os components .....	75
FIGURA 26 - mikroProg da Empresa MikroElektronika.....	76
FIGURA 27 - PICKit 3 da empresa MicroChip.....	77
FIGURA 28 - Descrição dos pinos do PICKit3.....	77
FIGURA 29 - Diagrama de blocos com esboço inicial do software .	78
FIGURA 30 - Diagrama Geral do Software .....	80
FIGURA 31 - Diagrama específico da rotina principal do software..	81
FIGURA 32 - Parte da bancada de testes na Alemanha .....	85
FIGURA 33 - Foto do protótipo e equipamentos de bancada.....	86
FIGURA 34 - Foto das indicações visuais no estado crítico .....	87
FIGURA 35 - Foto das indicações visuais no estado precário.....	88
FIGURA 36 - Mesmo sinal de entrada e saída em escalas diferentes	

.....	88
FIGURA 37 - Foto das indicações visuais no estado adequado.....	89
FIGURA 38 - Sinal de entrada para a faixa de 110 V .....	89
FIGURA 39 - Foto das indicações visuais no estado intermediário	90
FIGURA 40 - Sinal de entrada retificado .....	91
FIGURA 41 - Sinal de entrada retificado com fonte conectada .....	91
FIGURA 42 - Sinal de entrada acima e sinal de amostragem abaixo .....	92
FIGURA 43 - Comprovação do funcionamento com tensão baixa .	93
FIGURA 44 - Demonstração do desligamento do relé da carga.....	94
FIGURA 45 - Comprovação da carga sendo desligada .....	94
FIGURA 46 - Demonstração do desligar do relé secundário (CH2)	95
FIGURA 47 - Demonstração do ligar do relé secundário (CH2) .....	96
FIGURA 48 – Valor do consumo de corrente no lado inferior esquerdo (93 mA) .....	96
FIGURA 49 - Sinal de entrada (acima) e sinal medido na saída do circuito de medição de corrente (abaixo).....	97
FIGURA 50 - Foto da placa principal montada ao lado de uma caneta para efeito de comparação do seu tamanho .....	98



## **LISTA DE QUADROS**

QUADRO 1 - Dados dos Limites de Níveis de Tensão no Brasil.....	25
QUADRO 2 - Número de acessos ao formulário e seus locais .....	33
QUADRO 3 - Dados técnicos do produto Protector .....	50
QUADRO 4 - Nível de ruído e resolução de corrente de acordo com a capacitância do filtro e banda de operação .....	70

## ACRÔNIMOS E ABREVIATURAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

AC/CA - *Alternate Current* (Corrente Alternada)

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

CC - Corrente Contínua

CI - Circuito Integrado

CISC - *Complex Instruction Set Computer* (Computador com um Conjunto Complexo de Instruções)

EMI - *Electromagnetic interference* (Interferência Eletromagnética)

DAELN - Departamento Acadêmico de Eletrônica do Câmpus Florianópolis

DC - *Direct Current* (Corrente Contínua)

SPD - *Surge Protective Devices* (Dispositivos de Proteção Contra Surtos)

IDE - Interface de Desenvolvimento

IFSC - Instituto Federal de Santa Catarina

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

LED - *Light Emitting Diode* (Diodo Emissor de Luz)

MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

MIPS - *Million Instructions Per Second* (Milhões de Instruções por Segundo)

MME - Ministério de Minas e Energia

PCB/PCI - *Printed Circuit Board* (Placa de Circuito Impresso)

PROPICIE - Programa de Cooperação Internacional para Intercâmbio de Estudantes do IFSC

RFI - *Radio Frequency Interference* (Interferência por Rádio Frequência)

SOHO - *Small Office and Home Office* (Pequenos escritórios e Escritórios Residenciais)

TRIAC - *Triode for Alternating Current* (Triodo para Corrente Alternada)

## **SÍMBOLOS DE UNIDADES DE GRANDEZAS FÍSICAS**

$\Omega$  - Ohm

A - Ampère

F - Farad

H - Henry

Hz - Hertz

s - Segundo

V - Volt

VA - Volt Ampère

W - Watt

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>18</b>
1.1. Objetivo Geral.....	19
1.2. Objetivos Específicos .....	19
1.3. Justificativa .....	20
1.4. Definição do Problema e Proposição da Solução.....	20
1.5. Contextualização Histórica do Projeto .....	21
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>23</b>
2.1. Padronização Energética no Brasil .....	23
2.2. Níveis de Tensão em vigência no Brasil .....	25
2.3. Surtos na Rede Elétrica.....	26
2.4. Variação de Frequência .....	27
2.5. Filtros de Linha .....	27
2.6. Estabilizadores de Tensão .....	29
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>31</b>
3.1. Estudo para Especificação do Produto .....	32
3.2. Definição da Pesquisa de Mercado.....	33
3.2.1. Perguntas realizadas e respostas obtidas....	35
3.2.2. Compilação e análise dos resultados.....	44
3.3. Pesquisa de produtos atualmente disponíveis....	46
3.3.1. FILTROS DE LINHA .....	46
3.3.1.1. Belkin Conserve Smart Power.....	46
3.3.1.2. PROT-EX INDELETRA.....	47
3.3.2. PROTETORES .....	49
3.3.2.1. Protector Verti da TS SHARA.....	49
3.4. Definição de requisitos do produto.....	51
3.4.1. Requisitos mínimos.....	51
3.4.2. Requisitos desejados.....	52
<b>4. DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO .....</b>	<b>53</b>
4.1. Definição da Plataforma .....	53
4.2. Kit de Desenvolvimento: Prozessorplatine.....	54
4.3. HARDWARE.....	57
4.3.1. Circuito de Medição de Tensão em Corrente Alternada	58
4.3.2. Circuito de Alimentação DC.....	61
4.3.3. Circuitos de Processamento e Indicação	63
4.3.4. Circuito de Chaveamento em Alta Tensão...	64

4.3.5.	Circuito para medição de corrente.....	68
4.4.	Esquemático Projetado .....	69
4.4.1.	Projeto da placa de circuito impresso.....	71
4.4.2.	Confecção da PCI (Placa de Circuito Impresso)	73
4.5.	Interfaces de Programação .....	75
4.6.	SOFTWARE .....	78
4.6.1.	Diagrama Geral do Software .....	79
4.6.2.	Diagrama Específico de parte do Software ..	80
4.6.3.	Implementação.....	82
4.6.4.	Códigos de Inicialização de Hardware .....	83
4.6.5.	Códigos Principais (main loop) .....	83
4.6.6.	Código para Leitura de Tensão e Corrente ..	83
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>84</b>
5.1.	Testes Gerais .....	84
5.2.	Funcionalidades.....	87
5.3.	Análise de sinais.....	90
5.4.	Testes específicos.....	92
5.4.1.	Cenário 1: Seleção automática de entrada ..	92
5.4.2.	Cenário 2: Desligamento da Carga Automático	93
5.4.3.	Cenário 3: Desligamento das Tomadas Secundárias	95
5.5.	Implementações Futuras .....	98
5.5.1.	Filtros para Surtos no Módulo de Potência ..	98
5.5.2.	Estabilizador Eletrônico .....	99
5.5.3.	Medidor de Consumo Energético .....	99
5.5.4.	Melhorias.....	99
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>100</b>
<b>7.</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>101</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA SUPLEMENTAR.....</b>	<b>105</b>
<b>9.</b>	<b>APÊNDICE .....</b>	<b>106</b>
9.1.	Apêndice A .....	106
9.2.	Apêndice B .....	111
9.3.	Apêndice C .....	116
9.3.1.	Arquivo principal.....	116
<b>10.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>133</b>
10.1.	Anexo I.....	133

## INTRODUÇÃO

É notável a evolução das fontes de tensão e que em sua maioria passaram a utilizar tecnologias de chaveamento em alta frequência, o que lhes permite uma rápida regulação para baixa tensão, mesmo em altas correntes e com variação na tensão da rede de entrada (MEHL, 2009).

Por outro lado, os equipamentos de proteção de eletroeletrônicos utilizados no mercado residencial nem sempre são os mais adequados,, especialmente quando trata-se de produtos da linha SOHO (*Small Office and Home Office*), no qual os consumidores utilizam produtos como estabilizadores ou até mesmo apenas divisores de tomadas, com simples fusíveis para proteção de seus eletroeletrônicos.

Em nosso país ainda tem-se o fato de que o estabilizador de tensão vem sendo utilizado comumente como acessório indispensável a microcomputadores de mesa, no qual os consumidores o veem como um equipamento de proteção e algumas vezes o utilizam somente devido à sua saída de 110 V (TORRES, 2014).

Este trabalho objetiva através de uma pesquisa de mercado regional, levantar uma possível demanda por um equipamento de valor agregado, que possua características desejadas pelos clientes e através de uma lista de requisitos, desenvolver um produto eletrônico para proteção de cargas de diversas potências, como eletroeletrônicos e eletrodomésticos.

Vale ressaltar que a pesquisa visa abranger a região da Grande Florianópolis - Brasil, porém o projeto foi desenvolvido na cidade de Neubrandenburgo - Alemanha, através do PROPICIE (Programa de Intercambio do IFSC), agregando assim características já presentes em produtos eletrônicos Europeus.

## **Objetivo Geral**

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um circuito de proteção para cargas eletroeletrônicas de diversas potências e de uso residencial e comercial, desde sua etapa inicial de levantamento de requisitos até um protótipo funcional.

## **Objetivos Específicos**

Este projeto se propõe a demonstrar o processo completo de desenvolvimento de um produto eletrônico, possuindo assim os seguintes objetivos específicos:

- 1) Criar uma pesquisa de mercado de alcance regional através de um questionário específico sobre funcionalidades comuns aos equipamentos conhecidos como estabilizadores;
- 2) Definir com base nos resultados da pesquisa de levantamento, as especificações do produto visando a geração de uma lista de requisitos mínimos e outra de requisitos desejados;
- 3) Definir os componentes (microcontrolador, circuitos integrados, etc.) necessários para a implementação das funcionalidades levantadas;
- 4) Elaborar o esquemático do circuito a ser implementado para construção da placa de circuito impresso (PCI);
- 5) Montar um protótipo funcional do produto utilizando componentes para teste do produto;
- 6) Escrever um *software* funcional mínimo para testes das funcionalidades básicas do *hardware*;
- 7) Documentar todo o processo e apresentar os resultados.

## ***Justificativa***

O processo de desenvolvimento de um produto eletrônico pode ser considerado um tanto complexo se pensado de forma puramente teórica. Existem tantas variáveis para se prever antes mesmo de sua concepção, que somente a etapa de planejamento pode demandar muito tempo para seu sucesso. Na maioria dos projetos inovadores, o prazo de lançamento no mercado se torna crucial, pois ele deve estar pronto tão rápido quanto possível para que esteja no mercado antes de já estar possivelmente defasado.

Sendo assim, esse trabalho propõe uma abordagem prática do processo de desenvolvimento de um produto eletrônico, com base na demanda de possíveis consumidores reais do próprio produto. Basicamente ele pretende se valer de uma pesquisa de mercado, para então definir suas especificações numa tentativa de ser mais aceito no seu lançamento comercial, sempre lembrando-se que o fator inovação deve ser tomado como um norteador e diferencial em qualquer novo produto nessa área.

Tal justificativa se embasa no fato de que o Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos é uma área em constante mudança, assim como tudo que envolve tecnologia em nossos dias. E como qualquer outra área, precisa-se constantemente de inovações, seja na forma com que o projeto é concebido ou até mesmo nas funcionalidades de um produto já existente, mas que pode ser aprimorado com novas características (*features*) esperadas pelos consumidores atuais.

## ***Definição do Problema e Proposição da Solução***

A variação aceita dos níveis de tensão para consumidores residenciais Brasileiros é definida pela regulamentação vigente (ANEEL, 2014). Nele as concessionárias são orientadas a seguirem estes padrões, e no caso de problemas ficam sujeitas a multas e penalidades.

O estabilizador de tensão, também conhecido como condicionador ou regulador de tensão, pode ser definido como um conversor do tipo CA-CA utilizado para corrigir o valor eficaz de tensão para o consumidor. Sua função principal é entregar uma tensão regulada à carga, mesmo que ocorram variações na



tensão de entrada (PETRY, 2005).

Historicamente o estabilizador de tensão de baixa potência surgiu em nosso país para regular a tensão de equipamentos eletrônicos que utilizavam válvulas. Posteriormente com o surgimento dos computadores, os estabilizadores passaram a ser utilizados em conjunto com os computadores do tipo *Desktop* ou computadores de mesa (TORRES, 1996).

Nesta linha de produtos, há também os Filtros de Linha ou "réguas" como são popularmente chamados. Estes também são amplamente utilizados com a intenção de protegerem as cargas neles conectadas, mas como será possível averiguar através de um estudo do INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) realizado em 2009, sua qualidade foi questionada em nosso país.

Devido a questões mercadológicas históricas, ambos os produtos citados vem sendo utilizados pelos consumidores Brasileiros com a intenção de proteger seus equipamentos eletroeletrônicos de informática ou áudio e vídeo, como poderá ser averiguado na pesquisa de mercado realizada neste trabalho

Nesse projeto, é sugerida a criação de um produto a fim não de substituir o estabilizador ou o filtro de linha, mas sim de criar uma nova concepção de produto eletrônico para atender um novo mercado, com novas demandas por funcionalidades e características que os eletroeletrônicos mais modernos demandem.

Por trás da tecnologia a ser usada, estará principalmente o conceito de um produto inovador que deve possuir algumas das características do estabilizador ou do filtro de linha, mas atuar na proteção da carga e economia de energia, gerando não mais gastos de energia e riscos aos equipamentos, para possivelmente mudar a forma com que o consumidor vê esse tipo de produto.

### ***Contextualização Histórica do Projeto***

Pelo fato desse projeto ter sido desenvolvido no exterior, julgou-se necessário informar que o mesmo foi iniciado no Brasil, nos laboratórios do Departamento de Eletrônica do IFSC - Câmpus Florianópolis (DAELN) e com apoio financeiro da empresa NOVO Transformadores, por meio do fornecimento de componentes e materiais para seu desenvolvimento.

Posteriormente à abertura do Edital 35/2014 do PROPICIE (Programa de Intercâmbio do IFSC) por parte do Departamento de Assuntos Internacionais do IFSC (ASSINT), inédito para cursos de Pós-Graduação, o projeto deu seguimento no exterior.

Na época o IFSC possuía como parceiras, Universidades em quatro países: Portugal, Espanha, Áustria e Alemanha. Foram então elencados mais de 25 projetos para escolha dos estudantes, sendo selecionados alguns mais próximos a área do curso.

Além disso, o que determinou qual país poderia ser escolhido foi a nota de proficiência em um teste na língua Inglesa. Considerando a nota atribuída e a área eletrônica, foi possível selecionar projetos elencados em duas Universidades e um Instituto de Pesquisa Alemão, além da Áustria.

Após uma negativa por parte da Universidade Tecnológica de Ilmenau e da dificuldade para liberação de visto de estágio pelo Instituto Fraunhofer de Dresden, a instituição escolhida foi a Universidade de Ciências Aplicadas (*Hochschule*) de Neubrandenburgo, situada no norte da Alemanha no estado de Mecklemburgo-Pomerânia Ocidental.

A universidade parceira recebeu estudantes para realizar projetos no laboratório de Geodésia e Geo-informática. Conforme regras de Edital, as Universidades Estrangeiras haviam enviado um projeto para escolha dos estudantes Brasileiros.

Porém ao chegar ao laboratório Alemão, informaram que o projeto em questão já havia começado e não estaria mais disponível. Sendo assim, indagaram se já havia sido iniciado algum projeto no Brasil e que poderia ser desenvolvido naquele laboratório. Então após apresentação, o projeto aqui descrito foi aprovado para execução com apoio de dois Engenheiros, um para *software* e outro para *hardware*.

A realização do intercâmbio e do projeto se deu entre os meses de março e setembro de 2014, sendo realizado em sua integralidade na Alemanha, porém com total suporte do Professor Orientador e do Coordenador do Curso no IFSC. Neste período foram desenvolvidos e montados os protótipos aqui mencionados e estes foram trazidos para o Brasil, a fim de se efetuarem os testes e se apresentar seu funcionamento.

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Nesse capítulo são apresentadas informações encontradas nas mais diversas fontes, tendo em vista que o tema de consumo energético é regulado pelas normas Brasileiras, considerando que o produto proposto neste trabalho visa o atendimento do mercado nacional. No exterior a existência de normas específicas para produtos de proteção de cargas eletroeletrônicas já existe, mas que não condizem com os padrões Brasileiros de Distribuição de Energia Elétrica. Porém como há notável variedade de produtos na área e muitos deles aparentam possuir funcionalidades superiores aos produtos nacionais, estes também serão analisados.

Considerando então que os Filtros de Linha e os Estabilizadores são produtos que estão diretamente relacionados ao tema deste projeto, estes são apresentados ao fim deste capítulo. Também mostram-se a seguir informações bibliográficas encontradas nessa pesquisa, no que diz respeito a normativas sobre a Distribuição e Qualidade da Energia Elétrica em nosso país, o que servirá de base para os capítulos posteriores.

Outro produto que poderia ser analisado seria o Módulo Isolador, que deve estar de acordo com a Norma ABNT-NBR 5410 de novembro de 1997, item 5.1.3.5 que trata da regulamentação técnica para instalações elétricas de baixa tensão. “Os equipamentos que na sua arquitetura oferecem proteção por separação elétrica, não necessitam de aterramento.” Porém este produto não foi escolhido por não conter inovações em relação aos demais, exceto pelo fato de separar eletromagneticamente a carga da rede de entrada através de um transformador isolador.

### ***Padronização Energética no Brasil***

No ano de 2011 a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) realizou a Consulta Pública de número 009, que visava basicamente verificar a possível adesão das Concessionárias de Energia a Padronização das Tensões Elétricas em todo território Nacional, conforme descrito no Decreto nº 97.280, ainda de 16 de dezembro de 1988.

Sendo assim, na data 20/06/2013 a Agência publicou a Nota Técnica nº 0153/2013-SRD/ANEEL que compila os resultados e contribuições, apresentando também sua opinião e conclusão a respeito. No que tange ao estudo fim deste trabalho, a Baixa Tensão, cita-se o interesse de alguns órgãos como a ABINEE na padronização da tensão para 220 V. Porém nota-se que:

Não se percebe uma convergência nas propostas apresentadas pelos agentes: alguns sugerem ser desejável a padronização única em todo território nacional com um só nível de tensão (ABINEE, Light, CEMIG); outros recomendam o estabelecimento de diversas tensões nominais para todo o território nacional (AES Brasil); enquanto que certos agentes contribuem ainda no sentido de se adotar tensões diferenciadas por região (CPFL). [ANEEL, 2013]

Após apresentação de uma tabela contendo as vantagens e desvantagens da padronização da tensão no Brasil, a agência conclui que:

A partir das contribuições recebidas, observa-se que a discussão acerca da eventual padronização das tensões secundárias de fornecimento no Brasil necessita ser aprofundada, considerando e quantificando os custos e benefícios detectados. Tais estudos seriam necessários para promover a adequada análise dentre alternativas de padronização de tensões, tendo em consideração correspondentes impactos e benefícios para a sociedade. Considerando também se tratar de tema constante de Decreto, entende-se como essencial a participação do Ministério de Minas e Energia - MME, juntamente com distribuidoras, consumidores e fabricantes de equipamentos. A ANEEL também deveria atuar nessa discussão tendo em vista o impacto decorrente sobre sua área de regulação, tal como a adequação dos valores de tensão nominais àqueles atualmente regulamentados como adequados, precários e críticos (Módulo 8 dos Procedimentos de Distribuição - PRODIST). [ANEEL, 2013]

Portanto, para efeito de execução deste trabalho, ainda considera-se a necessidade de um produto capaz de funcionar nas mais diversas tensões de nossa atual rede de distribuição.

### ***Níveis de Tensão em vigência no Brasil***

No Brasil, a ANEEL apresenta nos documentos a respeito dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST, em trecho do Módulo 8 (Qualidade de Energia Elétrica), os padrões e níveis aceitáveis para distribuição de Energia em nosso país.

A Tabela 4 localizada na página 33 do referido documento, trata a respeito dos níveis de tensão para “Pontos de conexão em Tensão Nominal igual ou inferior a 1 kV (220/127)”, conforme reproduzida no Quadro 1 abaixo:

QUADRO 1 - Dados dos Limites de Níveis de Tensão no Brasil

<b>Tensão de Atendimento (TA)</b>	<b>Faixa de Variação da Tensão de Leitura (Volts)</b>
Adequada	$(201 \leq TL \leq 231) /$ $(116 \leq TL \leq 133)$
Precária	$(189 \leq TL < 201 \text{ ou } 231 < TL \leq 233) /$ $(109 \leq TL < 116 \text{ ou } 133 < TL \leq 140)$
Crítica	$(TL < 189 \text{ ou } TL > 233) /$ $(TL < 109 \text{ ou } TL > 140)$

Fonte: ANEEL, PRODIST.

A ANEEL ainda define no Item 6.1.1, o conceito de Flutuação de Tensão, muito importante para este trabalho: "A flutuação de tensão é uma variação aleatória, repetitiva ou esporádica do valor eficaz da tensão". Conceitos como esse e outros apresentados a seguir, serão utilizadas como base para realização do protótipo funcional desse produto.

## **Surtos na Rede Elétrica**

Segundo OLESKOVICZ (2004) alguns dos tipos de surtos mais comuns são:

Afundamento (*Dip* ou *Sag*): qualquer decréscimo na tensão de pequena duração (menor do que 1 minuto).

Distorção da Forma de Onda (*Waveform Distortion*): qualquer variação na qualidade da energia representada nas formas de ondas das tensões e correntes trifásicas.

Distorção Harmônica (*Harmonic Distortion*): alteração na forma padrão da tensão ou corrente (onda senoidal) devido a um equipamento gerando frequências diferentes das de 60 ciclos por segundo.

Elevação (*Swell*): qualquer aumento de tensão de pequena duração (menor que um minuto).

Oscilação ou Tremulação (*Flicker*): variação de tensão de pequena duração, mas longa o necessário para ser percebida pelos olhos humanos como uma oscilação de tensão.

Ruído (*Noise*): qualquer sinal elétrico indesejado de alta frequência que altera a forma de tensão padrão (onda senoidal).

Transitório (*Transient, Spike* ou *Surge*): um aumento inesperado no nível de tensão que tipicamente permanece por menos do que 1/120 de um segundo.

Além disso foram estudadas algumas formas de ESD (*Electrostatic Discharge*), causadas por descargas atmosféricas cujo tempo do pulso é de aproximadamente  $1,2/50\mu\text{s}$ , além de outras formas de descarga eletrostática. Entre as normas que descrevem surtos atmosféricos pode-se citar a IEC 61000-4-5 e a IEC 61000-4-2 que descreve surtos ESD.

Por se tratar de um trabalho no qual a maioria dos requisitos mínimos incluiu projetos de circuitos digitais de baixa potência e também pela questão da segurança exigida nos ensaios no exterior, optou-se por deixar como melhoria futura a implementação e estudo aprofundado dessas formas de proteções analógicas.

## ***Varição de Frequência***

Uma das grandezas também passível de análise, medição e se necessário averiguação, é o período no qual a onda senoidal deve oscilar, que no Brasil é padronizada em 60 Hz.

Segundo a ANEEL (2008), o sistema de distribuição e as instalações de geração devem, em condições normais de operação e em regime permanente, operar dentro dos limites de frequência situados entre 59,9 Hz e 60,1 Hz. Além disso a agência define que:

“Havendo necessidade de corte de geração ou de carga para permitir a recuperação do equilíbrio carga-geração, durante os distúrbios no sistema de distribuição, a frequência:

- a) não pode exceder 66 Hz ou ser inferior a 56,5 Hz em condições extremas;
- b) pode permanecer acima de 62 Hz por no máximo 30 (trinta) segundos e acima de 63,5 Hz por no máximo 10 (dez) segundos;
- c) pode permanecer abaixo de 58,5 Hz por no máximo 10 (dez) segundos e abaixo de 57,5 Hz por no máximo 05 (cinco) segundos. [ANEEL, 2013]

Por não constar como um requisito deste projeto, a análise de frequência fica como uma sugestão para implementação futura neste mesmo projeto.

## ***Filtros de Linha***

Segundo o INMETRO (2009), Filtros de Linha “são utilizados para filtrar a energia elétrica que alimenta o computador e outros aparelhos, como os de áudio e vídeo. Eles são adequados para proteger os equipamentos dos transientes (variações no sinal elétrico da rede) e dos ruídos presentes na rede elétrica. Eles atenuam as interferências eletromagnéticas (EMI) e de rádio frequência (RFI) e ainda protegem contra surtos de tensão, graças a um componente chamado varistor; esse componente, associado em paralelo ao circuito que se quer proteger, limita a tensão, impedindo que surtos de pequena duração cheguem ao circuito. Além disso, também servem para expandir o número de tomadas disponíveis.”

Filtros de linha são dispositivos também conhecidos

popularmente como “Régua de Tomadas” e comumente anunciados pelos fabricantes estrangeiros como *Surge Protectors*. No Brasil não há normas específicas a respeito da fabricação e padronização destes dispositivos, somente a **ABNT NBR NM 60884-1/04** trata de Plugues e Tomadas Para Uso Doméstico e Análogo e a **Portaria nº 27 de 18 de fevereiro de 2000** do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), que trata sobre materiais na construção de uma grande variedade de Dispositivos Elétricos de Baixa Tensão para Uso Residencial. Nessa norma os Filtros de Linha são citados somente quanto a sua indicação:

[...] que devem conter a expressão "potência máxima" do conjunto e sua indicação em Volt Ampère (VA) ou "carga máxima", ou "corrente máxima", do conjunto, e sua indicação em Ampère (A). [INMETRO,2000].

Assim, eles são encontrados em grande variedade e com diferentes características técnicas, e em alguns modelos não passando de simples replicações de tomadas.

No Relatório de Análise de Filtro de Linha de Setembro de 2009, o INMETRO, executou testes de acordo com as normas já citadas em 10 marcas Brasileiras e 1 marca Chinesa. Todas foram consideradas “Não Conforme” nos testes chamados de Ensaio Gerais de Segurança Elétrica. Em sua conclusão o documento é claro ao afirmar que:

De acordo com os resultados encontrados, pode-se concluir que a tendência das marcas de filtros comercializadas no mercado nacional é a de não atendimento aos ensaios básicos de segurança elétrica, já que nenhuma das 11 (onze) marcas analisadas apresentou conformidade em relação a esse aspecto. Os resultados encontrados indicam que os consumidores podem estar sendo lesados, pois não conformidades como a confecção dos filtros de linha com soldas improvisadas e a falta de resistência ao calor podem provocar situações graves, como a queima de aparelhos, curto-circuito, gerando um risco de incêndio.” [INMETRO, 2009]



Apesar do órgão recomendar a tomada de medidas emergenciais após os testes, não se tem conhecimento de que algo tenha sido efetivamente feito até o final da execução deste projeto ou que tenha sido lançada alguma norma específica para isso no Brasil.

Recentemente, um autor de diversos livros sobre *Hardware* e fundador do sítio Guia do Hardware, Gabriel Torres, lançou uma série de vídeos explicando a importância da utilização de filtros de linha de qualidade. Chama a atenção que ainda em 2014 o autor afirma que a maioria das pessoas em nosso país ainda confunde produtos como simples divisão de tomadas com Filtros de Linha. (TORRES, 2014)

Já em outros países, os Filtros de Linha passaram a agregar funcionalidades de proteção avançadas e nesse caso alguns estão de acordo com a norma UL *Standard for Safety for Surge Protectors* 1449. A referida norma trata de Dispositivos de Proteção contra Surtos - DPS (*Surge Protective Devices - SPDs*) e teve sua primeira publicação em 1985. A segunda edição revista foi em 1996 e em 2006 a revisão passou a incorporar um padrão ANSI, sendo publicada em 2009 e sua revisão em 8 de Fevereiro de 2011 [ABB, 2011].

Vale ressaltar que muitos fabricantes internacionais oferecem juntamente com o produto um seguro de patrimônio para as cargas a ele conectadas, podendo chegar a centenas a milhares de Dólares ou Euros, dependendo o modelo do Filtro de Linha ou *Surge Protector*.

### ***Estabilizadores de Tensão***

Petry (2005), adota a seguinte definição de Estabilizadores de Tensão: “É um dispositivo capaz de assegurar a contância do valor eficaz da tensão em sua saída”. Neste trabalho optou-se por analisar tecnologias e normativas referentes a estabilizadores de baixa potência (até 3kVa), devido a sua utilização no mercado de eletroeletrônicos residenciais, como computadores e TVs.

Com o objetivo de regulamentar esta linha de produtos, desde 1° de janeiro de 2008 o INMETRO publicou a normatização para a fabricação de estabilizadores de tensão: NBR 14373:2006. Segundo a ABINEE (2008), a nova norma

passou a exigir as seguintes características nos estabilizadores:

- a) Filtro de linha - reduz os ruídos provenientes da rede elétrica;
- b) Protetor contra surtos da rede elétrica - proteção contra descargas;
- c) Desligamento automático - desliga a saída do estabilizador quando a rede elétrica estiver fora das condições de operação;
- d) Protetor térmico - proteção adicional contra sobrecarga;
- e) Aumento da faixa de tensão de entrada - 45% em redes 110V, 115V, 120 V e 127 V e 40% em 220 V;
- f) *True-RMS* - permite o funcionamento correto do estabilizador em redes elétricas que apresentam distorções nas formas de onda;
- g) Sensor de potência - desliga o estabilizador quando o usuário utilizar equipamentos que excedam a potência do estabilizador.

Além disso, a referida Norma para Estabilizadores cita no seu Item 4.25.2 que o "Estabilizador deve ser protegido contra sobrecorrente e sobretensão. A proteção deve ser eficaz através de:

- a) proteção contra sobrecorrente ou;
- b) disjuntor ou;
- c) varistor ou;
- d) qualquer outro meio que proteja o equipamento.

Vale ressaltar que a norma ABNT NBR 14373:2006 teve sua versão corrigida e incorpora a Errata 1 de 16.04.2010 confirmada em 09.05.2011. Porém sem mudanças que afetem diretamente o citado neste trabalho.

Como o objetivo dessa pesquisa não é o desenvolvimento de um produto similar ao estabilizador e sim de uma nova solução, buscou-se analisar todas as funcionalidades e formas de proteção presentes nesses equipamentos, para então extrair e acrescentar os requisitos buscados pelos possíveis consumidores entrevistados na Pesquisa de Mercado apresentada no capítulo a seguir.

## **METODOLOGIA**

Este projeto se valeu da metodologia de desenvolvimento de produtos orientados no consumidor, conforme descrito nas seguintes etapas:

- 1) Revisão bibliográfica de alguns estudos referentes a surtos elétricos e proteção de cargas eletrônicas;
- 2) Estudo e verificação das tecnologias atualmente utilizadas a nível mundial;
- 3) Pesquisa qualitativa e quantitativa a nível regional para identificar a possível demanda;
- 4) Levantamento de requisitos do produto e conseqüentemente dos circuitos a serem desenvolvidos;
- 5) Projeto dos circuitos através de esquemático;
- 6) Confeção de placa de circuito impresso (protótipo);
- 7) Montagem de protótipo e programação do microcontrolador;
- 8) Análise do circuito a fim de garantir a funcionalidade em testes simples;
- 9) Documentação de testes e validação do protótipo em equipamentos de medição;
- 10) Projeto do circuito impresso final para montagem;
- 11) Montagem dos componentes na placa de circuito impresso;
- 12) Testes da versão piloto do produto em cenário controlado.

Sendo assim, propõe-se a divisão deste trabalho nas seguintes macro-etapas:

- 1) Identificar o nicho mercado e a funcionalidade que o cliente procura em um produto dessa natureza;
- 2) Definir quais as proteções necessárias e qual a melhor forma de implementá-las;
- 3) Buscar economizar energia em relação a maioria dos produtos existentes no mercado;
- 4) Proteger a carga do maior número possível de surtos e variações vindas da rede elétrica (corrente, tensão, etc);
- 5) Desenvolver um produto factível e competitivo para o mercado brasileiro;
- 6) Produzir um protótipo funcional para testes e validação.

## ***Estudo para Especificação do Produto***

O processo de desenvolvimento de um produto deve passar pela fase de planejamento e levantamento de requisitos. Partindo da premissa que grandes empresas que possuem o foco no usuário, obtêm sucesso nos seus produtos pelo seu conhecimento acurado do mercado, optou-se pela elaboração de uma pesquisa para a etapa de levantamento de requisitos.

Toda pesquisa deve partir da real necessidade da obtenção de informações mais próximas da realidade possível. Essa pesquisa de mercado teve como principal objetivo dar subsídio ao processo de tomada de decisão, para escolha das principais funcionalidades (*features*) do produto a ser desenvolvido.

Os dados de entrada, foram baseados na análise de produtos concorrentes, que já atuam no mercado nacional e internacional. Nesses foram verificadas funcionalidades como proteções e outras características funcionais, como indicações através de LED ou modo de operação de Estabilizadores.

Por possuir um público alvo muito abrangente e pela facilidade na obtenção do maior número de respostas possíveis, optou-se pela utilização da Internet como meio para divulgação da pesquisa. A ideia foi utilizar a percepção do consumidor de um modo geral, a fim de se chegar o mais próximo do esperado na definição do produto e só então apresentar as funcionalidades escolhidas.

Também foram criadas perguntas que poderiam dar base a hipóteses aqui levantadas, como a afirmação de que estabilizadores são na prática vistos como necessários para o bom funcionamento de um computador ou se os consumidores já ouviram alguma outra afirmação sobre esses tipos de equipamentos.

Sendo assim, neste capítulo são apresentadas a pesquisa e seus resultados, bem como as funcionalidades mínimos e desejáveis do produto a ser desenvolvido.

## **Definição da Pesquisa de Mercado**

Segundo Günther (2006), “Ao revisar a literatura sobre a pesquisa qualitativa, o que chama atenção imediata é o fato de que, frequentemente, a pesquisa qualitativa não está sendo definida por si só, mas em contraponto a pesquisa quantitativa.”

Além disso, como este trabalho visa realizar uma pesquisa de mercado na qual um número de respostas deve fornecer dados para serem analisados estatisticamente, a pesquisa de mercado quantitativa foi utilizada pelo fato de consistir na construção de inquéritos por questionário. A técnica utilizada é conhecida como *survey* e foi realizada nas seguintes condições:

- a) Meio Utilizado: Formulário via Internet;
- b) Abrangência Geográfica da Pesquisa: Em sua maioria na Grande Florianópolis, conforme Quadro 2:

QUADRO 2 - Número de acessos ao formulário e seus locais.

	Cidade de origem do acesso	Número de acessos a página do formulário	Porcentagem dos acessos
1.	Florianópolis	106	64,24%
2.	São José	25	15,15%
3.	Criciúma	7	4,24%
4.	Palhoça	5	3,03%
5.	Concórdia	4	2,42%
6.	São Paulo	4	2,42%

Fonte: Google Analytics

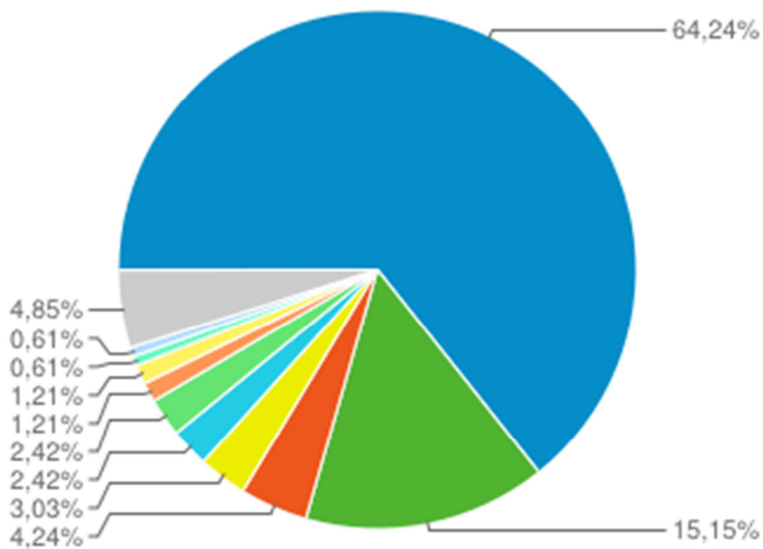


FIGURA 1 - Gráfico com dados referentes ao Quadro 2.  
 Fonte: Google Analytics.

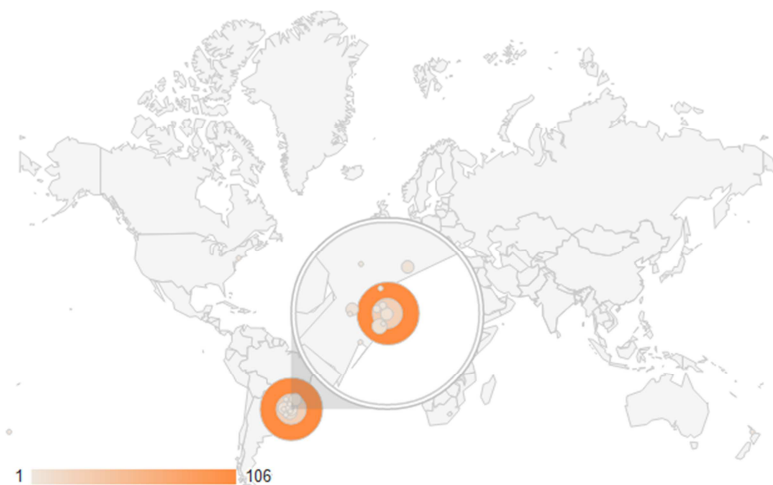


FIGURA 2 - Mapa da origem dos acessos ao site do formulário.  
 Fonte: Google Analytics.

Através da Figura 1 e 2, conclui-se que em sua maioria, os entrevistados se localizavam na Região de Florianópolis quando acessaram o questionário *online*.

- a) Universo pesquisado: 103 pessoas;
- b) Período de realização: 13/02/2012 à 23/03/2012.

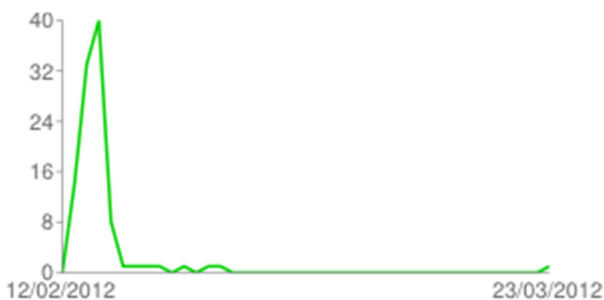
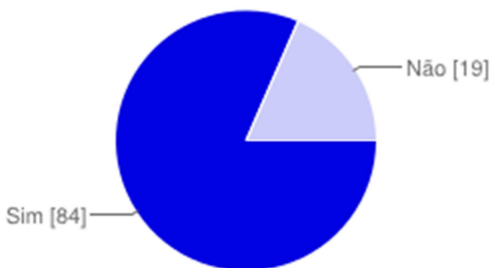


FIGURA 3 - Gráfico com o número de respostas diárias.  
Fonte: Google Forms.

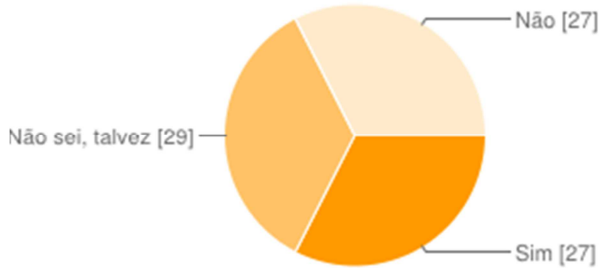
### ***Perguntas realizadas e respostas obtidas***

A seguir são apresentados dados gráficos das respostas obtidas, os demais dados numéricos tabulados são apresentados no ANEXO I deste trabalho. Todas as análises pertinentes a cada gráfico ou dado aqui apresentado, fora compilado em apenas um Item ao final dessa pesquisa.

- a. **Você utiliza estabilizador em algum equipamento de sua casa?**



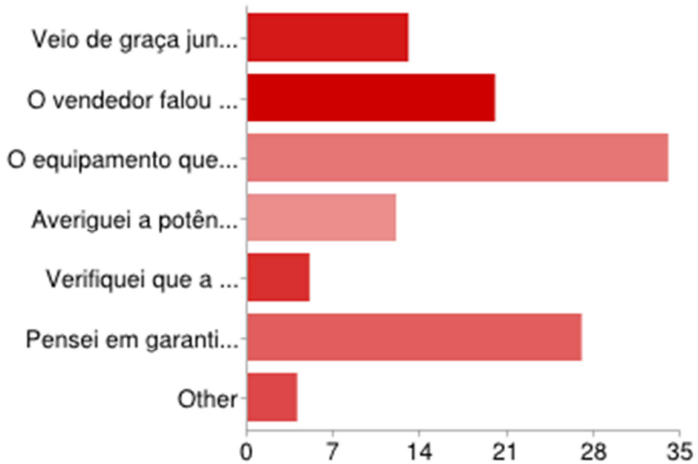
- b. **Caso possua estabilizador: Você considera que seu equipamento está protegido com um estabilizador?**



- c. **Quando você adquiriu este estabilizador, quais os fatores foram levados em conta?**

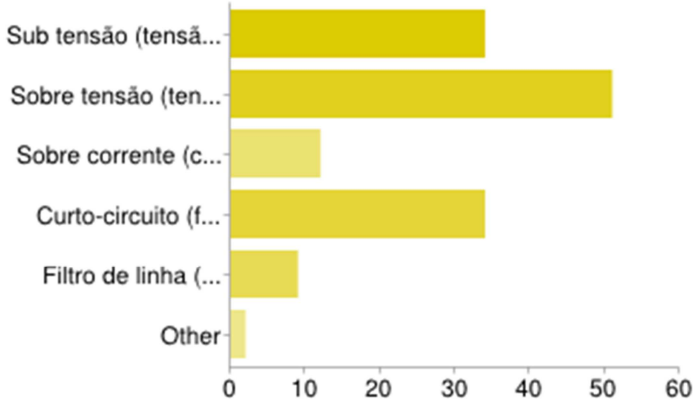
- i. Veio de graça junto com o equipamento
- ii. O vendedor falou que precisava ou era bom ter um estabilizador
- iii. O equipamento que comprei era 110V e portanto precisava de um estabilizador
- iv. Averigüei a potência e o peso dos estabilizadores antes de escolher
- v. Verifiquei que a marca e o modelo eram conhecidos
- vi. Pensei em garantir a segurança de meu patrimônio
- vii. Outros



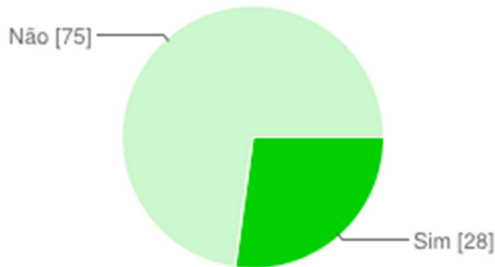


**d. Você sabe dizer quais os tipos de proteção seu estabilizador oferece? (Resposta opcional)**

- i. Subtensão (tensão baixa na rede elétrica)
- ii. Sobretensão (tensão alta na rede elétrica)
- iii. Sobre corrente (corrente maior que a suportada na saída)
- iv. Curto-circuito (fusível na entrada do estabilizador)
- v. Filtro de linha (filtro de ruídos da rede)
- vi. Outros

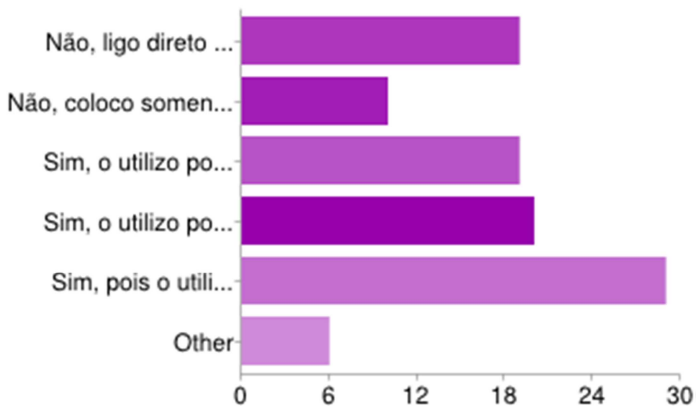


e. **Você sabia que o Brasil é um dos poucos países que ainda utiliza estabilizadores de energia?**



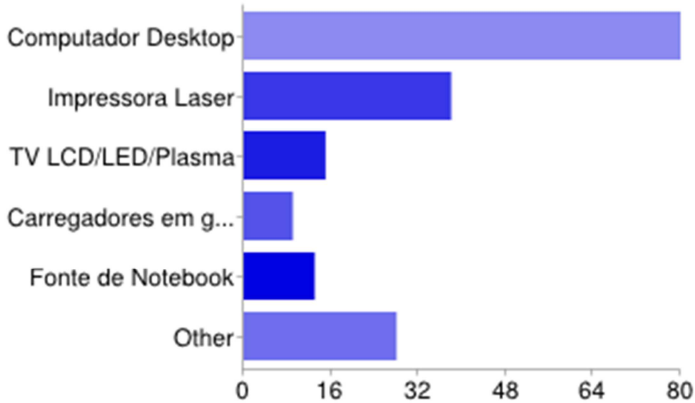
f. **Você considera um estabilizador necessário para seu equipamento nos dias de hoje?**

- i. Não, ligo direto meus equipamentos na tomada
- ii. Não, coloco somente um filtro de linha (régua)
- iii. Sim, o utilizo porque minha rede oscila muito
- iv. Sim, o utilizo porque meu equipamento é 110V
- v. Sim, pois o utilizo como proteção dos meus equipamentos
- vi. Outro

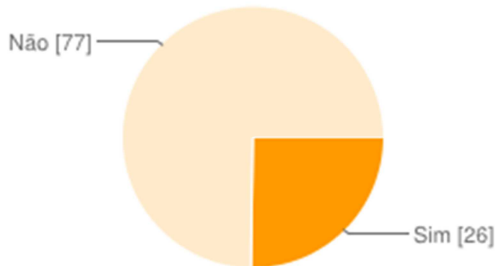


**g. Em quais equipamentos abaixo você utiliza(ria) um estabilizador ou produto similar?**

- i. Computador Desktop
- ii. Impressora Laser
- iii. TV LCD/LED/Plasma
- iv. Carregadores em geral
- v. Fonte de Notebook
- vi. Outros



**h. Você alguma vez já ouviu dizer que estabilizadores podem prejudicar os equipamentos?**



*Em caso de resposta afirmativa:*

- i. O que você ouviu dizer ou porque acha que estabilizadores podem prejudicar os equipamentos?**

A seguir são listadas na íntegra de forma anônima algumas das respostas mais relevantes a esse projeto, as demais foram compiladas e estão no Anexo I deste trabalho.

“No caso de computadores, ouvi dizer que o estabilizador, por detectar mais lentamente as variações na rede elétrica do que a fonte do computador, faz este "trabalhar" 2 vezes, 1 quando a variação realmente acontece e a outra quando o estabilizador "corrige" a variação.”

“Os circuitos utilizados em estabilizadores são em sua maioria lentos, o que leva os mesmo a não atuar em tempo hábil (muitas vezes alguns ciclos da rede) ou atuar de forma ineficiente.”

“Já tive uma fonte de computador danificada quando o estabilizador comutou seu relé de um TAP para outro três vezes seguidas.”

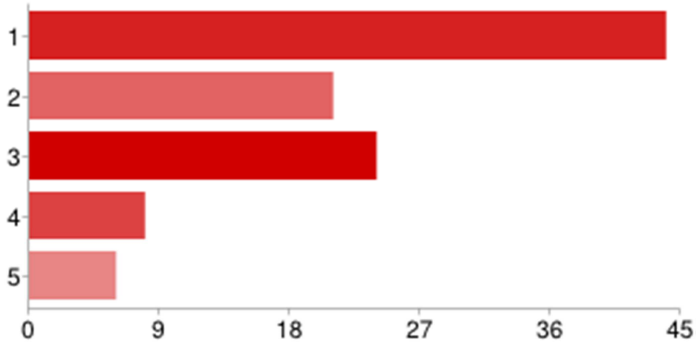
“Para um estabilizador funcionar ele deve prioritariamente trabalhar em uma frequência maior que o equipamento para que haja tempo de correção. O que raramente é encontrado no mercado... As fontes de computador já possuem proteções e reguladores, não há necessidade de redundância.”

“Porque quando a rede elétrica cai, o tempo de resposta para o estabilizador enviar a energia novamente para a fonte de alimentação do PC é mais lenta do que a própria fonte, ou seja depois que a energia volta, a fonte de alimentação já esta esperando a energia do estabilizador, mas o mesmo ainda não esta enviando. Então não faz diferença ter ou não ter o estabilizador. Só serve mesmo como transformador, pra aparelhos 110V.”

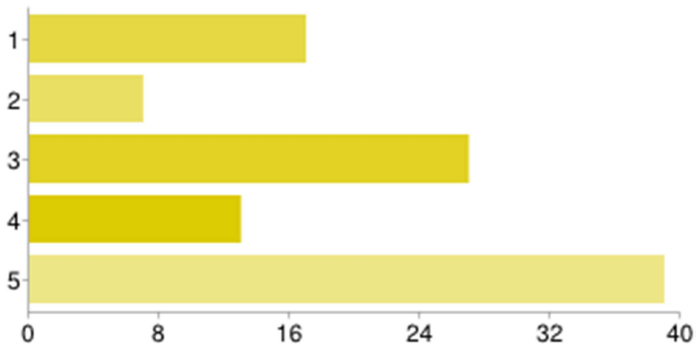
“No caso de computadores, quando a potencia consumida pelo equipamento é maior do que a fornecida pelo estabilizador, existe uma perda de desempenho, proporcional a diferença entre a potencia fornecida e consumida.”

j. Defina uma escala de importância nas características principais que você busca em um estabilizador (sendo 1 para pouca e 5 para muita importância):

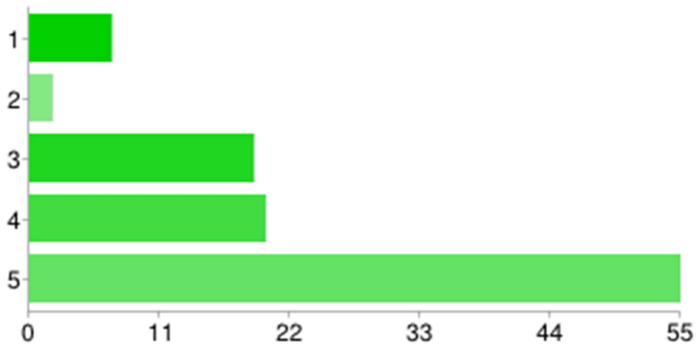
i. Design



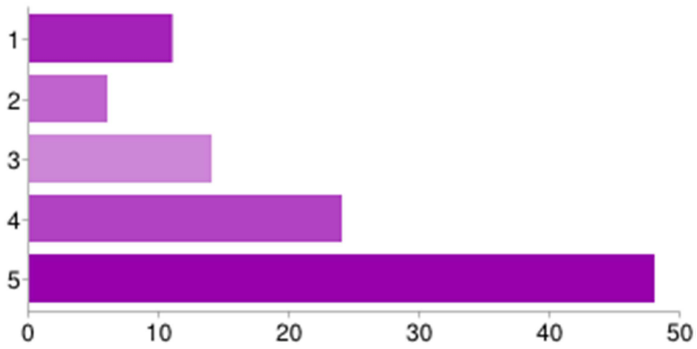
ii. Saída 110V



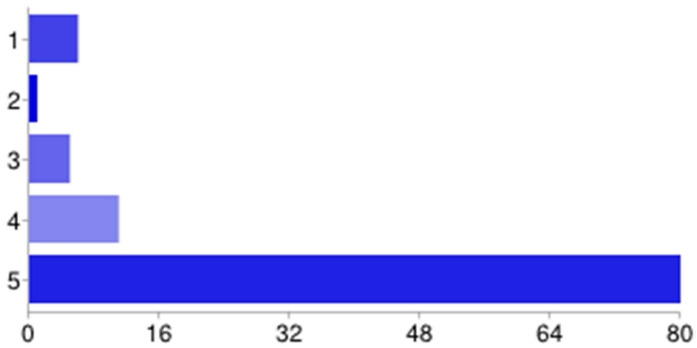
iii. Entrada bivolt automático



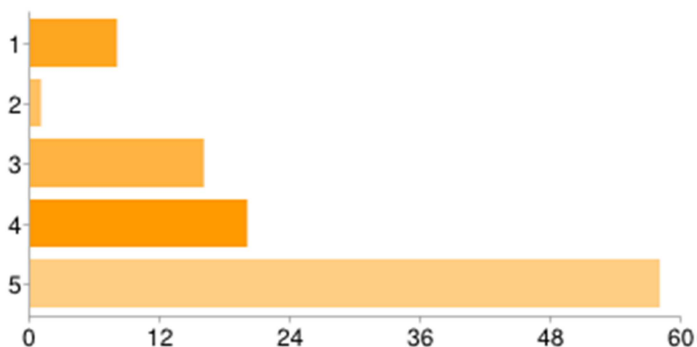
iv. Filtro de linha



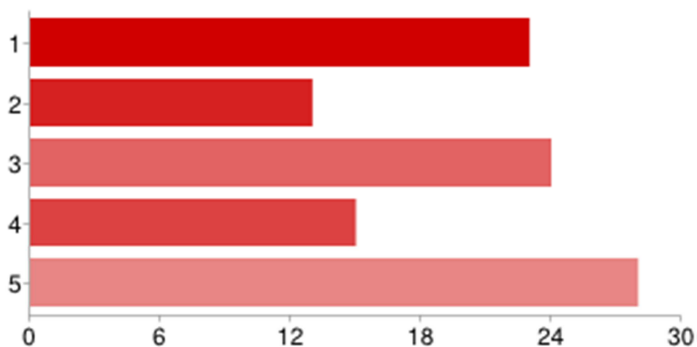
v. Proteções



vi. Potência

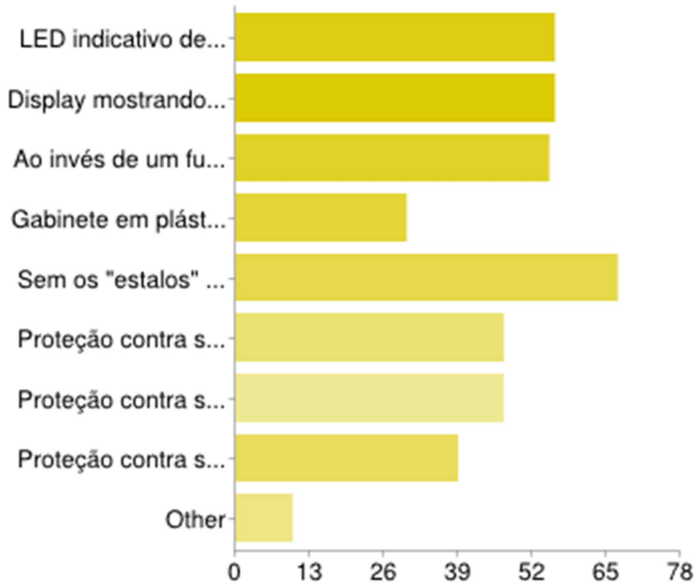


vii. Peso



**k. Você gostaria que um substituto ao estabilizador possuisse outras características?**

- i. LED indicativo de falha no aterramento
- ii. Display mostrando a tensão atual da rede
- iii. Ao invés de um fusível um mini-disjuntor
- iv. Gabinete em plástico ao invés de metal
- v. Sem os "estalos" de relés batendo
- vi. Proteção contra surtos vindos da linha
- vii. Proteção contra surtos vindos via rede ethernet
- viii. Proteção contra surtos vindos da tv a cabo
- ix. Outro



### ***Compilação e análise dos resultados***

Através da pesquisa apresentada é possível afirmar que os consumidores em sua maioria:

- são da Região da Grande Florianópolis (mais de 80% dos acessos foram dessa região conforme Quadro 2);
- são utilizadores de estabilizadores de tensão (pergunta a);
- ficam em dúvida quanto ao uso do estabilizador para proteção, pois quase 1/3 das pessoas considera que seu equipamento está protegido com o estabilizador, outro 1/3 acha que não está e o restante pensa que talvez esteja (resposta b);
- possuem estabilizadores pelo fato de necessitarem de uma saída 110 V (35 pessoas) ou acreditam que assim estão protegendo seu patrimônio (27 pessoas conforme resposta c);
- nunca ouviram falar que estabilizadores podem prejudicar seus equipamentos (conforme resposta em d);
- acreditam que seus estabilizadores possuem principalmente proteção contra subtensão e sobretensão (maioria na pergunta e);



- acreditam que a hipótese de que o Brasil é um dos poucos países que ainda usam estabilizadores é falsa (e);
- julgam ser necessário um estabilizador, pois o utilizam como proteção dos seus equipamentos (pergunta f);
- utilizam estabilizadores principalmente para *desktops* (cerca de 80 pessoas de 103, conforme resposta da pergunta g);
- nunca ouviram dizer que um estabilizador pode prejudicar seus equipamentos (77 pessoas de 103, na pergunta i);
- acreditam que estabilizadores protegem seu computador.

Além disso, estes consumidores desejam:

- equipamentos nos quais é dada maior importância a outros itens do que design por exemplo (pergunta h Item "i") ou gabinete plástico ao invés de metal (pergunta j Item "iv");
- um produto com saída 110 V (conforme c e h Item "ii");
- um produto com entrada Bivolt automático (h Item "iii");
- produto que agregue funcionalidade de Filtro de Linha (pergunta h Item "iv");
- produtos com proteções (pergunta h Item "v");
- produtos nos quais a potência é importante (h Item "vi");
- produtos mais silenciosos, sem estalos (j Item "v");
- maior número de indicações visuais, como falha no aterramento (pergunta k Item "i"), *display* com a tensão em tempo real (j Item "ii");
- novas funcionalidades como mini disjuntor ao invés de fusível (pergunta j Item "iii");
- proteções contra surtos para diversas linhas, como TV a cabo e Redes (pergunta j, Itens "vi, vii e viii");

Por fim, analisando as respostas da única pergunta dissertativa (i), que somente deveria ser respondida por quem afirmava já ter ouvido que "em certas ocasiões estabilizadores podem ser prejudiciais a determinados tipos de equipamentos". Pode-se concluir que esses consumidores tem em comum entre si o conhecimento técnico a respeito de estabilizadores ou já tiveram experiências negativas com esses equipamentos.

## ***Pesquisa de produtos atualmente disponíveis***

Nessa seção são apresentados produtos que já existem no mercado nacional ou mundial, e foram tomados como referência para criação e desenvolvimento deste projeto.

### ***FILTROS DE LINHA***

#### ***1.1.1.1. Belkin Conserve Smart Power***

Basicamente se trata do que conhecemos no Brasil como Filtro de Linha: um conjunto de tomadas e internamente circuitos para proteção básica de sobrecorrente.

Porém o produto em questão tem características que o tornam especial e diferenciado, como por exemplo uma tomada “*Master*” (Figura 4: plugue verde na extrema esquerda), na qual pode ser conectada uma carga que possua função de *StandBy*, como um televisor por exemplo. No exemplo abaixo, outras 4 tomadas “*Slave*” (Figura 4: plugues em cinza no meio) são desligadas automaticamente quando é detectado uma queda significativa no consumo de corrente da tomada *Master*. Ainda são oferecidas duas tomadas extras (Figura 4: plugues na extrema direita) que ficam permanentemente ligadas à rede, somente sendo desligadas no caso de desligamento de uma pequena chave geral no produto.



FIGURA 4 - “*Surge Protector*” da empresa mundial Belkin.  
Fonte: <http://www.belkin.com/in/consERVE/smarty/> Acessado em: 27/09/2014.

### 1.1.1.2. PROT-EX INDELETRA

Um dos poucos produtos nacionais encontrados, foi uma espécie de filtro inteligente, sendo que o seu fabricante o define como:

Os protetores eletrônicos inteligentes, chamados Prot-X, da INDELETRA, foram desenvolvidos para proteção e filtragem da rede elétrica para equipamentos eletro-eletrônicos em geral. Ele utiliza circuitos de proteção altamente sensíveis às oscilações da rede, evitando a passagem de surtos e distúrbios elétricos para os equipamentos conectados em sua saída. Além disso, ele possui sinalização por LEDs, indicando Ligado, Subtensão e Sobretensão. [INDELETRA, 2014]

Como pode ser visto na Figura 5, ele é composto por 4 tomadas, indicações através de LEDs externos e um pequeno disjuntor na lateral.



FIGURA 5 - Foto divulgação do produto.

Fonte:

[http://www.indeletra.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=78&Itemid=98](http://www.indeletra.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=78&Itemid=98) Acessado em: 25/09/2014.

Entre as principais características deste produto pode-se citar:

- Filtro de linha microprocessado;
- Proteção de subtensão e sobretensão;
- Proteção de picos de tensão;
- Tensão de Trabalho: 120 V ou 220 V (não automático);
- Potência máxima: 1200 W em 120 V ou 2200 W em 220 V;
- Rearme automático de 15 segundos ou 5 minutos (Configurado por *jumper* interno).

Requer atenção esta última funcionalidade pelo fato do produto poder ser aberto e modificada uma conexão em seu interior, a fim não somente de modificar o tempo de rearme, mas também sendo possível alterar a Tolerância da Tensão de 10% para 15%, como pode ser visto na Figura 6, extraída do seu manual. Conforme detalhe à direita da Figura 6, é informado como modificar essas configurações através de *jumpers* diretamente na placa.

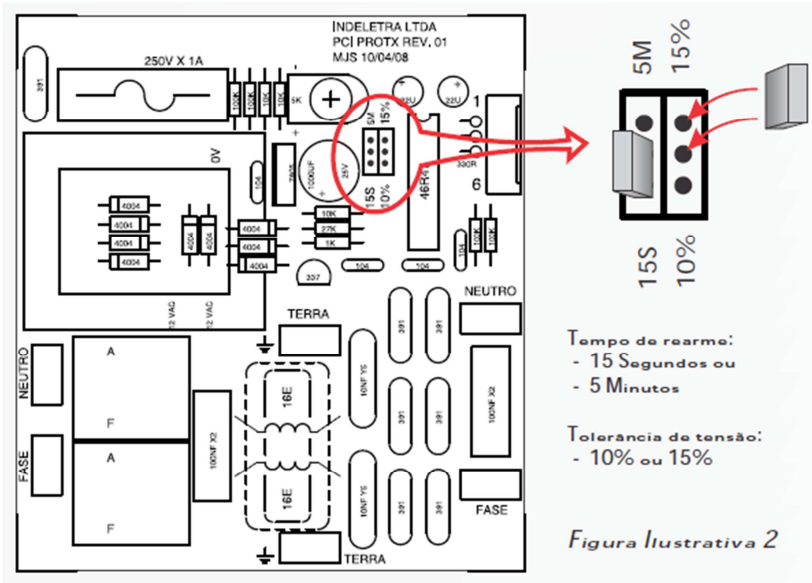


FIGURA 6 - Diagrama da placa interna do produto.

Fonte: INDELETRA, Manual PROT-X.

## **PROTETORES**

### **1.1.1.3. Protector Verti da TS SHARA**

Outro equipamento nacional diferenciado em suas funcionalidades é o Protector Verti da fabricante TS SHARA. Apesar de se parecer com um estabilizador (Figura 7), ele não possui características de estabilização, somente proteção.



**FIGURA 7 - Visão frontal do produto Protector da TS Shara**

Fonte: [http://www.tsshara.com.br/est\\_verti\\_prot.php](http://www.tsshara.com.br/est_verti_prot.php) Acessado em: 20/09/2014

Entre as principais características deste produto pode-se citar:

- Bivolt automático na entrada (115 V/220 V) ou monovolt;
- Saída 110 V;
- Sinalização visual de tensão;
- *True-RMS*;
- Auto-teste na inicialização;
- Chave liga-desliga embutida e temporizada;
- Filtro de linha integrado;
- Fusível de proteção externo (com unidade reserva);
- Rearme automático (funciona mesmo após semanas desligado).

Quanto as suas características técnicas mais importantes para essa pesquisa, pode-se apresentá-las no Quadro 3 a seguir.

QUADRO 3 - Dados técnicos do produto Protector.

Descrição da funcionalidade	Limite inferior	Limite Superior
Proteção contra Subtensão 115 V	91 V	86 V
Proteção contra Subtensão 220 V	174 V	165 V
Proteção contra Sobretensão 115 V	143 V	134 V
Proteção contra Sobretensão 220 V	272 V	250 V
Rendimento	>92%	
Frequência nominal	50Hz / 60Hz	
Supressor de transientes	150Vms, 35J*, 5kA**	
Filtro de Linha	Sim	
Método da seleção de entrada	Automático	
Grau de proteção	IP 20	
Microcontrolador	Freescale <a href="#">MC908QY4AC DWE</a> <a href="#">0M72N CT881050</a>	

Fonte: Sítio TS SHARA.

Após apresentar estes produtos de forma técnica, não julgando suas funcionalidades ou qualidades - ou muito menos compará-los a outros produtos - a seguir são apresentados por fim os requisitos para desenvolvimento do produto eletrônico a ser proposto.

## ***Definição de requisitos do produto***

Após a pesquisa realizada e o estudo de alguns dos produtos mais inovadores encontrados nesse mercado, foram definidos em conjunto os Requisitos Mínimos que o projeto deveria contemplar, assim como algumas funcionalidades adicionais que foram chamadas de Requisitos Desejados para serem implementados opcionalmente.

### ***Requisitos mínimos***

- Microcontrolado com portas necessárias para efetuar as funções principais: Com pouca intervenção do usuário.

*Chave liga/desliga e auto diagnóstico de partida:*

- Botão de pressão (*Push button*) com um toque para ligar e outro para desligar: Só liga a carga após a verificação da rede elétrica estar dentro da faixa permitida.

*Bivolt 220/110V com auto-transformador:*

- Tensão de entrada é automaticamente selecionada através do microprocessador: Deve ligar com o TAP em 220 V e caso seja 110 V, trocar antes de ligar a carga na rede elétrica.

*Tipos de proteção a serem implementadas:*

- Desliga com sobretensão e subtensão, ou fora dos limites: Serão implementados conforme padrões e normas Brasileiras.
- Proteção contra sobrecorrente de curto-circuito: Disjuntor de baixa corrente que dispensa a troca de fusíveis, acionado através de um rearme no elemento protetor.

*Indicações visuais:*

- Que a tensão da rede elétrica se encontra nas condições estabelecidas pela ANEEL: LED vermelho indicando tensão da rede fora do normal e LED verde indicando tensão da rede normal.

## **Requisitos desejados**

### *Partida com na passagem por zero (Zero Crossing):*

- Evita a geração de arco elétrico em seu aparelho ao ligar o produto;

### *Sensor de StandBy:*

- Sensor que detecta que o equipamento está consumindo pouca energia numa tomada principal e desliga as demais tomadas secundárias.

### *Elementos chaveadores:*

- Ao invés de relés mecânicos utilizar semicondutores (TRIACs ou MOSFETs) para atuarem como chaves silenciosas.

### *Indicações visuais:*

- *Display* indicando a tensão e corrente em tempo real;
- LED para indicar quando houver ausência ou falha no aterramento;

### *Proteções diferenciadas:*

- Criar pequenos módulos acopláveis para proteção de rede, linha telefônica e TV a cabo;
- Proteção contra surtos (descargas elétricas);
- Filtro anti-ruídos (exigido por normativas);

Sendo assim espera-se desenvolver um produto robusto, que possua um sistema eletrônico de rápida resposta para proteção do equipamento a ser ligado e especialmente para atender aos anseios do consumidor, fazendo frente aos produtos concorrentes que ainda não agregam tais funcionalidades em um só equipamento.

No capítulo a seguir são apresentadas as soluções eletrônicas encontradas para implementar o maior número possível destes requisitos em um único circuito modular interconectado.



## DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

### *Definição da Plataforma*

A escolha da plataforma de desenvolvimento talvez seja uma das etapas mais importantes de um projeto, pois pode vir a definir seu sucesso ou não. Ela deve se basear não somente na relação custo-benefício que os fabricantes oferecem, mas também em ferramentas disponíveis, popularidade das aplicações comerciais, continuidade da produção do fabricante e especialmente, estar alinhada com o conhecimento atual da equipe, pois caso contrário pode vir a aumentar em muito o tempo de desenvolvimento e conseqüentemente inviabilizar o lançamento do produto.

Decidiu-se inicialmente utilizar o microcontrolador MSP430 da Texas Instruments, em virtude de suas características técnicas, como baixo consumo de energia, número de portas e até mesmo pela facilidade de acesso de suas plataformas e seus kits de desenvolvimento. O produto é conhecido pela sua capacidade de economia de energia, podendo levar o circuito integrado a um consumo extremamente baixo, quando comparado a outros microcontroladores similares [TEXAS, 2014].

Iniciou-se então o estudo do microcontrolador montando-se um protótipo funcional, inicialmente na Plataforma LaunchPad (Kit básico de desenvolvimento do MSP430), na qual já era possível fazer a leitura de temperatura e tensão da placa, para então apresentá-la através de Interface Serial. Porém o projeto deu seguimento em outra plataforma, mas para fins de documentação e possível aproveitamento futuro, o código funcional deste protótipo é apresentado no Apêndice B.

Conforme descrito no Item 3.1, o produto teve seu desenvolvimento continuado em outra Instituição de Ensino, logo com novas equipes e conseqüentemente tecnologias de trabalho. Nesse novo contexto decidiu-se pela utilização do microcontrolador da família PIC24 da fabricante Microchip, devido a sua utilização pela equipe de projetos da Universidade, atendimento de pré-requisitos e também pela sua disponibilidade em laboratório.

A família de PIC24F é formada por microcontroladores de 16 bits que também podem possuir funcionalidades de DSP (Processador Digital de Sinais). Entre as principais

funcionalidades e características do microcontrolador modelo PIC24F64GB002, pode-se citar:

- Microcontrolador de arquitetura 16 bits;
- 16 MIPS quando operando a 32 MHz;
- *Clock* interno de 31 kHz a 8 MHz, mas podendo atuar até 96 MHz com 4x PLL para USB;
- Possui modos de consumo reduzido, conhecido como nanoWatt XLP Technology™;
- 13 canais de conversores analógicos-digitais de 10 bits com 500k amostras por segundo;
- 3 comparadores analógicos;
- 2 portas seriais do tipo UART com suporte a infravermelho (IrDA);
- 2 portas SPI™ (*Serial Peripheral Interface*);
- 2 portas I2C™ (*Inter-Integrated Circuit*);
- 5 módulos de *Timers* 16-bit e 7 de 32 bits;
- Até 5 entradas ou saídas para PWM;
- Pode atuar com Host ou Device USB, pois possui USB On-The-Go (OTG).

Nem todas as funcionalidades deste microcontrolador foram exploradas, como por exemplo a possibilidade de transmissão de dados através da porta USB OTG<sup>1</sup>. Essas características podem vir a ser exploradas em trabalhos futuros com este mesmo microcontrolador, mas que no momento fazem parte de um Kit de Desenvolvimento, criado dentro da própria Universidade de Neubrandenburgo. Ele é utilizado não somente para aprendizado, mas também para desenvolver produtos eletrônicos na área de Geoinformática e Geodésia.

### ***Kit de Desenvolvimento: Prozessorplatine***

Antes de se referir propriamente sobre o Kit, é necessário contextualizar dizendo que a Universidade de Ciências Aplicadas de Neubrandenburgo não é conhecida por ter tradição na área de eletrônica, mas possui um curso de Geoinformática, no qual essa

---

<sup>1</sup> Basicamente em uma porta OTG é possível conectar e alimentar dispositivos USB, como por exemplo um *PenDrive* ou *USB Stick* (como é conhecido na Alemanha).

área é desenvolvida através de um Instituto de Pesquisas chamado MFP (*Messen-Forschen-Prüfen*) Instituts que fica alocado no campus.

O Kit que foi desenvolvido por este Instituto é composto por uma placa base chamada de *Groundplane*, onde ficam os barramentos e podem ser interconectadas até outras 4 placas, sendo obrigatório a placa de alimentação e a placa de processamento. Os circuitos foram concebidos para serem utilizados em aplicações voltadas para a área de Geoinformática, possuindo componentes como Giroscópios por exemplo.

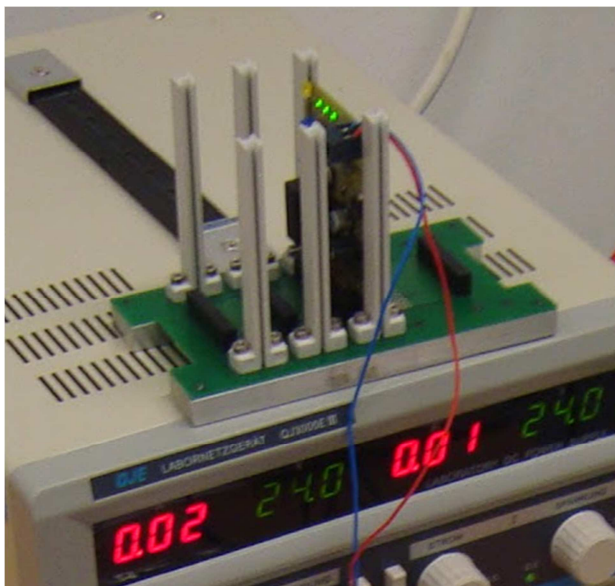


FIGURA 8 - Foto da placa base e sua placa de alimentação conectada em uma fonte de tensão contínua.

Desde o início do projeto notou-se uma similaridade grande em alguns blocos de circuitos, como por exemplo o circuito para medição de corrente através de resistor *shunt*, circuito esse embarcado na própria placa de alimentação, a fim de medir o consumo total da estrutura e outras aplicações.

O circuito foi usado parcialmente para que fosse possível estudar o processo de desenvolvimento de *software*, programando o Microcontrolador escolhido na Linguagem C. O

processo perdurou por algumas semanas e todo seu resultado de código foi aproveitado na aplicação final. Então não se faz necessária sua apresentação nesse capítulo, pois já está contemplado nos capítulos posteriores.

Quanto ao *hardware* e seus diagramas, a Universidade se reservou o direito de não ceder arquivos digitais contendo seus esquemáticos ou projeto da PCI. Além disso essas informações talvez não viessem a ter utilidade prática para este projeto, tendo em vista que a aplicação final do Kit em questão está mais voltada para área de Agrimensura.

Sendo assim, foi possível iniciar o projeto com base neste Kit, para que então fosse possível a utilização de IDEs de desenvolvimento e todo aparato necessário para *upload* do *firmware* no microcontrolador. Esses equipamentos foram disponibilizados gratuitamente pela Universidade estrangeira, mas similares foram adquiridos para que seja possível a continuidade do desenvolvimento do projeto no Brasil.

Nos capítulos que se seguem são apresentados os processos de desenvolvimento de *hardware* e *software* consecutivamente.

## **HARDWARE**

O projeto de *Hardware* nos dias de hoje pode ser considerado uma etapa suplementar na construção de protótipos, tendo em vista a grande disponibilidade de Kits de Desenvolvimento e placas de uso modular, como por exemplo a conhecida plataforma Arduino. Nesta, uma placa base padrão contendo o microcontrolador, pode vir a abarcar várias outras placas (*shields*) através de barramentos e conectores, sendo nesse caso necessário adquirir apenas a *shield* ou projetá-la no caso de uma aplicação muito específica.

Porém, no caso deste projeto, parte do objetivo deste trabalho seria criar um protótipo final não somente funcional, mas também para ser utilizado em um produto acabado e embarcado. Sendo assim, optou-se pela criação de uma placa específica, contemplando os circuitos necessários para executar em quase sua totalidade a lista de requisitos.

Inicialmente, pensou-se em uma placa única, a qual deveria conter toda a parte da fonte de tensão (AC-DC), processamento (microcontrolador), indicação visual (LEDs e *Display*), medição de corrente (função *StandBy*) e alta potência (elementos chaveadores). Ao decorrer do projeto, notou-se a possibilidade de separar essa última das demais, deixando assim o circuito de baixa potência fisicamente desacoplado da alta tensão e criando então uma modularidade, para que fosse possível criar um produto para diversas potências de carga, apenas modificando essa placa auxiliar.

Vale citar que para o design dos circuitos, tanto o esquemático quanto o projeto da placa de circuito impresso, foi utilizado o *software* TARGET 3001! da empresa alemã Ing. Buero Friedrich, sendo este considerado uma evolução do conhecido *software* alemão Eagle. Sua escolha se deu pelo fato de já ser utilizado na Universidade e por ser gratuito (até 250 pontos de interconexão no circuito).

Na Figura 9 é apresentado um diagrama de blocos para melhor compreensão da divisão dos circuitos, bem como uma visão macro dos circuitos que serão apresentados nos itens a seguir.

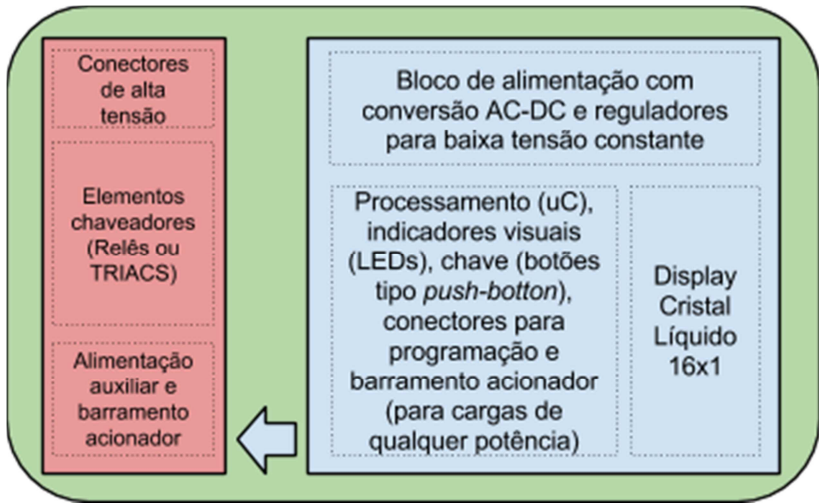


FIGURA 9 - Diagrama de blocos das placas projetadas.

### ***Circuito de Medição de Tensão em Corrente Alternada***

Um dos circuitos mais utilizados para medição de valores analógicos de baixa tensão é o divisor resistivo, no qual a tensão será reduzida a valores aceitáveis para o conversor analógico-digital do microcontrolador, no caso do modelo escolhido: de 0 a 3 V.

Como a tensão de entrada é senoidal, portanto possuindo valores negativos e positivos, se faz necessária a utilização de uma ponte retificadora, para então se obter um sinal com valores somente positivos.

Além disso é utilizado um transformador isolador na relação de espiras de 10:1, no qual a tensão de entrada pode variar de 100 a 240 V gerando uma saída de 10 a 24 V. Sendo que este também é utilizado para alimentação do circuito e logo dimensionado com potência suficiente para suprir todos os demais circuitos.

Os três circuitos acima mencionados são apresentados no arranjo de sua primeira versão na Figura 10 a seguir.

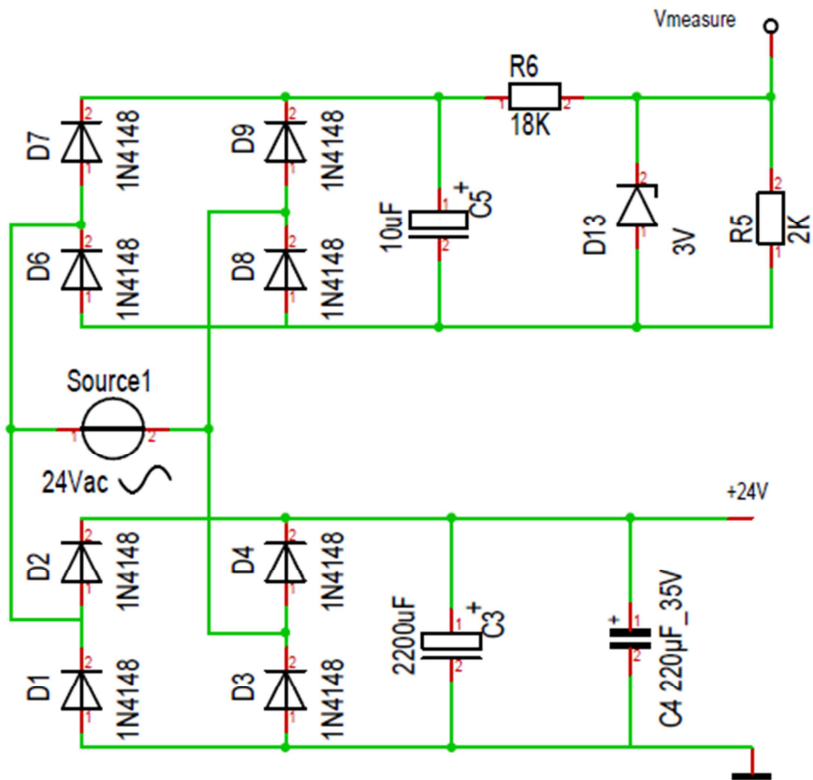


FIGURA 10 - Esquemático inicial para entrada da fonte de tensão AC-DC (abaixo) e circuito para medição da tensão (acima).

Após uma análise técnica da solução escolhida, verificou-se que poderia ser utilizada uma topologia diferente para a mesma funcionalidade do circuito em questão. O novo rearranjo eletrônico aumenta a complexidade e custo do transformador, porém diminui em muito o número de componentes, reduzindo de 8 diodos para 3, conforme pode ser visto na Figura 11.

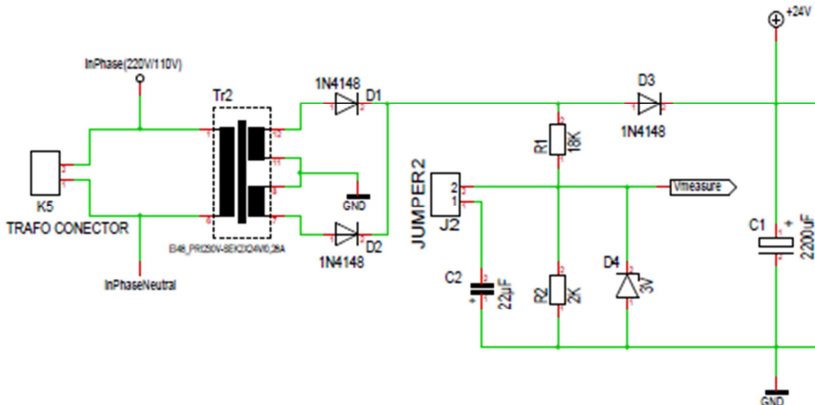


FIGURA 11 - Esquemático da fonte de entrada e circuito de medição de tensão através de divisor resistivo.

Apesar de serem circuitos distintos (Figura 10 e 11), eles apresentam a mesma funcionalidade, pois o transformador com duas bobinas em série no secundário atua em conjunto com um retificador de meia ponte, obtendo um sinal resultante muito parecido com o retificador de onda completa, e ainda isolando o circuito de medição de tensão através do diodo  $D_3$ .

No bloco em questão também optou-se pela utilização de um diodo zener (Figura 10:  $D_{13}$  ou Figura 11:  $D_4$ ), a fim de limitar a tensão em 3 V e assim não danificar a porta do microcontrolador em caso de possível sobretensão no transformador.



## **Circuito de Alimentação DC**

No circuito de alimentação apresentado na Figura 12, foi necessária uma preocupação extra por se tratar de uma fonte de tensão com grande variação da entrada (*full range*<sup>2</sup>).

Sendo assim buscou-se um regulador capaz de suportar uma tensão que pudesse variar de 10 a 24 V, devido a relação de transformação do transformador de entrada, que pode variar de 100 a 240 V. Além disso esse componente deveria ser capaz de suportar uma corrente de 1 A, para que fosse possível sua utilização na energização de todos os demais circuitos.

Dentre os modelos encontrados, escolheu-se o LM2595 da fabricante National Semiconductor, no qual a entrada pode variar entre 6 a 40 V e sua saída pode ser de 3,3 V, 5 V e 12 V. Na aplicação em questão decidiu-se pela escolha do modelo com saída 5 V, para que fosse possível aproveitá-lo na energização do *display* de cristal líquido.

A seguir na Figura 12, no sentido da esquerda para direita, é também apresentado o circuito LM3940 da mesma fabricante, que basicamente é um conversor DC-DC de 5 V para 3,3 V, com capacidade de processar uma corrente de 1 A.

Por fim é utilizado um pequeno regulador de 3,3 V para 3 V, onde sua saída é utilizada para gerar a tensão de referência necessária para o correto funcionamento do conversor analógico-digital, presente no microcontrolador utilizado.

Vale citar que todas as configurações e os valores dos componentes periféricos utilizados foram definidos de acordo com notas de aplicações presentes nos próprios *datasheets* dos componentes apresentados (NATIONAL, 1999).

---

<sup>2</sup> Normalmente a expressão se refere a fontes capazes de suportar tensões alternadas que variam de 100 a 240 V de entrada.

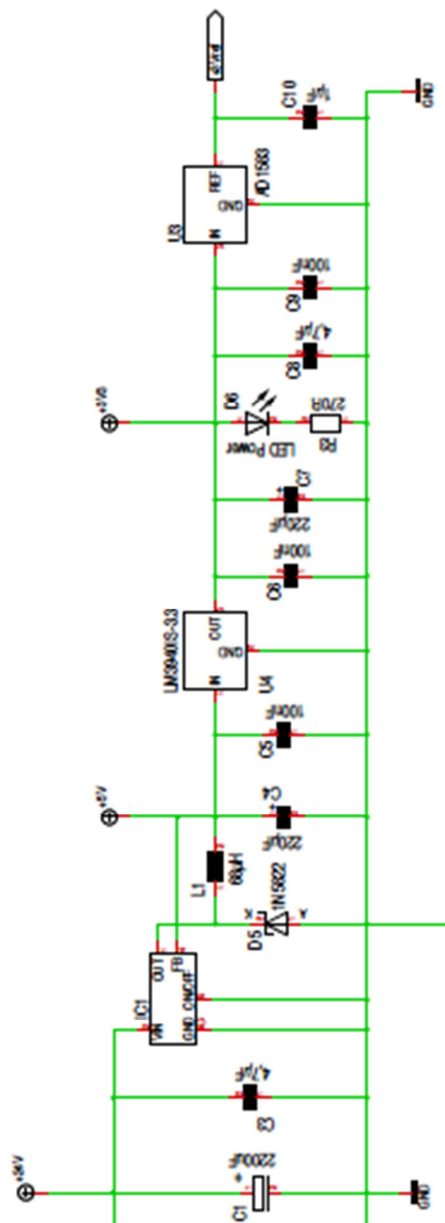


FIGURA 12 - Esquemático da fonte de baixa tensão.

## Circuitos de Processamento e Indicação Visual

O processo de escolha do microcontrolador se deu como apresentado no Item 4.1: Definição de Plataforma. Aqui é apresentada sua ligação, e consequentemente as possibilidades de interações com os demais componentes, como os de indicação visual.

Por se tratar de um modelo com elevado número de pinos (28) e diversas possibilidades em cada um deles, se faz necessária a correta configuração na inicialização de seu *hardware* como é apresentado no próximo item referente ao *software*. As conexões de suas portas se deram de acordo com as necessidades e possibilidades de cada uma, conforme apresentado na Figura 13.

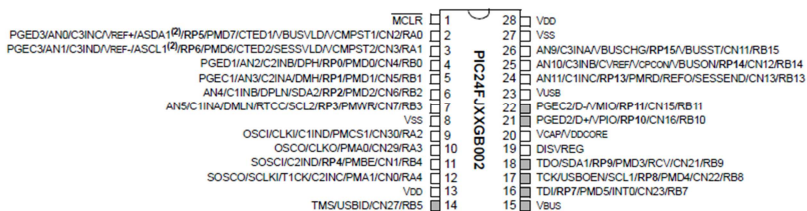


FIGURA 13 - Diagrama de pinos do PIC24F64GB002.

Fonte: MICROCHIP, 2010.

Para a parte de indicação visual optou-se pelo uso de dois LEDs (diodos emissores de luz), sendo um de cor verde representando o *status* normal e outro vermelho indicando o *status* de operação anormal.

Além disso, conforme requisito adicional solicitado através da pesquisa de mercado, os consumidores consideraram interessante visualizar a tensão da rede em tempo real através de um *display*. Inicialmente pensou-se na utilização de um *display* de 7 Segmentos, mas devido à necessidade de um maior número de portas no caso de usar 3 dígitos para apresentar tensão (220 V por exemplo), optou-se pelo uso de um *display* de cristal líquido, sendo escolhido o modelo 16x1 (16 caracteres por 1 linha) que estava disponível no laboratório.

Nele são apresentadas mensagens de inicialização e após ligar o equipamento através do *Push-Button* (Figura 14: componente S<sub>2</sub>), apresenta a tensão e corrente de operação.

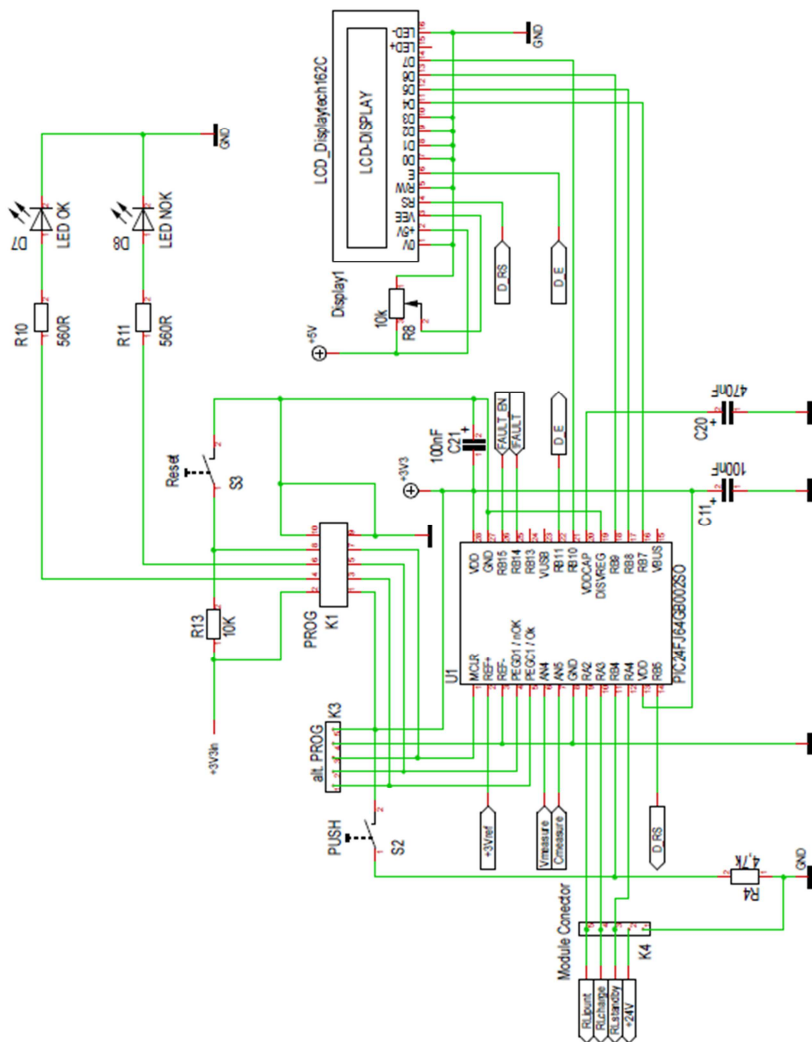


FIGURA 14 - Esquemático do microcontrolador e periféricos.

### **Circuito de Chaveamento em Alta Tensão**

Conforme já explanado, optou-se por desacoplar da placa principal o circuito de chaveamento em alta tensão. Esta alteração visou não somente a isolação do circuito, mas também permitir a inclusão de alguns tipos de proteções nesta mesma

placa. Sendo assim foi projetada inicialmente uma placa composta por 3 relés (elementos mecânicos que atuam como chaves eletromagnéticas), listando-se a seguir a atuação de cada um:

- 1) Re1 - deve atuar como elemento chaveador entre as derivações de 110 V e 220 V do transformador, sendo seu estado inicial definido em 220 V;
- 2) Re2 - atua para ligar e desligar a tomada principal e também para desligar a carga, pois seu estado inicial é desconectado;
- 3) Re3 - é responsável por desligar as tomadas secundárias e tem seu estado inicial como desligado.

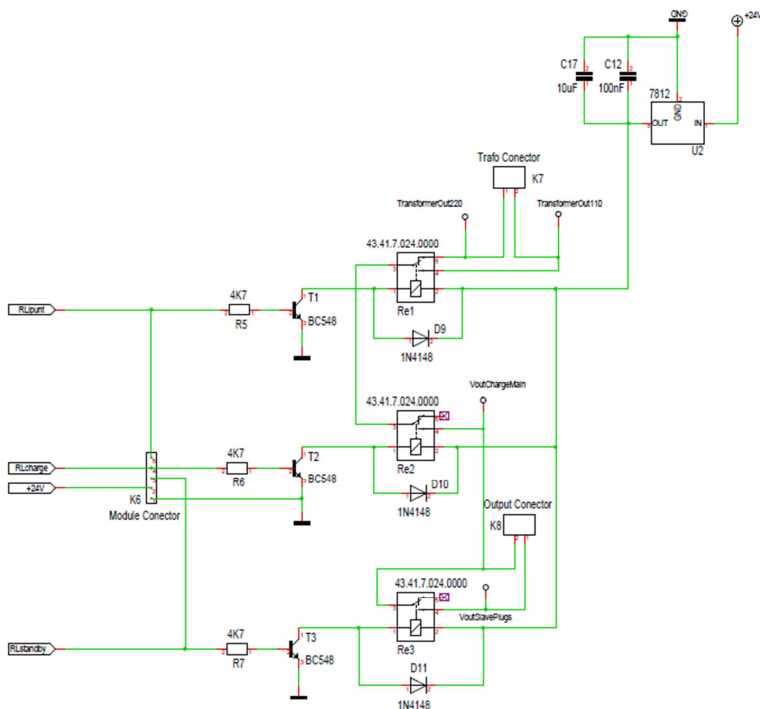


FIGURA 15 - Esquemático completo do circuito de alta tensão.

Por se tratar de um módulo a parte, a imagem de sua placa de circuito impresso é apresentada ainda neste item, como pode ser visualizado na Figura 16.

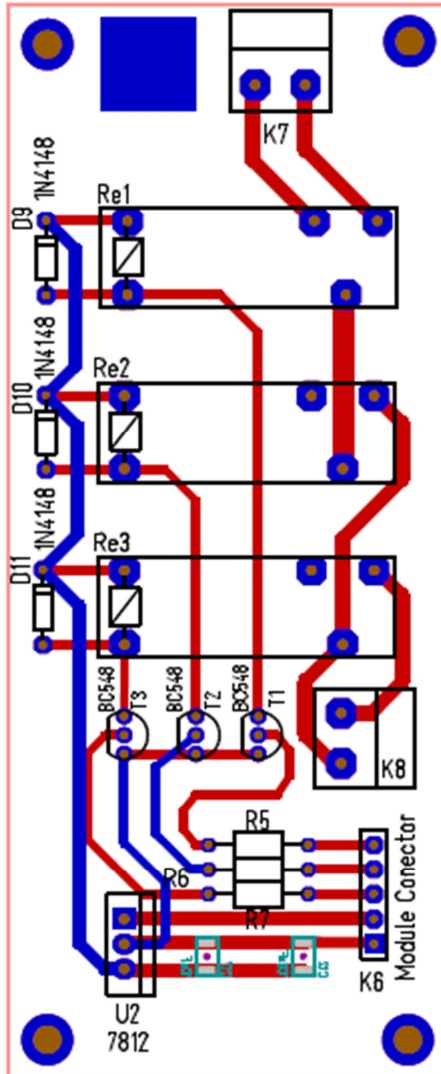


FIGURA 16 - PCI do módulo de alta tensão com relés.

Inicialmente pensou-se somente no desenvolvimento do requisito funcional obrigatório, no caso com a utilização de relés. Porém, um dos requisitos adicionais solicitados com maior evidência pelos clientes, foi o desejo do produto ser silencioso. Portanto iniciou-se o projeto do circuito com chaves eletrônicas

como TRIACs ou MOSFETs.

Além de um novo arranjo, como novos componentes e LEDs para visualização do estado das chaves, também notou-se a necessidade de uso de optoacopladores, para isolamento elétrico do circuito de potência, ao invés de transistores como o BC548.

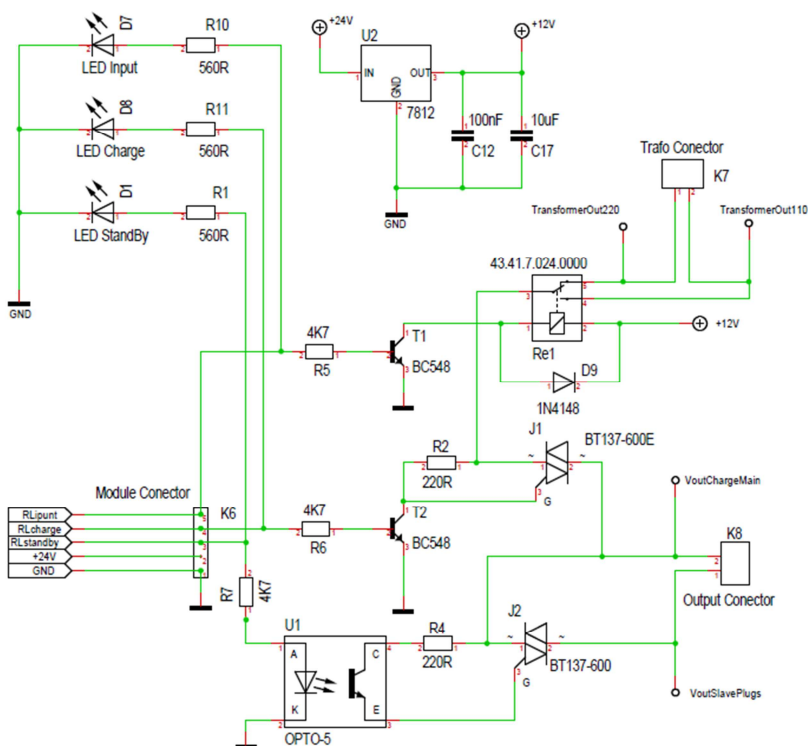


FIGURA 17 - Esquemático inicial do circuito com TRIACs.

Por fim chegou-se a conclusão que este arranjo não teria seu correto funcionamento devido a necessidade de ajuste dos TRIACs e logo necessitaria de maior tempo de estudo, então decidiu-se pela sua implementação futura.

## Circuito para medição de corrente

Inicialmente foram analisadas diferentes topologias para medição de corrente. Uma das primeiras analisadas se trata de medição através de um resistor série (*shunt*). Um circuito relativamente simples, pois é necessário apenas um resistor de alta precisão e pouca variação com a temperatura, o qual deve possuir um valor de resistência extremamente baixo. Porém chegou-se a conclusão de que as correntes poderiam ser muito elevadas para tal forma de medição e também haveria perdas através de efeito Joule, logo baixo rendimento da estrutura.

Assim, decidiu-se pela utilização de um circuito integrado para medição de corrente de forma isolada. Para tal foi escolhido o modelo ACS710 KLATR-6BB-T da Fabricante Allegro Microsystems, desenvolvido especialmente para esse tipo de aplicação. Entre suas características podem-se citar:

- Tamanho reduzido através de encapsulamento SOIC;
- Isolamento completo através de circuito de Efeito Hall;
- Leitura bi-direcional (AC e DC) podendo chegar a  $\pm 6$  A;
- *Overcurrent* no caso de ultrapassar os 6 A ou o valor ajustado através do divisor resistivo  $R_n$  e  $R_i$  (Figura 19);
- Sensibilidade de 100 mV para cada 1 A no modelo de 3,3 V;
- Filtro de ruídos através de capacitor externo;

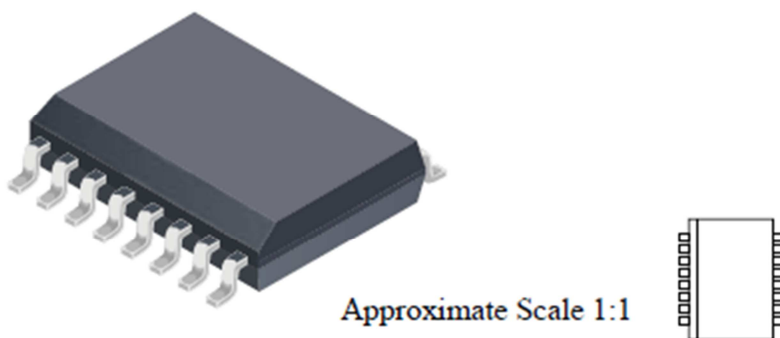


FIGURA 18 - Encapsulamento SOIC e tamanho real do CI.  
Fonte: ALLEGRO *Datasheet*, 2011.



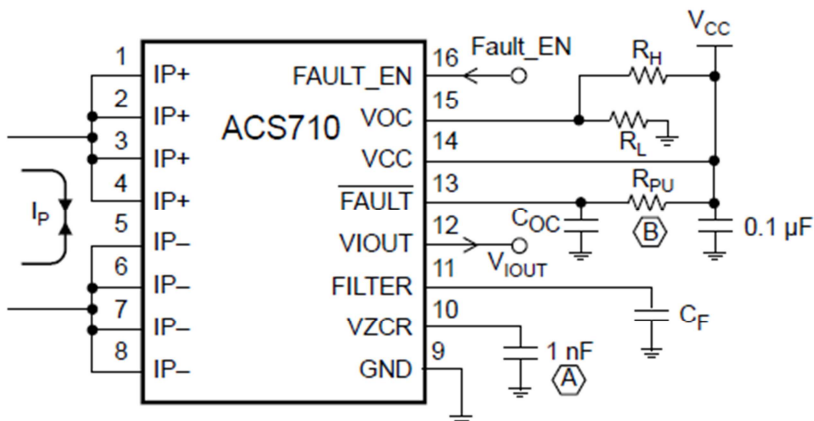


FIGURA 19 - Circuito sugerido para utilização do microchip.  
 Fonte: ALLEGRO *Datasheet*, 2011.

### Esquemático Projetado

Na Figura 20 é apresentada a seção do esquemático projetada para a aplicação de medição de corrente.

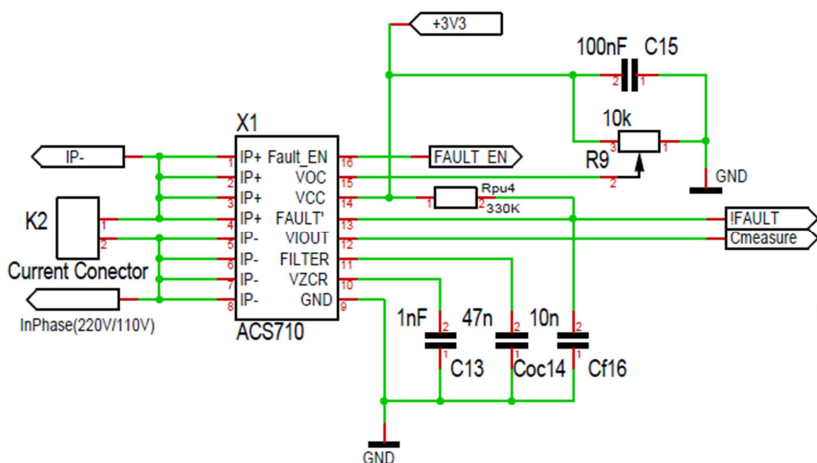


FIGURA 20 - Esquemático do circuito de medição de corrente.

Conforme pode ser analisado em comparação a Figura 19, que contém uma recomendação de circuito a ser montado, o circuito projetado utiliza um resistor variável ( $R_9$ ) para ser possível um ajuste manual no divisor resistivo representado pelos resistores  $R_h$  e  $R_l$  no circuito recomendado. Sua função nesse caso é poder ajustar manualmente o limite de corrente para a funcionalidade conhecida como *Overcurrent*, no qual a porta *FAULT* é colocada em nível baixo. Este sinal pode ser analisado e processado no microcontrolador, mas no caso deste projeto ele não foi utilizado. Vale ressaltar que essa funcionalidade somente é ativada quando a porta *FAULT\_EN* é colocada em nível alto, então por isso ela já se encontra conectada no microcontrolador para implementações futuras.

Os capacitores  $C_{oc}$  e o  $C_f$  (Figura 20) foram definidos conforme recomendação do próprio fabricante, sendo que o primeiro foi de 10 nF, pois deve ter valor inferior a 22 nF e o segundo, definido em 47 nF, devido a sua maior resolução de corrente, conforme Quadro 4:

QUADRO 4 - Nível de ruído e resolução de corrente de acordo com a capacitância do filtro e banda de operação.

<b>CF</b> <b>(nF)</b>	<b>BW</b> <b>(kHz)</b>	<b>VRMS Ruído</b> <b>(<math>\mu</math>V)</b>	<b>VP-P Ruído</b> <b>(<math>\mu</math>V)</b>	<b>Resolução de</b> <b>Corrente</b> <b>(mA)</b>
0	120	1523	9138	163
1	94	1185	7110	127
2	43	1010	6060	108
4.7	20	874	5244	94
10	9	768	4608	82
22	4	724	4344	78
47	2	682	4092	73

Fonte: ALLEGRO FAQ.

Já o resistor opcional  $R_{pu4}$  (Figura 20 e 19) foi definido no valor de 330K  $\Omega$ , conforme recomendação do fabricante.

## Projeto da placa de circuito impresso

Considerando que o módulo em questão teve um processo de design um tanto diferenciado dos demais componentes, optou-se por apresentar um maior detalhamento, neste item. Então são apresentados abaixo os detalhes técnicos e imagens mostrando o resultado do projeto do circuito de medição de corrente.

Como a corrente será medida ao circular por dentro do componente ACS710, se faz necessário a utilização de uma trilha de circuito impresso espessa o suficiente para suportar a passagem da corrente desejada. Este CI no modelo escolhido suporta a leitura de corrente de 6 A, porém nada o impede de ser transpassado por maior fluxo, no entanto este não será mensurado.

Uma das menores espessuras das placas no mercado são definidas em 18  $\mu\text{m}$ , o que equivale a 1/2 onça. Analisando alguns gráficos de fabricantes, bem como sítios que automatizam o cálculo (EEWEB, 2014) foi definida uma espessura de 1,5 mm de largura da trilha para suportar uma corrente de 6 A. Sendo assim 2 mm foi considerado suficiente para uma corrente de 8 A.

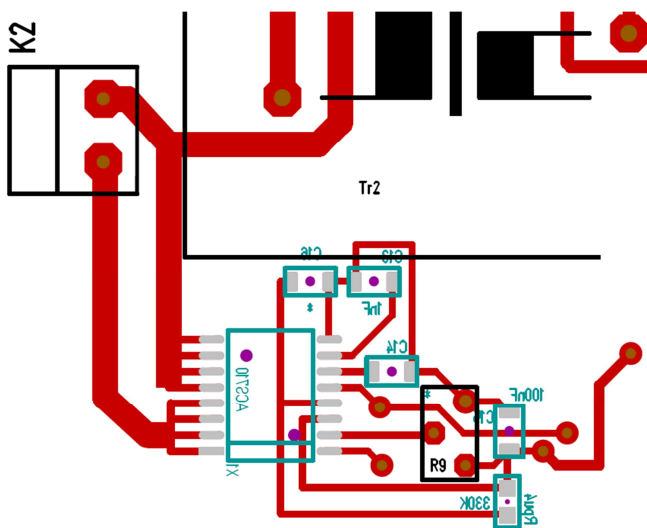


FIGURA 21 - Vista parcial da PCI para medição de corrente.

Posteriormente à definição de todos os componentes, o resultado final da placa de circuito impresso após correto roteamento e em sua segunda versão, pode ser visto a na Figura 22.

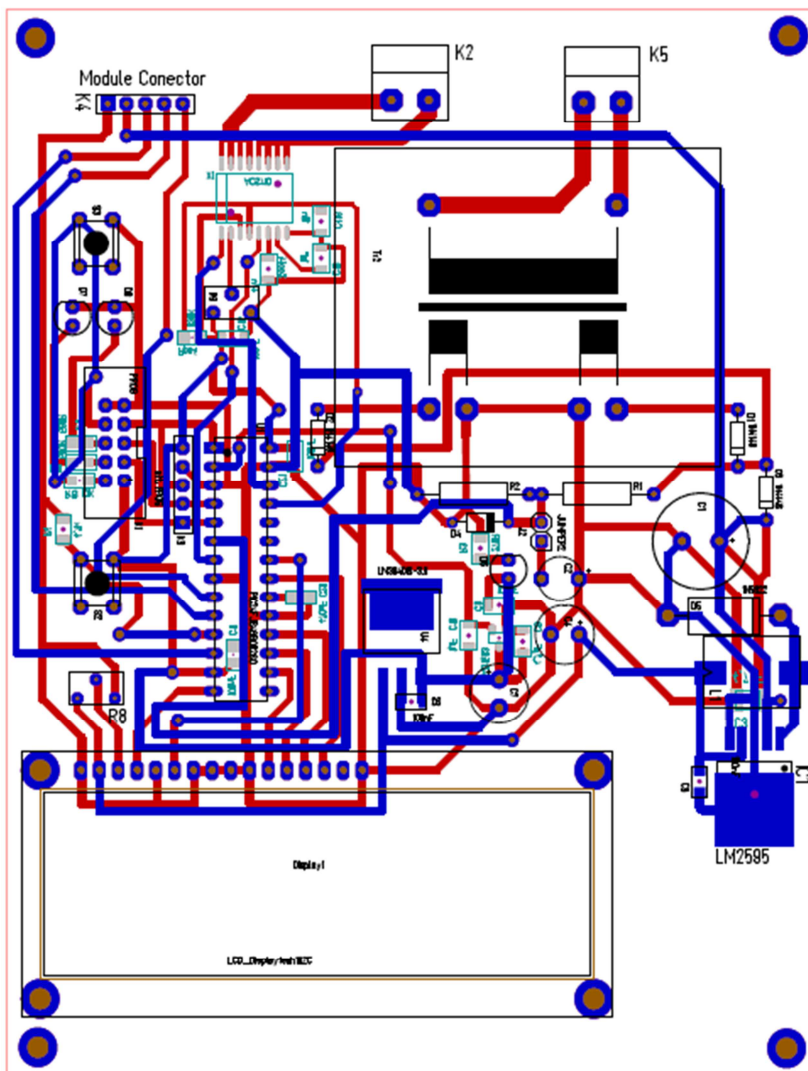


FIGURA 22 - Placa de circuito impresso principal completa.

## **Confecção da PCI (Placa de Circuito Impresso)**

Após a criação do leiaute da PCI, foram necessárias poucas etapas até que se pudesse obter uma placa pronta para soldagem dos componentes eletrônicos, graças a utilização de uma máquina específica para elaboração de placas de circuito impresso. Se trata da ProtoMat S62 da empresa LPKF Laser & Electronics, que basicamente é uma Fresadora 2D para confecção de circuitos impressos. A máquina em questão funciona com uma base móvel e uma cabeça do tipo *drill* que é capaz de selecionar entre 8 diferentes ferramentas, para que se ajuste a largura da trilha.



FIGURA 23 - Imagem da ProtoMat S62.

Fonte: <http://www.lpkf.com/news/press-releases/560/113.htm> Acessado em 20/10/2014

Após a elaboração do leiaute da placa e obter-se os arquivos, é necessário efetuar algumas conversões entre *softwares*, para posterior fresagem da mesma na máquina. Feito isso o próximo passo é a retirada manual do cobre das áreas que não são trilha, trabalho esse que demanda tempo e deixa a placa com aspecto da Figura 24.

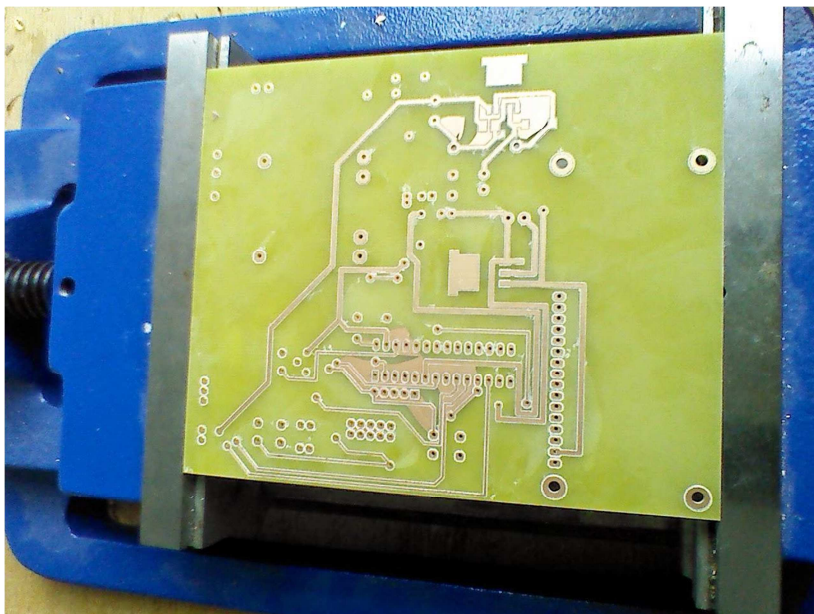


FIGURA 24 - Foto de placa inacabada com áreas cobreadas ainda.

O processo completo somente é concluído após a retirada total do excesso de cobre, limpeza da PCI e posterior conexão dos pontos de interligação da camada superior com a inferior. Esta por sua vez é realizada através de pequenos pinos de cobre vazado que transpassam os *layers*, que após pressionados e soldados, fazem a correta conexão elétrica.

O resultado final da placa pode ser visto na Figura 25.

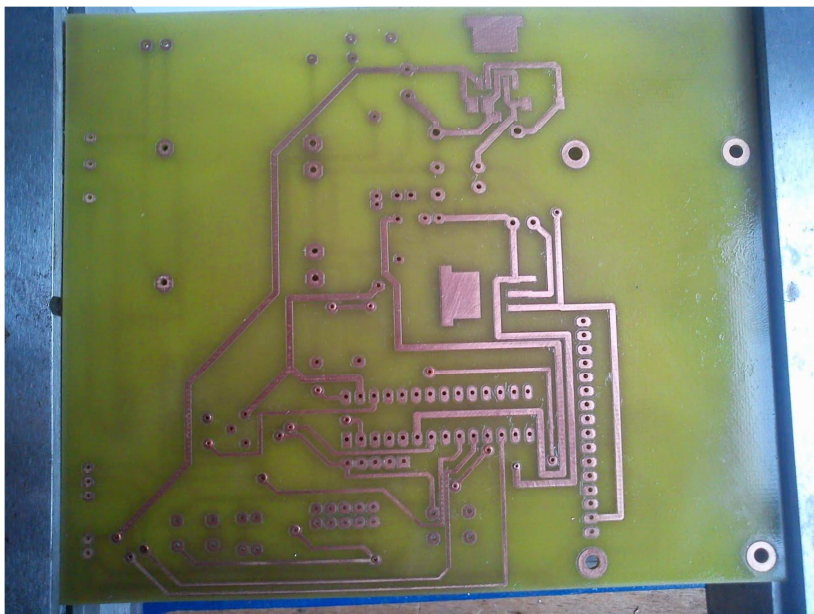


FIGURA 25 - Placa pronta para receber os componentes.

### ***Interfaces de Programação***

Foram implementadas duas interfaces (conectores) para dois diferentes tipos de gravadores de microcontroladores do modelo PIC. Basicamente ambos possuem funcionalidade para *upload* do *firmware* (Código fonte compilado) para a memória do microcontrolador PIC, porém somente um deles pode ser usado para depuração em tempo real. Ambas estão disponíveis e funcionais na placa protótipo e podem ser escolhidas apenas mudando seu conector de lugar.

O conector  $K_1$  possui a interface no padrão e pinagem para o programador mikroProg (Figura 26). Já o conector  $K_3$  utiliza o PICkit 3 (Figura 27) e seu cabo deve ser confeccionado de acordo com a pinagem correspondente (Figura 28). Ambos são conectados ao computador através de interface USB0 e necessitam da instalação de *drivers* para o correto funcionamento em sistemas operacionais Windows.



FIGURA 26 - mikroProg da Empresa MikroElektronika.

Fonte: <http://www.mikroe.com/mikroprog/pic-dspic-pic32/> Acessado em: 17/10/2014.

Para o gravador apresentado na Figura 26, foi utilizado o *software* mikroC em sua versão para dsPICs e PICs da família 24F. A plataforma é baseada no *software* Eclipse, possui licença gratuita desde que o código não exceda o tamanho de 8 kB após compilado.



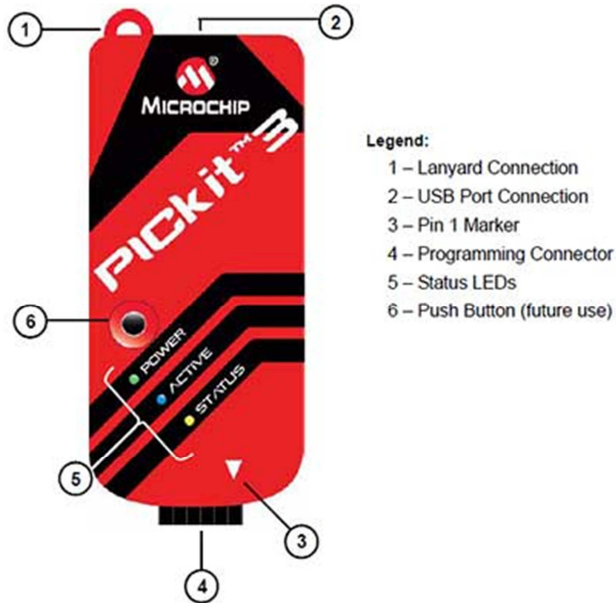


FIGURA 27 - PICKit 3 da empresa MicroChip.

Fonte: <https://www.futurashop.it/pickit3-debug-express-8200-pickit3de>  
Acessado em 17/10/2014.

Para efeitos de documentação e caso fosse necessária a confecção do cabo de conexão, são apresentadas na Figura 28 as portas para este último kit de gravação apresentado.

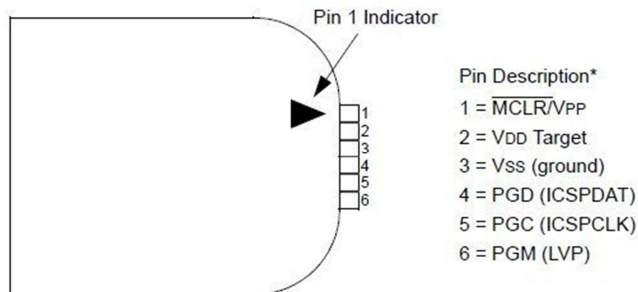


FIGURA 28 - Descrição dos pinos do PICKit3.

Fonte: <http://jumperone.com/2011/10/using-microcontrollers/>

## SOFTWARE

O processo de desenvolvimento de um novo *software* pode ser feito através de diversas técnicas e iterações. Neste projeto, por se tratar de um *software* em Linguagem C com código estruturado<sup>3</sup>, optou-se por utilizar formas mais simples de desenvolvimento.

Partiu-se da elaboração de diagramas, sendo que o primeiro somente contemplava algumas das rotinas e funções, como pode ser visto na Figura 29 abaixo.

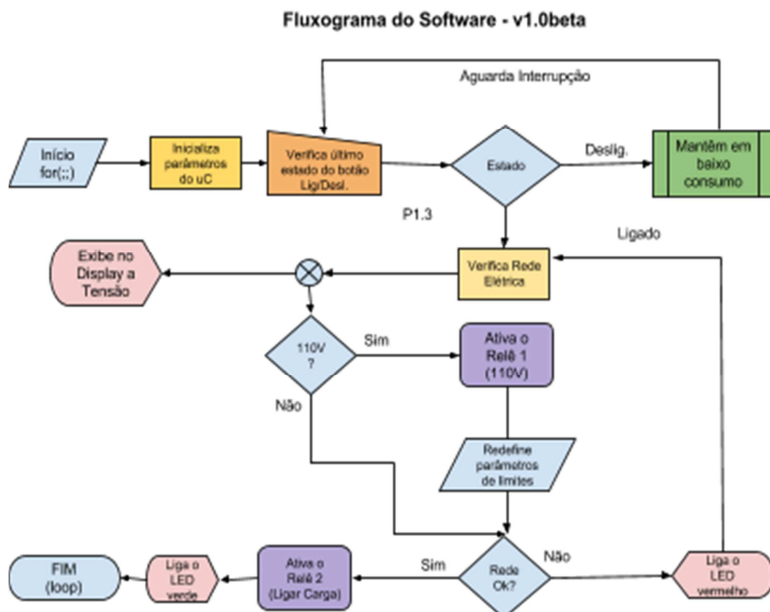
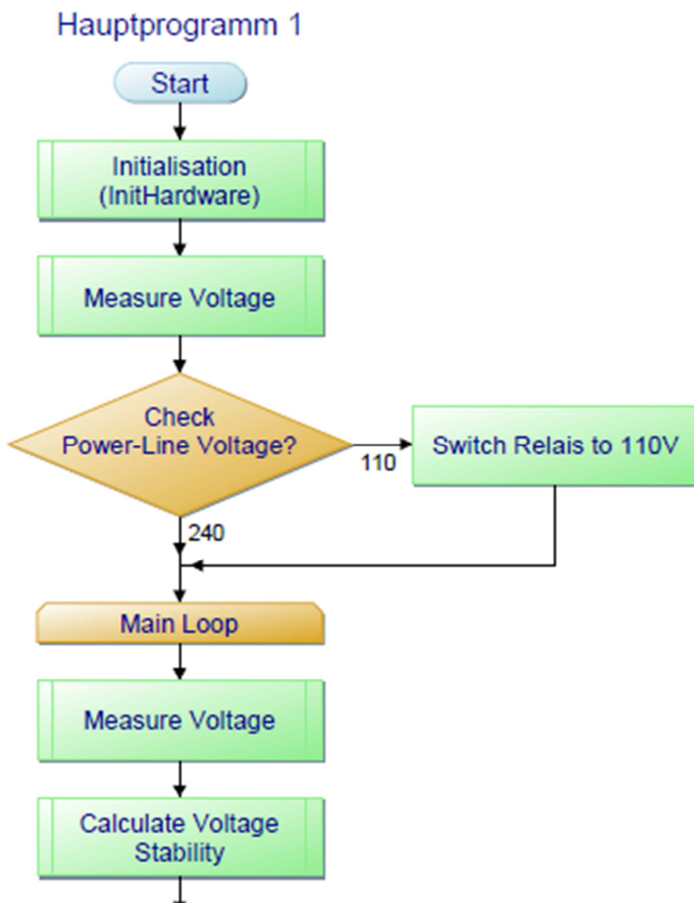


FIGURA 29 - Diagrama de blocos com esboço inicial do *software*.

<sup>3</sup> Código escrito de forma procedural com a utilização de funções, mas sem técnicas de orientação a objeto.

## Diagrama Geral do Software

Na Figura 30 é apresentado um diagrama de blocos desenvolvido através do *software* Pap Designer, no qual é possível ter uma visão generalista do *software* a ser desenvolvido.



(Diagrama continua na próxima página)

(Continuidade do diagrama da página anterior)

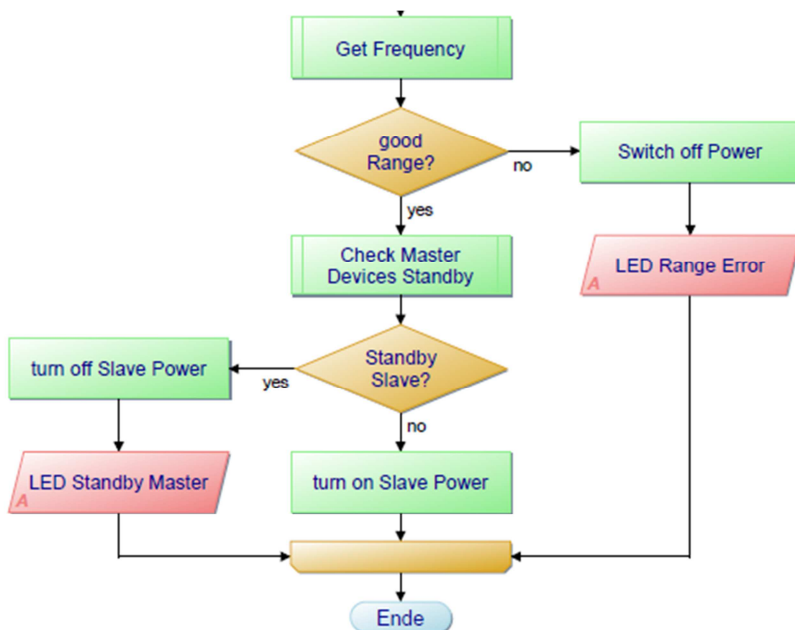


FIGURA 30 - Diagrama geral do software.

### **Diagrama Específico de parte do Software**

Por se tratar do laço de repetição principal (*Infinet Loop*) do software, optou-se por criar um diagrama de blocos expandido do bloco de medição de tensão (*measure voltage*).

Neste, podem ser facilmente identificados dois sub-blocos principais, nos quais a tensão da rede é verificada em dois distintos níveis, os quais foram chamados de 110 V e 220 V. Vale lembrar que a estrutura de distribuição da energia elétrica Brasileira utiliza diferentes tensões em diferentes Estados da Federação e o nível 110 V é oficialmente considerado 127 V (conforme Quadro 1).

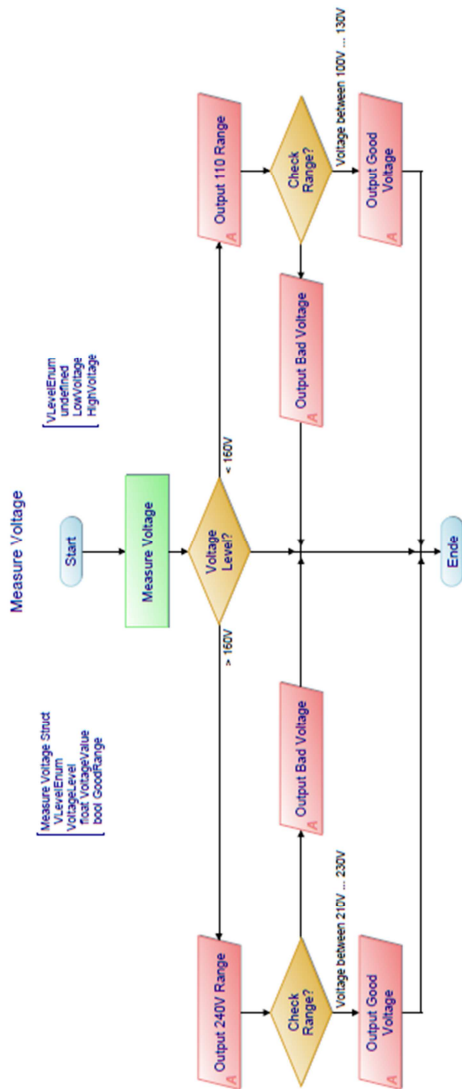


FIGURA 31 - Diagrama específico da rotina principal do *software*.

## Implementação

Foram utilizados os seguintes *softwares* para programação:

- MPLAB X IDE v05 da empresa MicroChip;
- microC PRO v6.2 para PICs da empresa MikroElektronika.

Primeiramente foi utilizado o *software* MPLAB para efetuar testes de *upload* de código fonte compilado através da interface de programação PICKit3, já apresentada no capítulo anterior.

Porém devido a facilidade de uso por parte da equipe, foi escolhido a IDE (Interface de Desenvolvimento) microC PRO.

O *software* é composto por uma série de 12 arquivos, sendo eles:

- 1) MyProject.c: Contém a aplicação principal (*main loop*) e todas as chamadas para os demais arquivos;
- 2) HardwareConfiguration.c: Contém as funções `initIO()` para inicialização de portas de entrada e saída e `initADC()` para correta configuração dos parâmetros de inicialização do conversor analógico digital;
- 3) HardwareConfiguration.h: Pré-definições para inicialização do *hardware* e macros para utilização de “apelidos” para operações ao longo de todos os códigos;
- 4) LEDOutput.c: Biblioteca cedida na qual são feitas as rotinas para correto funcionamento das interrupções temporais que fazem os LEDs piscarem;
- 5) LEDOutput.h: Diretivas e macros de inicialização para correto funcionamento dos LEDs;
- 6) LCDOutput.c: Inicialização de portas, vetores contendo as mensagens *default* e instância da função `lcd_` disponível como biblioteca incorporada ao compilador `microC`;
- 7) LCDOutput.h: Definições e inicialização de funções para o *display*;
- 8) ADCInput.c: Contém a interrupção principal para amostragem dos valores de tensão nos dois conversores analógicos/digitais, além da inicialização de todas as variáveis envolvidas no processo de filtragem dos sinais amostrados;
- 9) ADCInput.h: Inicialização das funções do `ADCInput.c`;

- 10) MeasureState.c: Arquivo contendo a máquina de estados que define os níveis de tensão e corrente definidos no arquivo em hexadecimal;
- 11) MeasureState.h: Definição numérica dos limites e definição de novas estruturas de dados utilizadas na máquina de estados;
- 12) Types.h: Macros padrão como ligado e desligado com seus significados numéricos (1 e 0 respectivamente nesse caso).

A maior parte do conteúdo dos arquivos acima citados estão expostos no Apêndice C. A seguir são apresentados apenas alguns dos principais blocos de códigos e suas funções.

### ***Códigos de Inicialização de Hardware***

Utilizados para definir direções de portas e valores de inicialização das mesmas, essas diretivas devem ser inseridas no cabeçalho antes da aplicação principal.

### ***Códigos Principais (main loop)***

Em uma aplicação para microcontroladores, a rotina de processamento infinito normalmente incorporada dentro de um laço de repetição “*while(1)*” ou “*for(;;)*”, deve ser sempre a menor possível para não comprometer a carga de operações realizadas a cada ciclo de processamento. Sendo assim buscou-se uma implementação enxuta através do uso de interrupções.

Além disso nesse arquivo constam a primeira instância de cada função de inicialização de *hardware*, de modo que seja possível tornar funcional todos os periféricos definidos nos demais arquivos. Lembrando que estes estão referenciados através dos cabeçalhos.

### ***Código para Leitura de Tensão e Corrente***

Para esta funcionalidade foram utilizados dois blocos distintos para execução de laços de decisão *switch case*, os quais implementam as duas máquinas de estados necessárias para verificação dos níveis de tensão e correto chaveamento dos relés de acordo com a funcionalidade.

## **RESULTADOS**

Neste capítulo são apresentados os testes realizados nos circuitos após sua montagem, bem como os detalhes de suas funcionalidades, para por fim apresentarem-se sugestões de trabalhos futuros.

### ***Testes Gerais***

Após concluída a etapa de montagem dos circuitos iniciaram-se os testes, primeiramente através de equipamentos de baixa tensão, pois houveram restrições de segurança nos laboratórios da Alemanha quanto ao teste em rede elétrica não isolada.

Sendo assim foi comprovado o correto funcionamento do circuito, porém sem alguns estágios de potência, como por exemplo o transformador. Então para efeitos de testes sem riscos, esse era conectado a alimentação de corrente alternada de baixa tensão, após o secundário do transformador (Figura 32).



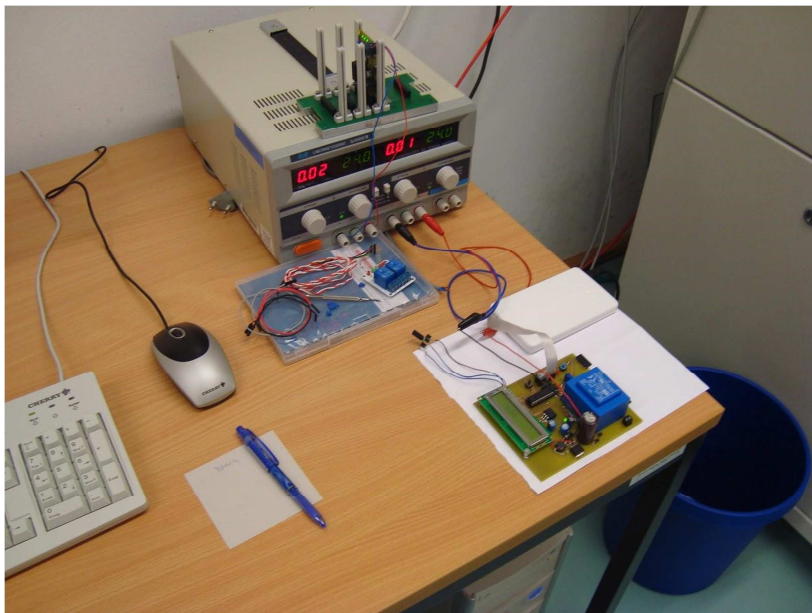


FIGURA 32 - Parte da bancada de testes na Alemanha.

Para testes iniciais de variação de tensão foi utilizada uma fonte de corrente alternada variável de baixa tensão (0 a 30 V), porém esse teste mostrou-se não ser fidedigno o suficiente para atestar o completo funcionamento do circuito, pois nestes a fonte era conectada imediatamente após os diodos retificadores, logo excluindo o transformador e os diodos do teste.

Já para medição de corrente utilizou-se um resistor de resistência em torno de 100 Ohms, mas com grande potência de dissipação. Mesmo assim limitou-se a corrente para trabalhar na faixa dos 100 a 500 mA, o suficiente para comprovar o correto funcionamento do módulo de detecção de corrente.

Então para fins de comprovação e análise dos sinais, se fez necessária a montagem de um cenário mais próximo do real, com equipamentos para tal. Esse cenário somente foi montado no Laboratório de Processamento Eletrônico de Energia (LPEE) do IFSC no Campus Florianópolis. Nos ensaios foram utilizados, além de ponteiras isoladas para o osciloscópio digital, também multímetro digital *full range*, fonte de baixa tensão, auto transformador e *varivolt*.

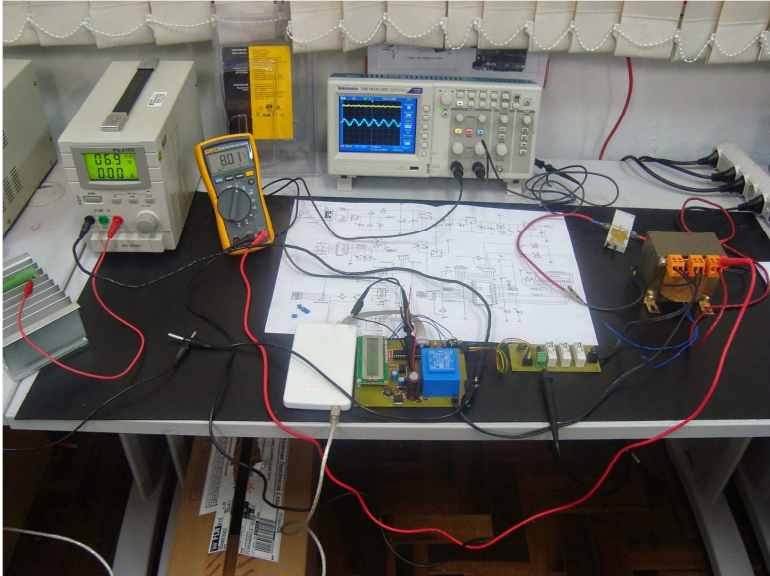


FIGURA 33 - Foto do protótipo e equipamentos de bancada.

Apesar da dificuldade inerente de se trabalhar diretamente com a rede de 220 V, o *setup* de testes foi montado conforme é visto na Figura 33. Seus resultados e conclusões foram divididos em seus respectivos tópicos conforme os itens a seguir.

## Funcionalidades

A inicialização do produto se dá simplesmente pela energização do mesmo. É apresentada uma mensagem de boas vindas no *display* instruindo o usuário a pressionar o botão, então o produto somente passa a atuar quando o *push-button*  $S_1$  é pressionado.

Segundo a programação do *software*, a próxima ação é a verificação dos níveis de tensão da rede. Se estes estiverem dentro dos níveis aceitáveis, o produto passa a atuar nos relés e a apresentar suas indicações visuais.

Todas as funcionalidades podem ser visualizadas através do *display* (Figura 34), que mostra a tensão e corrente em tempo real, e também através dos LEDs da parte superior da placa, que foram programados para piscar nas seguintes condições:

CRÍTICA: LED verde apagado e LED vermelho piscando;

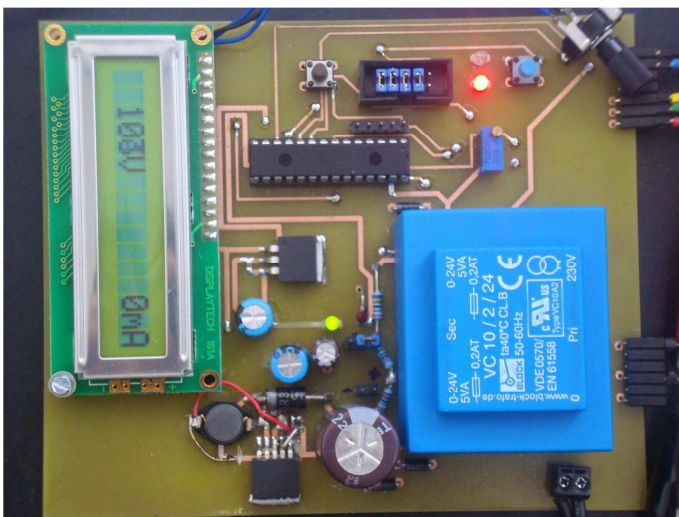


FIGURA 34 - Foto das indicações visuais no estado crítico.

PRECÁRIA: LED verde piscando e LED vermelho apagado (Figura 35) e uma forma de onda de entrada e saída (Figura 36);

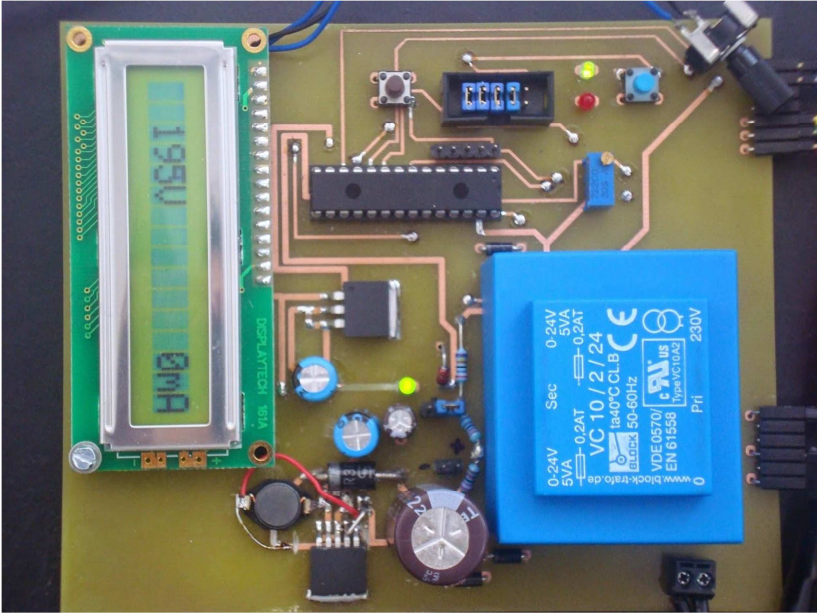


FIGURA 35 - Foto das indicações visuais no estado precário.

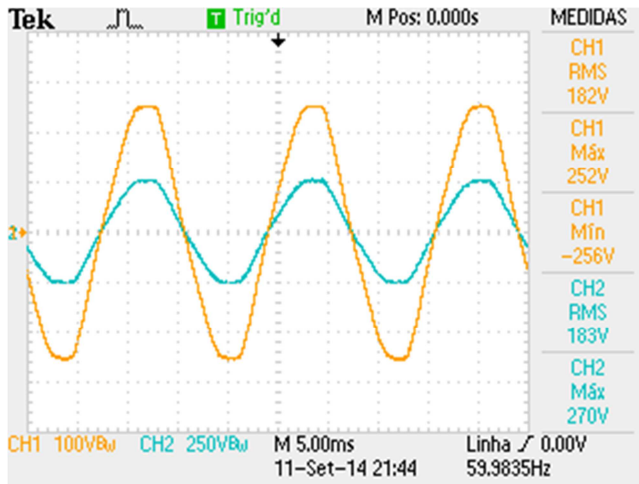


FIGURA 36 - Mesmo sinal de entrada e saída em escalas diferentes.

ADEQUADA: LED verde aceso e LED vermelho apagado (Figura 37). A Figura 38 apresenta o sinal no momento do teste.

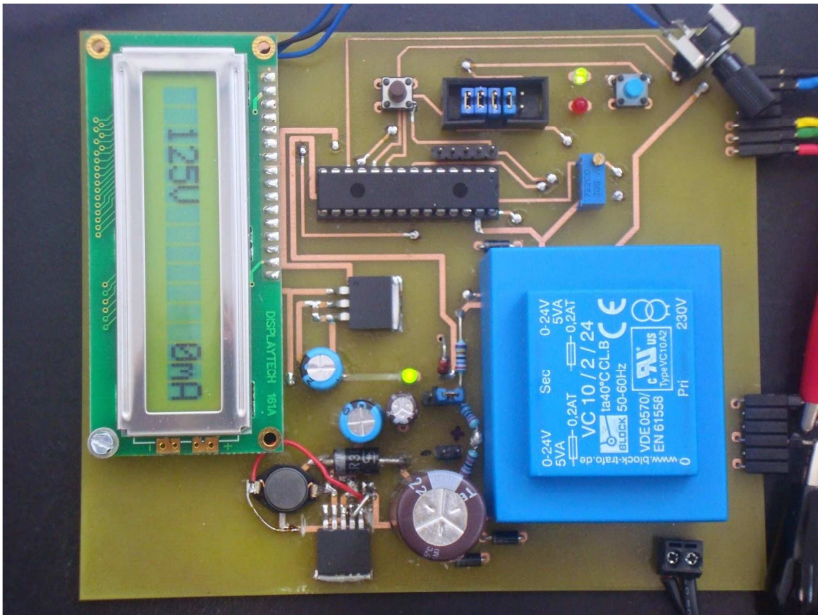


FIGURA 37 - Foto das indicações visuais no estado adequado.

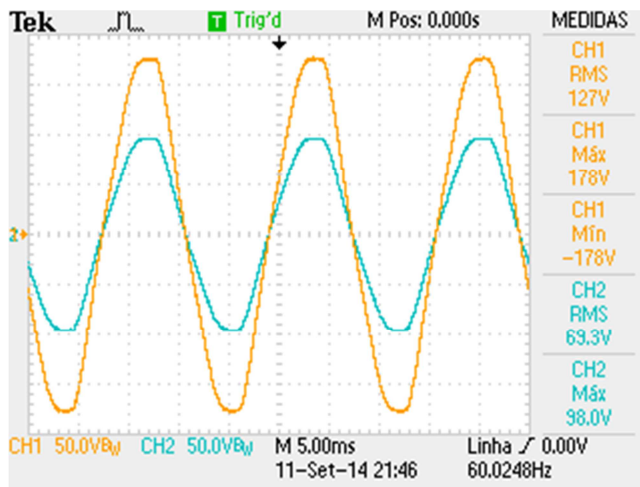


FIGURA 38 - Sinal de entrada para a faixa de 110 V.



Além disso foi criado um terceiro estado no qual futuramente sua ação pode ser modificada conforme a necessidade. Se trata da tensão intermediária (entre 140 e 189 V): LED verde piscando e LED vermelho piscando (Figura 39).

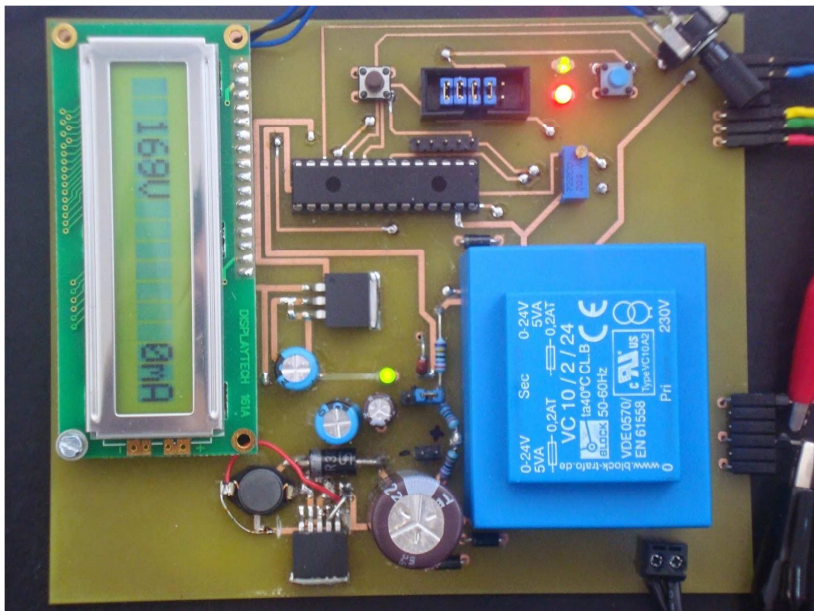


FIGURA 39 - Foto das indicações visuais no estado intermediário.

### ***Análise de sinais***

Na Figura 40, é possível identificar a forma de onda retificada após o transformador e a ponte de diodos. Como nota-se o sinal é uma senóide de formato aparentemente normal, com seus valores de tensão apresentados no lado direito da imagem.

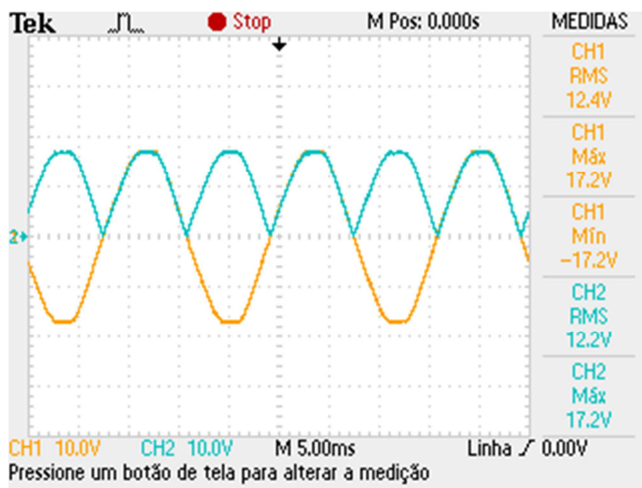


FIGURA 40 - Sinal de entrada retificado.

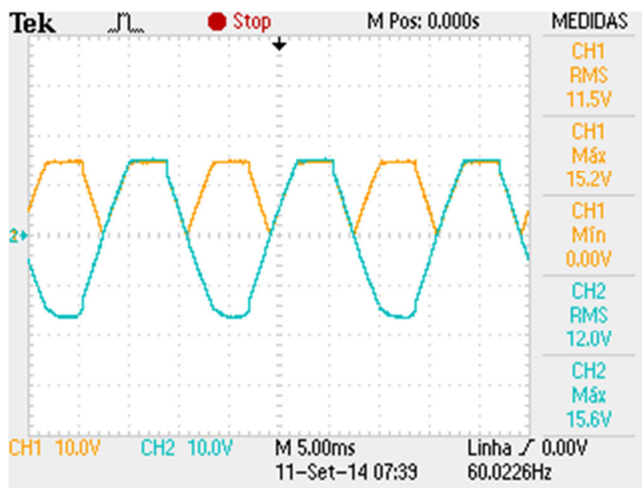


FIGURA 41 - Sinal de entrada retificado com fonte conectada.

Já na Figura 41 é possível notar uma deformação no sinal quando a fonte do circuito é conectada. Em uma primeira análise, pensa-se que o transformador utilizado está sendo o causador dessa deformação, porém o caso necessitaria de um estudo mais detalhado.

Vale ressaltar que tal problema somente foi diagnosticado nas etapas finais do projeto, então ao invés da troca do

transformador, seus valores foram corrigidos diretamente através de calibração em *software*, ajustando o fator de multiplicação na fórmula de cálculo. Sendo assim as medidas continuam sendo confiáveis mesmo após essa distorção no sinal amostrado.

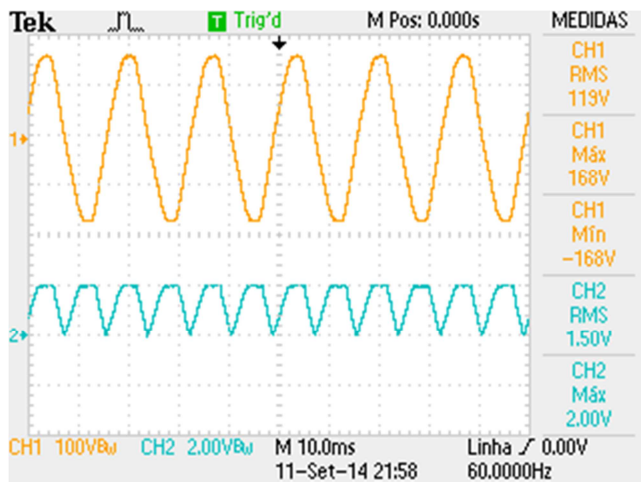


FIGURA 42 - Sinal de entrada acima e sinal de amostragem abaixo.

A seguir são apresentados os resultados do teste das placas, de acordo com alguns cenários pré-definidos.

### **Testes específicos**

Neste item são apresentados três cenários nos quais são comprovadas todas as funcionalidades do produto, conforme descritas a seguir.

#### **Cenário 1: Seleção automática de entrada**

Uma das primeiras funcionalidades projetadas para o circuito é a detecção automática de entrada da rede na faixa de 110 ou 220 V.

Para tal teste, é colocada uma tensão de 220 V na entrada do circuito de medição, e esta é diminuída até atingir a faixa de tensão 110 V. Nesse momento deve ser possível identificar um chaveamento no primeiro relé da placa de potência, separada do módulo principal.



Esse chaveamento indica que a partir daquele momento, tanto o circuito de medição quanto a carga passarão a serem alimentados pelo circuito de 110 V e não mais pelo TAP de 220 V do transformador. Na Figura 43 é apresentado exatamente o momento anterior a essa atuação, pois é possível ver a saída do sinal (Canal 2 - CH2) com o valor aproximadamente na metade de sua entrada (Canal 1 - CH1).

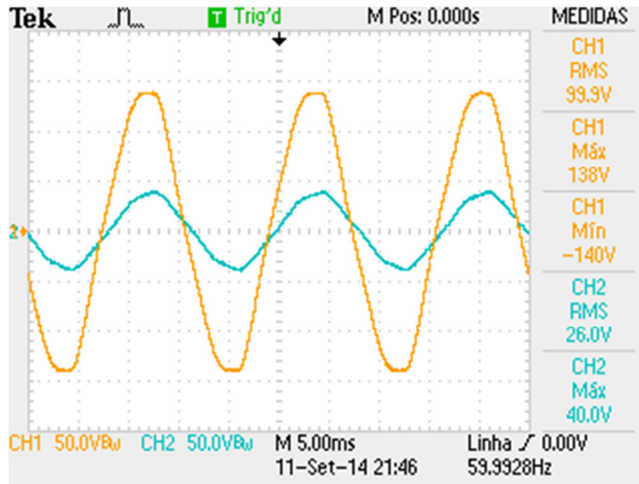


FIGURA 43 - Comprovação do funcionamento com tensão baixa.

### **Cenário 2: Desligamento da Carga Automático**

No caso da tensão de entrada atingir uma faixa não aceitável, a máquina de estados deve imediatamente acionar o segundo relé, responsável pelo desligamento da carga.

O seu correto funcionamento pode ser averiguado através do chaveamento ou não do primeiro relé. Tal comportamento foi capturado através do osciloscópio na Figura 45.

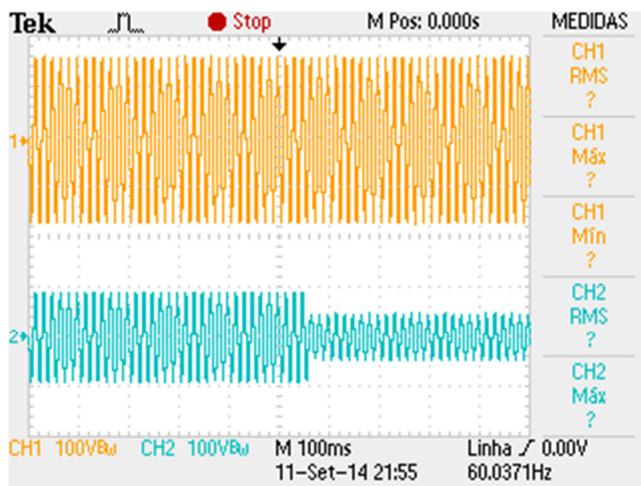


FIGURA 44 - Demonstração do desligamento do relé da carga.

Analisando o gráfico da Figura 44 é possível notar uma queda brusca a partir de aproximadamente a metade do sinal inferior. Conforme a Figura 45, esse sinal representa a saída e seu desligamento, pois a entrada foi elevada a níveis não mais suportados conforme normativa.

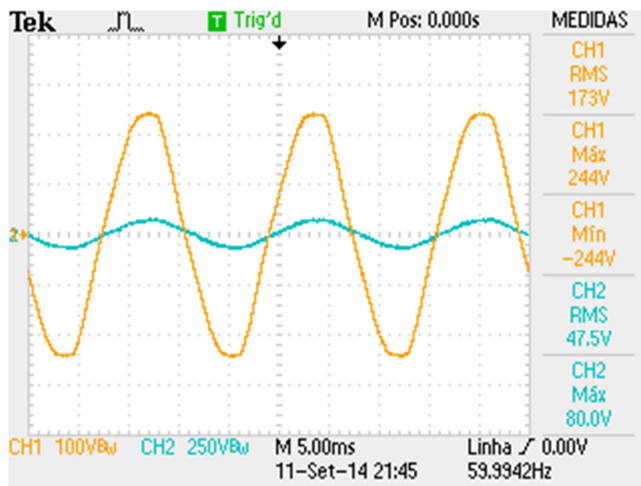


FIGURA 45 - Comprovação da carga sendo desligada.

Vale ressaltar que em ambos os gráficos, o sinal inferior somente não atinge o valor nulo quando desligado devido a utilização de ponteiros de medição isoladas, logo sem referência no teste quando desconectadas, gerando assim um ruído em sua medida.

### **Cenário 3: Desligamento das Tomadas Secundárias**

Uma outra funcionalidade do produto é desligar seu terceiro relé no qual estarão conectadas as cargas secundárias (comandadas pela tomada principal), quando a corrente atinge níveis abaixo de 100 mA, representando assim padrões de consumo de *StandBy*. O seu correto funcionamento pode ser averiguado através do chaveamento ou não do terceiro relé, conforme capturado através do osciloscópio nas Figuras 46 e 47.

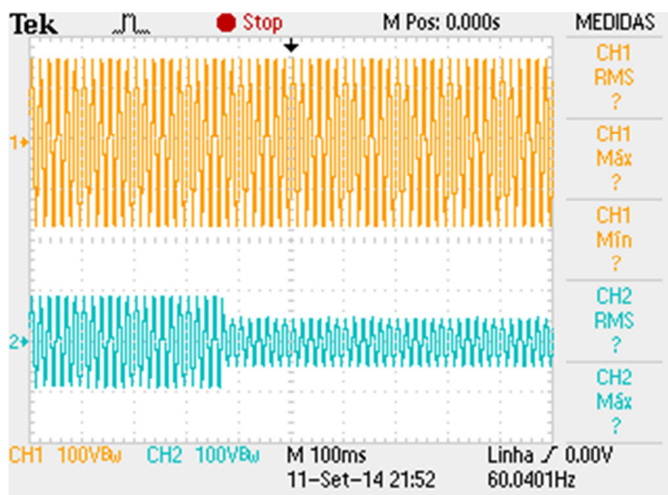


FIGURA 46 - Demonstração do desligar do relé secundário (CH2).

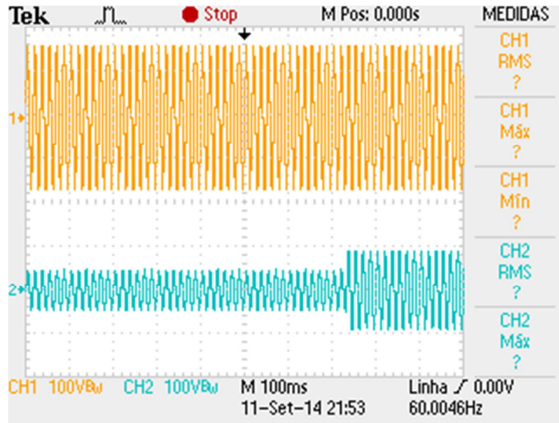


FIGURA 47 - Demonstração do ligar do relé secundário (CH2).

Para efeito de comprovação é possível visualizar no *display* (Figura 48), que o nível de corrente se encontrava abaixo do especificado e portanto é utilizado para acionar e desligar as tomadas secundárias.

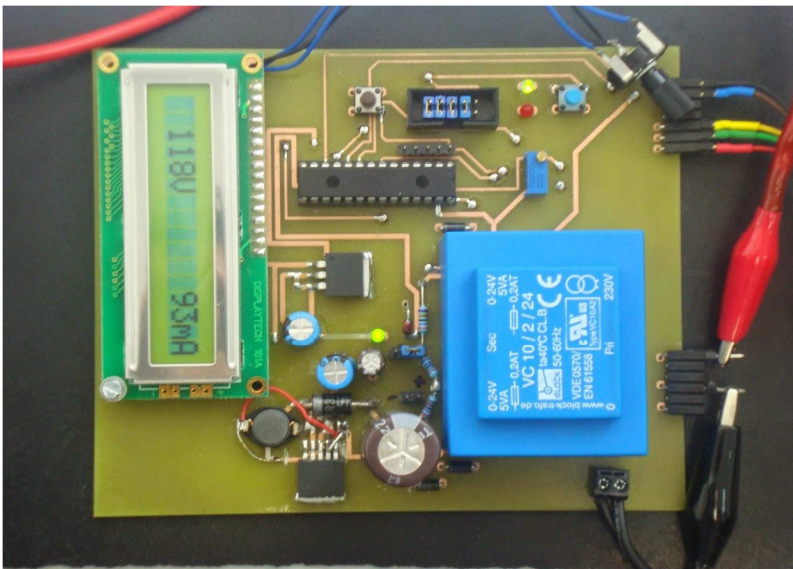


FIGURA 48 – Valor do consumo de corrente (93 mA)

Na Figura 49 é possível visualizar o sinal de entrada na

faixa dos 110 V (precisamente 124 V nesse caso) ser utilizado como alimentação de uma carga de 600 Ohms, gerando assim uma corrente de aproximadamente 200 mA, o que resultaria na ligação do relé de *StandBy*, pois este valor é considerado acima do limite de consumo de corrente.

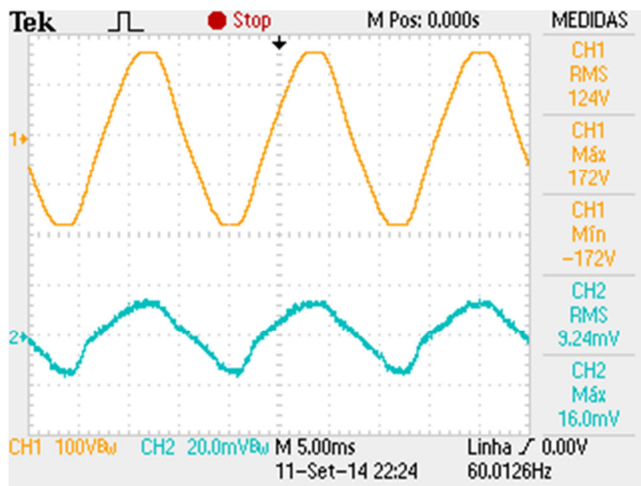


FIGURA 49 - Sinal de entrada (acima) e sinal medido na saída do circuito de medição de corrente (abaixo).

Por fim apresenta-se (Figura 50) a placa final em sua segunda versão, na qual foram feitas pequenas correções antes de sua montagem.

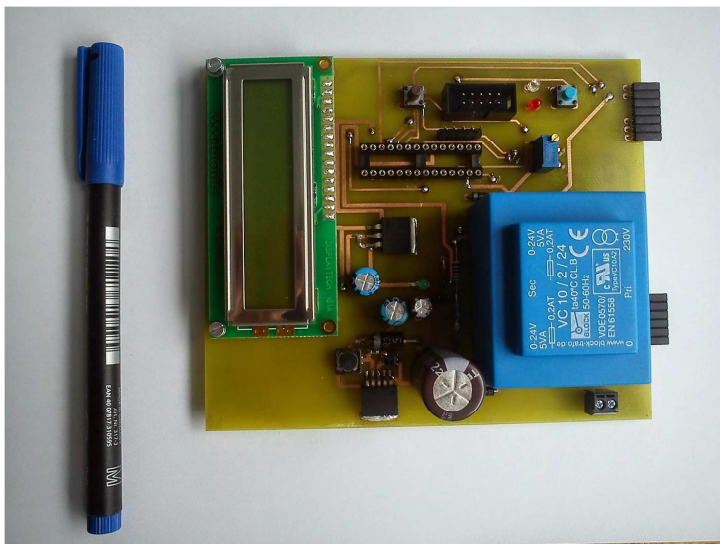


FIGURA 50 - Foto da placa principal montada ao lado de uma caneta para efeito de comparação do seu tamanho.

### ***Implementações Futuras***

Apesar da maior parte dos objetivos deste trabalho terem sido alcançados, há alguns outros que ainda não foram, e para tal são elencadas a seguir algumas sugestões para implementações e trabalhos futuros baseados nesse mesmo produto, bem como melhorias no mesmo.

### ***Filtros para Surtos no Módulo de Potência***

Sugere-se aqui a criação de módulos adicionais para proteções específicas, como TV-a-Cabo (Coaxial), Telefonia (RJ-11) ou Rede de Computadores (RJ-45). Tais circuitos poderiam ser adicionados ao módulo de potência, o qual foi desacoplado do módulo de processamento por diversas razões já citadas, incluindo essa possibilidade.

Nesse módulo seria possível implementar todas as funcionalidades necessárias para proteção de descargas atmosféricas e demais interferências que possam danificar o produto e a carga nele conectada, por terem níveis de tensão extremamente elevados e duração temporal muito pequena,

seriam necessários componentes como varistores e supressores.

### ***Estabilizador Eletrônico***

Como os circuitos implementados são capazes de detectar mudanças de tensão na entrada e fazer o acionamento de chaves eletrônicas, bastaria ter um transformador com saídas em diversos níveis de tensão para se desenvolver um Estabilizador Eletrônico.

Vale lembrar que nesse caso o produto deve ser desenvolvido conforme determina a Norma do INMETRO a respeito de estabilizadores.

### ***Medidor de Consumo Energético***

Considerando o fato do circuito obter grandezas de corrente e tensão, é passível de implementação rotinas de cálculo de energia consumida. Com mais alguns códigos seria possível calcular o consumo ao longo do tempo, caracterizando assim um produto com novas características

### ***Melhorias***

- Implementar módulos de proteções analógicas, contendo varistor, fusível, supressor a gás, etc.;
- Redução de custos, pois em uma breve pesquisa constatou-se que os custos dos componentes no mercado nacional passariam de R\$ 100,00;
- Troca do *display* para um de 7-Segmentos, no qual os números apareceriam maiores e seu custo seria mais baixo;
- Substituição dos relés mecânicos por chaves eletrônicas silenciosas TRIACs ou MOSFETs;
- Outros requisitos não atendidos: partida zero crossing, filtro de entrada e LED de aterramento.

## CONCLUSÃO

Apresentaram-se na etapa inicial deste trabalho os objetivos do projeto, bem como uma breve revisão bibliográfica sobre produtos e tecnologias que se julgou pertinente a execução deste projeto, sendo estes tomados como norteadores para o projeto.

Nos capítulos posteriores apresentou-se uma pesquisa de mercado realizada na Região da Grande Florianópolis, onde pode-se identificar uma demanda por produtos de proteção elétrica para eletroeletrônicos. Com base nos dados extraídos dessa pesquisa, foram definidos os requisitos mínimos e desejados para confecção do protótipo deste produto eletrônico.

Sendo assim, com o apoio de dois Engenheiros da Universidade de Ciências Aplicadas de Neubrandenburgo, foi desenvolvido um produto eletrônico modular capaz de fazer medidas de tensão e corrente, para assim acionar chaves eletromecânicas que atuam na proteção e economia de energia de diversos tipos de cargas eletroeletrônicas.

O circuito foi projetado e montado no exterior, mas somente no retorno ao Brasil é que foram realizados testes mais profundos. Nos testes no laboratório LPEE do IFSC Campus Florianópolis, concluiu-se que o protótipo é funcional, o que demonstra ser factível e possivelmente poderia atender às necessidades elencadas pelos clientes em potencial.

O fato do produto ter sido produzido no exterior determinou inclusive um custo elevado na definição dos seus componentes, o que por sua vez acabou por criar um produto de alto custo se comparado a outros produtos. Estes foram brevemente avaliados em nosso país e por hora conclui-se que sua produção seria inviável, considerando o alto custo de matéria-prima e mão de obra. Mesmo assim, pensa-se em tornar o produto comercial após otimização de seus componentes e circuitos eletrônicos.

Ao se analisar o término deste projeto, pode-se dizer que ele obteve resultados interessantes, pois considerando o tempo limitado e demais dificuldades inerentes a realização de um projeto no exterior, ainda assim foi possível passar por etapas e dificuldades comuns ao desenvolvimento de um projeto de um produto eletrônico, chegando a um protótipo funcional.



## REFERÊNCIAS

ABB. **Surge Protective Devices, UL 1449 from 2nd to 3rd Edition.** Technical paper, Março de 2011.

<[http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/1e3ee76b6b93d21ac1257a0f005711d1/\\$file/leaflet%20ul1449\\_surge%20protection%20devices\\_1txh%20000%20106%20I0201.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/1e3ee76b6b93d21ac1257a0f005711d1/$file/leaflet%20ul1449_surge%20protection%20devices_1txh%20000%20106%20I0201.pdf)>. Acesso em: 31 jul. 2014.

ABINEE, Revista. **Nova norma de estabilizadores traz benefícios a usuários.** Dezembro de 2007. Disponível em:

<<http://www.abinee.org.br/informac/revista/44h.pdf>>. Acesso em 26 ago. 2014.

ALLEGRO, FAQ. **Perguntas Frequentes sobre o microchip ACS710.** Disponível em:

<<http://www.allegromicro.com/en/Products/Current-Sensor-ICs/Zero-To-Fifty-Amp-Integrated-Conductor-Sensor-ICs/ACS710/ACS710-Frequently-Asked-Questions.aspx>>. Acesso em 27 ago. 2014.

\_\_\_\_\_, DataSheet. **ACS710: 120 kHz Bandwidth, High Voltage Isolation Current Sensor with Integrated Overcurrent Detection.**

Última revisão: 25 de Março de 2011. Disponível em:

<<http://www.allegromicro.com/~media/Files/Datasheets/ACS710-Datasheet.ashx>>. Acesso em 27 ago. 2014.

ALMEIDA, Bruno Ricardo de. **Controle Digital de um Condicionador de Tensão Alternada**, 2009. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação Tecnológica em Sistemas Eletrônicos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Consulta Pública Nº: 009/2011.** Descrição: Receber dados e contribuições para análise dos impactos da aplicação do Decreto nº 97.280, de 16 de dezembro de 1988 (padronização das tensões). Disponível em:

<[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/consulta\\_publica/detalhes\\_consulta.cfm?IdConsultaPublica=215](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/consulta_publica/detalhes_consulta.cfm?IdConsultaPublica=215)>. Acesso em 08 abr. 2014.

\_\_\_\_\_. **Nota Técnica nº 0153/2013-SRD/ANEEL.** Análise das contribuições recebidas na Consulta Pública nº 009/2011, que objetivou receber dados e contribuições para análise dos impactos da aplicação do Decreto nº 97.280, de 16 de dezembro de 1988

(padronização das tensões). 20 de junho de 2013. Disponível em <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/consulta\\_publica/documentos/NT\\_0153-2013-SRD-ANEEL\\_-\\_CP\\_009-2011.pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/consulta_publica/documentos/NT_0153-2013-SRD-ANEEL_-_CP_009-2011.pdf)>. Acesso em: 12 set. 2014.

\_\_\_\_\_. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST**. Módulo 8 – Qualidade da Energia Elétrica. Revisão 5 com validade de 01/01/2015.

Disponível em:

<[http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Modulo8\\_Revisao\\_1\\_Reticacao\\_1.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Modulo8_Revisao_1_Reticacao_1.pdf)>. Acesso em: 09 set. 2014.

BELKIN, Brochure. **Características técnicas do produto SmartAV**. Disponível em: <<https://www.belkin.com/conserva/smartav/>>. Acesso em: 31 jul. 2014.

EEWEB. **Electrical Engineering Home Toolbox**. 2014. Site de cálculo para medida de espessura da Trilha de Circuito Impresso. <http://www.eeweb.com/toolbox/external-pcb-trace-width>. Acesso em 29/07/14

FALLER, Luís André. **Razões pelas quais os estabilizadores atrapalham a fonte do PC**. Post publicado em 29/04/2009.

Disponível em: <<http://forum.clubedohardware.com.br/topic/613646-raz%C3%B5es-pelas-quais-os-estabilizadores-atrapalham-a-fonte-do-pc/>> Acesso em: 15 set. 2014;

INMETRO, Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **Programa de Análise em Produtos. Relatório de Análise em Filtro de Linha**. 2009.

<[http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/filtro\\_linha.pdf](http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/filtro_linha.pdf)>

Acesso em: 05 jul. 2014.

\_\_\_\_\_. **Portaria nº 27 de 18 de fevereiro de 2000**. Abrange exclusivamente os dispositivos elétricos de baixa tensão para uso residencial. Disponível em:

<<http://www.inmetro.gov.br/rtac/pdf/rtac00062pdf>>. Acesso em: 26 ago.14

INDELETRA. **Especificações técnicas do produto PROT-X, 2014**. Disponível em:

<[http://indeletra.com.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=78&Itemid=98](http://indeletra.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=78&Itemid=98)>. Acesso em: 28 ago. 2014.

INDELETRA. **Manual de operação do produto PROT-X, 2014.**  
[http://indeletra.com.br/pdf/Manual\\_Prot-X\\_220V-2010\\_Ver0pdf](http://indeletra.com.br/pdf/Manual_Prot-X_220V-2010_Ver0pdf)  
Acesso em: 28 ago. 2014.

INSTRUMENTS, Texas. **Device Catalog**, 2014. Página 10.  
Disponível em: <<http://www.ti.com/lit/sg/slab034y/slab034y.pdf>>.  
Acesso em 25 ago. 2014.

HAMANN, Bruno. **Você sabia que usar um estabilizador não serve para nada?** Artigo publicado em 09 de Junho de 2011.  
Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/energia/10658-voce-sabia-que-usar-um-estabilizador-nao-serve-para-nada-.htm>> Acesso em: 05 set. 2014.

MARIMOTO, Carlos E. **Filtros de linha, estabilizadores e nobreaks.** Revista [www.guiadohardware.net](http://www.guiadohardware.net). Ano 1 - No 4 - Abril 2007.

\_\_\_\_\_. **Tutorial: Filtros de linha, estabilizadores e nobreaks.**  
Publicado em 23/fev/2007. Disponível em:  
<<http://www.hardware.com.br/tutoriais/filtros-estabilizadores-nobreaks/pagina3.html>>. Acesso em: 14 set. 2014.

MEHL, Ewaldo L. M.: **Fontes Chaveadas.** Universidade Federal do Paraná. Centro Politécnico, Curitiba, Paraná. 2009.

MICROCHIP, Brochure. **Características técnicas do Microcontrolador PIC24F64BG00**  
<http://www.microchip.com/wwwproducts/Devices.aspx?product=PIC24FJ64GB004> Acessado em 25.08.2014

MORENO, Hilton. **Padronização de tensões no Brasil.** Edição 73 / Fevereiro de 201 Disponível em:  
<<http://www.osetoreletrico.com.br/web/colunistas/hilton-moreno/806-padronizacao-de-tensoes-no-brasil.html>>. Acesso em 08 abr. 2014.

OLESKOVICZ, Mário. **Qualidade da Energia – Fundamentos Básicos.** Apostila - USP – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, 2004. Disponível em:  
<<http://www.hdutil.com.br/site/arquivos/manutencao/eletrica/Qualidade%20da%20energia%20%20Fundamentos%20basicos.pdf>>.  
Acesso em: 15 out. 2014.

PETRY, Clóvis Antônio. **Estabilizador de Tensão Alternada para Cargas Não-Lineares**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

\_\_\_\_\_. Estabilizadores de Tensão Alternada para Alimentação de Cargas Não-Lineares: Estudo de variações topológicas e métodos de controle. Tese de Doutorado. Março de 2005.

GÜNTER, Hartmut. **Pesquisa Qualitativa Versus Pesquisa Quantitativa**. SciELO. Publicado em 02 ago. 2006. Disponível em: <[www.scielo.br/pdf/ptp/v22n2/a10v22npdf](http://www.scielo.br/pdf/ptp/v22n2/a10v22npdf)>. Acesso em: 29 jul. 2014.

TS Shara. **Divulgação com características do produto Verti Protector**. Disponível em: [http://www.tsshara.com.br/est\\_verti\\_prot.php](http://www.tsshara.com.br/est_verti_prot.php) Acesso em: 31 jul. 2014.

TORRES, Gabriel. **Vídeo sobre Filtros de Linha**. Publicado em 14 de Agosto 2014. Disponível em: <<http://www.clubedohardware.com.br/artigos/Video-tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-filtros-de-linha/2995>>. Acesso em: 13 de set. 2014.

\_\_\_\_\_. **Vídeo: Por que não devemos usar estabilizadores de tensão**. Publicado em 14 de Julho de 2014. Disponível em: <<http://forum.clubedohardware.com.br/topic/1078500-v%C3%ADdeo-por-que-n%C3%A3o-devemos-usar-estabilizadores-de-tens%C3%A3o>>. Acesso em: 13 set. 2014.

\_\_\_\_\_. **Livro Curso Completo Hardware**. Conheça tudo sobre manutenção, montagem, componentes, periféricos e sistemas operacionais do PC. Editora Axcel. 1996

UL, The Underwriters Laboratories. **Standard for Surge Protective Devices (SPDs) and Standard for Safety, Surge Protective Devices** (UL 1449 Third Edition, 2011). Disponível em: <http://ulstandardsinfontet.ul.com/scopes/scopes.asp?fn=1449.html> Acesso em: 01 ago. 2014.

## BIBLIOGRAFIA SUPLEMENTAR

MARTZLOFF, François. **General Electric Company**. Maio de 1976. "Surge Voltage Suppression in Residential Power Circuits". Schenectady NY. Disponível em <http://mayaweb.upr.clu.edu/~lorama/Thyrite%20Paper.pdf>. Acessado em 09.09.2014

\_\_\_\_\_. **Compilação Bibliográfica com Resumos**. Annotated Bibliography, Application Of Surge-Protective Devices And Coordination Of Cascades. Disponível em: <http://www.eeel.nist.gov/817/pubs/spd-anthology/files/Bibliography%201999pdf> >. Acessado em 13.10.2013

LAI, Jih-Sheng. **Power Electronics Application Center**. "Coordinating Cascaded Surge Protection Devices: High-Low versus Low-High". Knoxville TN, 1993.

## APÊNDICE

### Apêndice A

Neste item são apresentados os dados numéricos através de tabelas referentes aos gráficos apresentados na Pesquisa de Mercado realizadas.

- a) Você utiliza estabilizador em algum equipamento de sua casa?
- b) *Caso possua estabilizador:* Você considera que seu equipamento está protegido com um estabilizador?
- c) Quando você adquiriu este estabilizador, quais os fatores foram levados em conta?
  - i. Veio de graça junto com o equipamento
  - ii. O vendedor falou que precisava ou era bom ter um estabilizador
  - iii. O equipamento que comprei era 110V e portanto precisava de um estabilizador
  - iv. Averigui a potência e o peso dos estabilizadores antes de escolher
  - v. Verifiquei que a marca e o modelo eram conhecidos
  - vi. Pensei em garantir a segurança de meu patrimônio
  - vii. Outros

Veio de graça junto com o equipamento	<b>13</b>	16%
O vendedor falou que precisava ou era bom ter um estabilizador	<b>20</b>	24%
O equipamento que comprei era 110V e portanto precisava de um estabilizador	<b>34</b>	41%
Averigui a potência e o peso dos estabilizadores antes de escolher	<b>12</b>	14%
Verifiquei que a marca e o modelo eram conhecidos	<b>5</b>	6%

Pensei em garantir a segurança de meu patrimônio	<b>27</b>	33%
Outro	<b>4</b>	5%

**b. Você sabe dizer quais os tipos de proteção seu estabilizador oferece? (Resposta opcional)**

- i. Subtensão (tensão baixa na rede elétrica)
- ii. Sobretensão (tensão alta na rede elétrica)
- iii. Sobre corrente (corrente maior que a suportada na saída)
- iv. Curto-circuito (fusível na entrada do estabilizador)
- v. Filtro de linha (filtro de ruídos da rede)
- vi. Outros

Subtensão (tensão baixa na rede elétrica)	<b>34</b>	57%
Sobretensão (tensão alta na rede elétrica)	<b>51</b>	85%
Sobre corrente (corrente maior que a suportada na saída)	<b>12</b>	20%
Curto-circuito (fusível na entrada do estabilizador)	<b>34</b>	57%
Filtro de linha (filragem de ruídos da rede)	<b>9</b>	15%
Outros	<b>2</b>	3%

Obs.: As pessoas puderam marcar mais de uma caixa de seleção, então a soma das porcentagens pode ultrapassar 100%.

**c. Você sabia que o Brasil é um dos poucos países que ainda utiliza estabilizadores de energia?**

**d. Você considera um estabilizador necessário para seu equipamento nos dias de hoje?**

- i. Não, ligo direto meus equipamentos na tomada
- ii. Não, coloco somente um filtro de linha (régua)
- iii. Sim, o utilizo porque minha rede oscila muito

- iv. Sim, o utilizo porque meu equipamento é 110V
- v. Sim, pois o utilizo como proteção dos meus equipamentos
- vi. Outro

Não, ligo direto meus equipamentos na tomada	<b>19</b>	18%
Não, coloco somente um filtro de linha (régua)	<b>10</b>	10%
Sim, o utilizo porque minha rede oscila muito	<b>19</b>	18%
Sim, o utilizo porque meu equipamento é 110V	<b>20</b>	19%
Sim, pois o utilizo como proteção dos meus equipamentos	<b>29</b>	28%
Outro	<b>6</b>	6%

**e. Em quais equipamentos abaixo você utiliza(ria) um estabilizador ou produto similar?**

- i. Computador Desktop
- ii. Impressora Laser
- iii. TV LCD/LED/Plasma
- iv. Carregadores em geral
- v. Fonte de Notebook
- vi. Outros

Computador Desktop	<b>80</b>	78%
Impressora Laser	<b>38</b>	37%
TV LCD/LED/Plasma	<b>15</b>	15%
Carregadores em geral	<b>9</b>	9%
Fonte de Notebook	<b>13</b>	13%
Outro	<b>28</b>	27%

Obs.: As pessoas puderam marcar mais de uma caixa de seleção, então a soma das porcentagens pode ultrapassar 100%.



- f. **Você alguma vez já ouviu dizer que estabilizadores podem prejudicar os equipamentos?**

*Em caso de resposta afirmativa:*

- g. **O que você ouviu dizer ou porque acha que estabilizadores podem prejudicar os equipamentos?**

Vide ANEXO I

- h. **Defina uma escala de importância nas características principais que você busca em um estabilizador** (sendo 1 para pouca e 5 para muita importância):

- i. Design

**Obs.:** Eixo Y se refere ao número de pessoas.

- ii. Saída 110V  
iii. Entrada bivolt automático  
iv. Filtro de linha  
v. Proteções  
vi. Potência  
vii. Peso

- i. **Você gostaria que um substituto ao estabilizador possuísse outras características?**

- i. LED indicativo de falha no aterramento  
ii. Display mostrando a tensão atual da rede  
iii. Ao invés de um fusível um mini-disjuntor  
iv. Gabinete em plástico ao invés de metal  
v. Sem os "estalos" de relés batendo  
vi. Proteção contra surtos vindos da linha  
vii. Proteção contra surtos vindos via rede ethernet  
viii. Proteção contra surtos vindos da tv a cabo  
ix. Outro

LED indicativo de falha no aterramento	<b>56</b>	57%
Display mostrando a tensão atual da rede	<b>56</b>	57%
Ao invés de um fusível um mini-disjuntor	<b>55</b>	56%
Gabinete em plástico ao invés de metal	<b>30</b>	31%
Sem os "estalos" de relés batendo	<b>67</b>	68%
Proteção contra surtos vindos da linha telefônica	<b>47</b>	48%
Proteção contra surtos vindos via rede ethernet	<b>47</b>	48%
Proteção contra surtos vindos da tv a cabo	<b>39</b>	40%
Outro	<b>10</b>	10%

Obs.: As pessoas puderam marcar mais de uma caixa de seleção, então a soma das percentagens pode ultrapassar 100%.

## Apêndice B

```
//*****
/*
* Filename:   MSP430 Serial Data.c
* Date:      2012/03/03
* File Version: 1.0
* Author:    Nemeti Laszlo
* Modified by: Farleir Minozzo
*
*****
*
* Architecture: MSP430
* Processor:    MSP430G2553
* Compiler:    Code Composer Studio Version: 5.1.1.00031
*
*****
*
* Description: Read the voltage and internal temperature of the LaunchPad chip.
*
*     ACLK = n/a, MCLK = SMCLK = CALB_1MHZ, ADC10CLK = ADC10OSC/4
*
*     ADC sample is made on A10 with reference to internal
*     1.5V Vref. Temperature in oC stored in IntDegC.
*     ADC sample is made on A11 with reference to internal
*     5V Vref. MPS430 power supply voltage is mV stored in
*     IntVoltmV.
*     ADC sampling/convertng/ is started by
*     Timer_A.OUT1 (in every 1 second an ADC measuring is done)
*
*     HW UART is used to send measured data to PC via SERIAL PORT
*     Baud Rate: 9000 Baud
*
*     LEDs indicating ADC sampling
*
*     MSP430G2x33/G2x53
*     -----
*     /|\          XIN|-
*     ||          |
*     --|RST      XOUT|-
*     |          |
*     |A10       |
*
*****
*/

#include "msp430g2553.h"
#include <stdio.h>
```

```

#define LED_RED    BIT0
#define LED_GRE BIT6
#define LEDs      LED_RED + LED_GRE

volatile long temp;
volatile long volt;
long IntVoltmV;
long IntDegC;
volatile enum {MEASTEMP, MEASVDD} measmode;

//function prototypes
void UART_puts(char * s);
void UART_outdec(long data, unsigned char ndigits);

void main(void) {

    WDTCTL = WDTPW + WDTHOLD;           // Stop WDT

    //Initialize DCO
    if (CALBC1_1MHZ == 0xFF || CALDCO_1MHZ == 0xFF)
    {
        while(1);                       // If calibration constants erased
        // do not load, trap CPU!!
    }
    BCSCTL1 = CALBC1_1MHZ;              // Set DCO
    DCOCTL = CALDCO_1MHZ;

    //Initialize ADC
    measmode = MEASTEMP;
    ADC10CTL1 = INCH_10 + ADC10DIV_3 + SHS_1;           // Temp Sensor
    ADC10CLK/4
    ADC10CTL0 = SREF_1 + ADC10SHT_3 + REFON + ADC10ON + ADC10IE;
    TACCR0 = 30;                               // Delay to allow Ref to settle
    TACCTL0 |= CCIE;                            // Compare-mode interrupt
    TACTL = TASSEL_2 + MC_1;                    // TACLK = SMCLK, Up mode
    __bis_SR_register(CPUOFF + GIE);           // LPM0, TA0_ISR will force exit
    TACCTL0 &= ~CCIE;                          // Disable timer Interrupt

    BCSCTL3 |= LFXT1S_2;                       // ACLK = VLO
    TACCR0 = 12000;                             //
    TACCTL1 = OUTMOD_3;                         // TACCR1 set/reset
    TACCR1 = 6000;                              // TACCR1 PWM Duty Cycle
    //TACCTL0 |= CCIE;                          // Compare-mode interrupt
    TACTL = TASSEL_1 + MC_1;                   // TACLK = ACLK, Up mode

    //Initialize HW UART
    P1SEL = BIT1 + BIT2;                       // P1.1 = RXD, P1.2=TXD
    P1SEL2 = BIT1 + BIT2;                      // Secondary peripheral module
    function is selected.
    UCA0CTL1 |= UCSSEL_2;                      // SMCLK

```

```

UCA0BR0 = 104;           // 1MHz 9600
UCA0BR1 = 0;           // 1MHz 9600
UCA0MCTL = UCBR0;     // Modulation UCBR0x = 1
UCA0CTL1 &= ~UCSWRST; // **Initialize USCI state machine**

// Initialize LED_RED LED_GRE
P1DIR |= LED_RED + LED_GRE;

ADC10CTL0 |= ENC;

P1SEL |= BIT5; //TESTE

while(1) {
    __bis_SR_register(CPUOFF + GIE); // LPM0 with interrupts enabled

    switch (measmode) {
        case MEASTEMP :
            P1OUT |= LED_RED;
            temp = ADC10MEM;
            IntDegC = ((temp - 673) * 4225) / 1024;
            UART_outdec(IntDegC,1);
            UART_puts("C");
            measmode = MEASVDD;
            break;
        case MEASVDD:
            P1OUT |= LED_GRE;
            volt = ADC10MEM;
            IntVoltmV = volt * 5000 / 1024;
            UART_outdec(IntVoltmV,0);
            UART_puts("mV");
            measmode = MEASTEMP;
            break;
    }
    UART_puts("\n");

    P1OUT &= ~(LED_RED + LED_GRE);
    __no_operation(); // SET BREAKPOINT HERE
}

}

//-----
// function definitions
//-----

void UART_puts(char * s) {
    while (*s) {
        while (!(IFG2&UCA0TXIFG)); // USCI_A0 TX buffer ready?
        UCA0TXBUF = *s++;
    }
}

```

```

void UART_outdec(long data, unsigned char ndigits){
    unsigned char sign, s[6];
    unsigned int i;
    sign = ' ';
    if(data < 0) {
        sign='-';
        data = -data;
    }
    i = 0;
    do {
        s[i++] = data % 10 + '0';
        if(i == ndigits) {
            s[i++]='.';
        }
    } while( (data /= 10) > 0);
    s[i] = sign;
    do {
        while (!(IFG2&UCA0TXIFG));
        UCA0TXBUF = s[i];
    } while(i--);
}

```

```

// ADC10 interrupt service routine
#pragma vector=ADC10_VECTOR
__interrupt void ADC10_ISR(void)
{
    __bic_SR_register_on_exit(CPUOFF);    // Clear CPUOFF bit from 0(SR)
    ADC10CTL0 &= ~ENC;                    // ADC10 disable
    switch (measmode) {
        case MEASTEMP:
            //temp = ADC10MEM;
            ADC10CTL1 = INCH_11 + ADC10DIV_3 + SHS_1;
            ADC10CTL0 |= REF2_5V;
            break;
        case MEASVDD:
            //volt = ADC10MEM;
            //ADC10CTL1 = INCH_5 + ADC10DIV_3 ;           // Channel 5,
ADC10CLK/4
            //ADC10CTL0 = SREF_0 + ADC10SHT_3 + ADC10ON + ADC10IE;
//Vcc & Vss as reference
            ADC10CTL1 = INCH_10 + ADC10DIV_3 + SHS_1;
            ADC10CTL0 &= ~REF2_5V;
            ADC10AE0 |= BIT5; //P1.5 ADC option
            break;
    }
    ADC10CTL0 |= ENC;                    //
}

```

```
#pragma vector=TIMER0_A0_VECTOR
__interrupt void TA0_ISR(void)
{
    //TACTL = 0;                // Clear Timer_A control registers
    __bic_SR_register_on_exit(CPUOFF);    // Clear CPUOFF bit from 0(SR)
    //ADC10CTL0 = SREF_1 + ADC10SHT_3 + REFON + ADC10ON + ADC10IE;
    //ADC10CTL0 |= ENC;
}
```

## **Apêndice C**

### **Arquivo principal**

```
/** Test program description
 * @file MyProject.c
 * @version 0.2beta
 * \brief Features:
 * 1. Turn on the RED LED
 * Blink the LED with Interruption
 * @param Code::mikroC PRO for dsPIC v6.20
 * \author Farleir Luis Minozzo and Olaf
 * \since 2014-04-01
 */

/** Files to include */
#include "HardwareConfiguration.h"
#include "LEDOOutput.h"
#include "LCDOutput.h"
#include "ADCInput.h"
#include "VoltageState.h"

char voltage[] = "Loading.";
char volStr[] = "V";
char current[] = "Load  ";
char curStr[] = "mA";
char minusStr[] = "-";

static int lastVoltageValue = 0;
static int voltageValue = 0;
static signed int lastCurrentValue = 0;
static signed int currentValue = 0;
static int tempCurrentValue = 0;
static BOOL buttonOnOffState = false;
static BOOL buttonOnOffBlock = false;

static BOOL DisplayChange = false;

void main() {

    //Beggining of configuration
    configureHardware();
    TimerInit();
    ADC_ON();
    ADC_Sample_ON();
    lcd();

    while(1){
```



```

if (!buttonOnOffBlock)
{
    if (BUTTON_OnOff == ON)
    {
        if (buttonOnOffState)
            buttonOnOffState = OFF;
        else
            buttonOnOffState = ON;

        buttonOnOffBlock = true;
    }
}
else
{
    if (BUTTON_OnOff == OFF)
    {
        buttonOnOffBlock = false;
        if (!buttonOnOffState)
        {
            // Clear all; System in Sleepmode
            lcd_show("", "");
            SetSleep();
        }
    }
}

if(buttonOnOffState)
{
    DisplayChange = false;

    voltageValue = GetVoltage();
    currentValue = GetCurrent();

    if (voltageValue != lastVoltageValue) {

        WordToStr(voltageValue,voltage);
        lastVoltageValue = voltageValue;
        DisplayChange = true;
    }

    if (voltageChanged())
    {
        UpdateVoltageState(voltageValue);
        SetVoltageChanged(false);
    }

    if (currentChanged())
    {
        UpdateCurrentState(currentValue);
        SetCurrentChanged(false);
    }
}

```

```

    }

    if (currentValue != lastCurrentValue) {
        IntToStr(currentValue, current);
        lastCurrentValue = currentValue;
        DisplayChange = true;
    }

    if (DisplayChange)
    {
        /* WordtoStr copied 5 Value-Characters and 1 terminated Zero in the
           Char-Array. We copied the string, begin on Position where find the
           terminated Zero in voltage and current, including the terminated
           Zero in volStr and curStr. (volStr Length is 1, but include Zero is 2;
           and so on)
        */
        memcpy(&voltage[5], volStr, 2);
        memcpy(&current[6], curStr, 3);
        lcd_show(voltage, current);
    }
}

}
}

//_T1Interrupt() is the T1 interrupt service routine (ISR).
void Interrupt() iv IVT_ADDR_T1INTERRUPT ics ICS_AUTO {

    StepLEDs();
    IFS0bits.T1IF = 0;

}

```

(i) *HardwareConfiguration.c*

```
//Files to include
#include "HardwareConfiguration.h"
#include "Types.h"

// Function Forwarding
void initIO();
void initADC();

void configureHardware(void){

    initIO();
    initADC();
}

void initIO(void){

    /* Setup analog functionality and port direction */

    LED_OkDIR = OUT; // Set RB1 as an output for LED
    LED_NokDIR = OUT; // Set RB0 as an output for LED
    AD1PCFG = 0xFFCF; //Set AN4 (PCFG4=0) and AN5 (PCFG5=0) to Analog
Inputs; All others dig. IO
    BUTTON_OnOffDIR = IN;
    TRISBbits.TRISB5 = OUT;
    TRISBbits.TRISB7 = OUT;
    TRISBbits.TRISB8 = OUT;
    TRISBbits.TRISB9 = OUT;
    TRISBbits.TRISB10 = OUT;
    TRISBbits.TRISB11 = OUT;
    RELE_InputDIR = OUT;
    RELE_Input = OFF;
    RELE_ChargeDIR = OUT;
    RELE_Charge = OFF;
    RELE_StandbyDIR = OUT;
    RELE_Standby = OFF;
    FAULT_EnabledDIR = OUT; //FAULT_EN port direction
    FAULT_Enable = ON; //Set necessary for overcurrent working on ACS710
}

//Set up Timer, target 2Hz interrupts
void TimerInit(void)
{
    //set to x3D09, since 8MHz (Fosc) / 2 / 256 (Prescaler) = 15625dec
    PR1 = 0x061A;
    IPC0bits.T1IP = 5; //set interrupt priority
    T1CON = 0b100000000110000; //turn on the timer Prescale Select bits 5 & 6:
(11 = 1:256)
```

```

IFS0bits.T1IF = 0;           //reset interrupt flag
IEC0bits.T1IE = 1;         //turn on the timer1 interrupt
}

```

```

void initADC(void)
{

```

*/\* Código de Inicializacao do ADC, disclaimer em alemão:*

- \* Initialisiert den ADC1 für die Eingänge ANA4:ANA5
- \* Die I/O-Pins für ANA2:ANA5 werden in der Methode Init\_IOPins als analoge Eingänge konfiguriert.
- \* Nach der Initialisierung ist das Sampling für den ADC ausgeschaltet.
- \* Für das sampeln der analogen Daten an den Eingängen muss das Sampeln mittels ADC\_SampleON explizit eingeschaltet werden.

Aktuell werden zwei analoge Werte erfasst. Zum einen die Stromaufnahme des Umformers an AN5 sowie die Betriebsspannung an AN4.

Die Erfassung der Messwerte soll mit einem Aufruf erfolgen. Aus diesem Grund wird der ADC wie folgt konfiguriert:

- AN5 auf MUXA
- AN4 auf MUXB
- Interrupt nach 2 Samples
- Übergabe der Messwerte für die Stromaufnahme des Umformers in ADC1BUF0
- Übergabe der Messwerte für die Betriebsspannung in ADC1BUF1

*\*/*

```

// ADCON1 bis ADCON3

```

```

// ADCON1-Register

```

```

FORM_0_AD1CON1_bit = 0;           // unsigned Interger 00

```

```

FORM_1_AD1CON1_bit = 0;

```

```

SSRC_0_AD1CON1_bit = 1;

```

```

// Autosampling

```

```

SSRC_1_AD1CON1_bit = 1;

```

```

SSRC_2_AD1CON1_bit = 1;

```

```

ASAM_AD1CON1_bit = 1;
0; auto = 1

```

```

// Sampling begins when SAMP bit is set =

```

```

ADSIDL_AD1CON1_bit = 1;

```

```

// No Operation in Idle Mode

```

```

// ADSIDL_AD1CON1_bit = 0;

```

```

// Operation in Idle Mode

```

```

// ADCON2-Register

```

```

ADCON2 = 0x0000;

```

```

// bit 13:15 = 011; Voltage-Reference ref+V und Vref-

```

```

// offensichtlich muss hier für die 28-Pin-Version

```

```

// auf Vref geschaltet werden, da die AV-Pin fehlen

```

```

// VCFG-Bits <15:13> des AD1CON2-Registers

```

```

VCFG_0_bit = 1;

```

```

auf Vref+ und Vref- = 011

```

```

VCFG_1_bit = 1;

```

```

VCFG_2_bit = 0;

```

```

ALTS_AD1CON2_bit = 1;           // Alternate Input Sample Mode MUXA and
MUXB = 1
CSCNA_AD1CON2_bit = 0;         // MUXA by CH0SA = 0; by CSSL = 1

SMPI_0_AD1CON2_bit = 1;       // Interrupt for 2 Conversions
SMPI_1_AD1CON2_bit = 0;
SMPI_2_AD1CON2_bit = 0;
SMPI_3_AD1CON2_bit = 0;

// ADCON3-Register
ADCON3 = 0x1F3F;               // Sampling-Time = 3*Tad; minimum Tad
select
                                // Clock derieved from system clock <15> = 0
                                // Auto Sample Time bits <12:8> = 11111 31 TAD
                                // TAD <7:0> = 00111111 64*TCY

// AD1PCFG-Register
// AD1PCFG = 0x3FDF;           // AN5 analog Input
AD1PCFG = 0x3FCF;             // AN4, AN5 analog Input
                                // Input Band GAP Reference enable [15]
                                // Input Half Band GAP Reference enable [14]
                                // Internal voltage regulator output reference Channel
enable [13]
// AD1PCFGbits.PCFG13 = 1;     // im Schaltplan nicht belegt, dann doch
lieber auf aus

CH0SB_0_AD1CHS_bit = 0;       // Chanel 0 positiv input as AN4 <12:8> =
00100 MUXB
CH0SB_1_AD1CHS_bit = 0;       // MUXB wird für die Messung der
Betriebsspannung verwendet
// CH0SB_2_AD1CHS_bit = 0;
CH0SB_2_AD1CHS_bit = 1;
CH0SB_3_AD1CHS_bit = 0;
CH0SB_4_AD1CHS_bit = 0;

CH0NB_AD1CHS_bit = 0;         // Chanel 0 negativ Input is VR- MUXB
CH0NB_AD1CHS_bit = 0;         // Chanel 0 negativ Input is VR- MUXA

CH0SA_0_AD1CHS_bit = 1;       // Chanel 0 positiv input as AN5 <12:8> =
00101 MUXA
CH0SA_1_AD1CHS_bit = 0;
CH0SA_2_AD1CHS_bit = 1;
CH0SA_3_AD1CHS_bit = 0;
CH0SA_4_AD1CHS_bit = 0;

ADCSSL = 0x0000;              // Input Scan Select Register all off

ADC_Sample_OFF();             // Sample aus

```

```

ADC_OFF();                // ADC aus

// Interrupt
AD1IP_0_bit   = 1;        // Interrupt-Priorität = 3
AD1IP_1_bit   = 1;
AD1IP_2_bit   = 0;

AD1IE_bit     = 1;        // Interrupt ein
AD1IF_bit     = 0;        // Interrupt-Flag löschen
}

```

## (ii) *HardwareConfiguration.h*

```

#ifndef HARDWARECONFIGURATION_H
#define HARDWARECONFIGURATION_H

#define LED_Ok          LATBbits.LATB1  /*!RB5 Pin5 conected with Green LED*/
#define LED_Nok        LATBbits.LATB0  /*!RB4 Pin4 conected with Red LED*/
#define LED_OkDIR      TRISBbits.TRISB1 /*!LED Green Pin Direction */
#define LED_NokDIR     TRISBbits.TRISB0 /*!LED Red Pin Direction */

#define LED_OkON()     LED_Ok = 1; asm nop
#define LED_OkOFF()    LED_Ok = 0; asm nop
#define LED_OKTOGGLE() if (LED_Ok) LED_Ok = 0; else LED_Ok = 1; asm nop

#define LED_NokON()    LED_Nok = 1; asm nop
#define LED_NokOFF()   LED_Nok = 0; asm nop
#define LED_NokTOGGLE() if (LED_Nok) LED_Nok = 0; else LED_Nok = 1; asm
nop

// ADC
#define ADCON          AD1CON1bits.ADON
#define ADC_ON()      ADCON = 1; AD1IF_bit = 0;
#define ADC_OFF()     ADCON = 0

#define ADC_Sample_enable    ADCON1.SAMP
#define ADC_Sample_ON()      ADC_Sample_enable = 1
#define ADC_Sample_OFF()     ADC_Sample_enable = 0

//CURRENT MEASURE

#define FAULT_EnableDIR    TRISBbits.TRISB15
#define FAULT_Enable      LATBbits.LATB15

//IOs Pins
#define BUTTON_OnOffDIR    TRISBbits.TRISB4
#define RELE_InputDIR      TRISAbits.TRISA2
#define RELE_ChargeDIR     TRISAbits.TRISA3
#define RELE_StandbyDIR    TRISAbits.TRISA4

```

```

#define BUTTON_OnOff          PORTBbits.RB4
#define RELE_Input           LATAbits.LATA2
#define RELE_Charge          LATAbits.LATA3
#define RELE_Standby         LATAbits.LATA4

//Macros
#define set_bit(Y,X) (Y|=(1<<X)) //SET - ativa o bit x da variável Y (coloca
em 1)
#define clr_bit(Y,X) (Y&=~(1<<X)) //CLEAR - limpa o bit x da variável Y
(coloca em 0)
#define tst_bit(Y,X) (Y&(1<<X)) //TEST - testa o bit x da variável Y (retorna
0 ou 1)
#define cpl_bit(Y,X) (Y^=(1<<X)) //TOGGLE - troca o estado do bit x da
variável Y (complementa)

/** Declaring function */
void configureHardware(void);
void TimerInit(void);

#endif

```

### (iii) *ADCInput.c*

```

#include "ADCInput.h"

static int voltageValue = 0;
static long sampleVoltageValue = 0;
static int currentValue = 0;
static long sampleCurrentValue = 0;
static int sampleCounter = 1;

static const currentSampleCount = 256; //2^shifCount
static const shiftCount = 8;
static BOOL voltageChange = false;
static BOOL currentChange = false;

BOOL voltageChanged()
{
    return voltageChange;
}

BOOL currentChanged()
{
    return currentChange;
}

void SetVoltageChanged(BOOL value)
{
    voltageChange = value;
}

```

```

void SetCurrentChanged(BOOL value)
{
    currentChange = value;
}

int GetVoltage(){

    return (int)(voltageFactor*(float)voltageValue * 0.29296875 *
1.4142135623);
//0.29296875 = (100*3/1024) where
MultiplierScaleForVolts*Vrf/Nsamples
}

int GetCurrent(){

    return (int)((currentFactor*(float)currentValue) * 31.8359375 * 9296875);
//where 31,8359375 = (1000*3,26V/1024) where 100mV=1A them
multiply by a Scale Factor
}

void adc_Interrupt() iv IVT_ADDR_ADC1INTERRUPT ics ICS_AUTO {

    if (sampleCounter == currentSampleCount)
    {
        currentValue = (int)(sampleCurrentValue >> shiftCount); //Divided by
2^shifCount
        voltageValue = (int)(sampleVoltageValue >> shiftCount);
        if (ADC1BUF0 < currentCalibration)
        {
            sampleCurrentValue = currentCalibration - ADC1BUF0;
        }
        else
        {
            sampleCurrentValue = ADC1BUF0 - currentCalibration;
        }
        sampleVoltageValue = ADC1BUF1;
        sampleCounter = 1;
    }
    else
    {
        if (ADC1BUF0 < currentCalibration)
        {
            sampleCurrentValue += (currentCalibration - ADC1BUF0);
        }
        else
        {
            sampleCurrentValue += (ADC1BUF0 - currentCalibration);
        }
        sampleVoltageValue += ADC1BUF1;
        sampleCounter++;
    }
}

```



```

    voltageChange = true;
    currentChange = true;

    AD1IF_bit = 0; //Clear the Flag for the next Interrupt
}

```

(iv) *ADCInput.h*

```

#ifndef __ADCINPUT
#define __ADCINPUT

#include "Types.h"

#define voltageFactor 1
#define currentFactor 1
#define currentCalibration 555 //Sample number equal to zero Amperes

void adc();
int GetVoltage();
int GetCurrent();

BOOL voltageChanged();
BOOL currentChanged();
void SetVoltageChanged(BOOL value);
void SetCurrentChanged(BOOL value);

#endif

```

(v) *MeasureState.c*

```

#include "MeasureState.h"
#include "LEDOOutput.h"
#include "HardwareConfiguration.h"
#include "Types.h"

// function forward declarations
void ChangeVoltageState(eVoltageState newState);
void ChangeCurrentState(eCurrentState newState);

eVoltageState voltageState = vs_Error;
eCurrentState currentState = cs_Error;

void SetSleep()
{
    ChangeVoltageState(vs_Sleep);
}

/* Brazil standards table
Good: (201 <= TL <= 231)/(116 <= TL <= 133)
Accept: (189 <= TL < 201 or 231 < TL <= 233)/(109 <= TL < 116 or 133 < TL

```

```

= 140)
Bad: (TL < 189 ou TL > 233)/(TL < 109 ou TL > 140)
*/

void UpdateVoltageState(int voltage){
    if (!withoutHysteresis)
    {

    }
    else
    {
        // without hysteresis
        if (voltage < underLimit110)
        {
            ChangeVoltageState(vs_Under110); //V < 109
        }
        else if (voltage > afterLimit110 && voltage < underLimit220) //140 <
V < 189
        {
            ChangeVoltageState(vs_MiddleRange);
        }
        else if ((voltage >= underLimit110 && voltage < lowerLimit110) ||
//109 <= V < 116
        (voltage > upperLimit110 && voltage <= afterLimit110)) //133 < V
<= 140
        {
            ChangeVoltageState(vs_Acceptable110);
        }
        else if (voltage >= lowerLimit110 && voltage <= upperLimit110)
//116 <= V <= 133
        {
            ChangeVoltageState(vs_Adequate110);
        }
        else if (voltage >= lowerLimit220 && voltage <= upperLimit220)
//201 <= V <= 231
        {
            ChangeVoltageState(vs_Adequate220);
        }
        else if ((voltage >= underLimit220 && voltage < lowerLimit220) ||
//189 <= V < 201
        (voltage > upperLimit220 && voltage <= afterLimit220)) //231 < V
<= 233
        {
            ChangeVoltageState(vs_Acceptable220);
        }
        else if (voltage > afterLimit220) //V > 233
        {
            ChangeVoltageState(vs_Over220);
        }
    }
}

```

```

void ChangeVoltageState(eVoltageState newState)
{
    if (voltageState != newState)
    {
        voltageState = newState;
        switch(voltageState)
        {
            case vs_Error:
            {
                ChangeLEDMode(l_LED_Ok, lm_BlinkingLongDash);
                ChangeLEDMode(l_LED_Nok, lm_BlinkingLongDash);
                RELE_Input = OFF;
                RELE_Charge = OFF;
                break;
            }

            case vs_Under110:
            {
                ChangeLEDMode(l_LED_Ok, lm_Off);
                ChangeLEDMode(l_LED_Nok, lm_BlinkingFast);
                RELE_Input = OFF;
                RELE_Charge = OFF;
                break;
            }

            case vs_Acceptable110:
            {
                ChangeLEDMode(l_LED_Ok, lm_BlinkingSlow);
                ChangeLEDMode(l_LED_Nok, lm_Off);
                RELE_Input = ON;
                RELE_Charge = ON;
                break;
            }

            case vs_Adequate110:
            {
                ChangeLEDMode(l_LED_Ok, lm_On);
                ChangeLEDMode(l_LED_Nok, lm_Off);
                RELE_Input = ON;
                RELE_Charge = ON;
                break;
            }

            case vs_MiddleRange:
            {
                ChangeLEDMode(l_LED_Ok, lm_BlinkingMiddle);
                ChangeLEDMode(l_LED_Nok, lm_BlinkingMiddle);
                RELE_Input = OFF;
                RELE_Charge = OFF;
                break;
            }
        }
    }
}

```

```

case vs_Acceptable220:
{
    ChangeLEDMode(l_LED_Ok, lm_BlinkingSlow);
    ChangeLEDMode(l_LED_Nok, lm_Off);
    RELE_Input = OFF;
    RELE_Charge = ON;
    break;
}

case vs_Adequate220:
{
    ChangeLEDMode(l_LED_Ok, lm_On);
    ChangeLEDMode(l_LED_Nok, lm_Off);
    RELE_Input = OFF;
    RELE_Charge = ON;
    break;
}

case vs_Over220:
{
    ChangeLEDMode(l_LED_Ok, lm_Off);
    ChangeLEDMode(l_LED_Nok, lm_BlinkingFast);
    RELE_Input = OFF;
    RELE_Charge = OFF;
    break;
}
case vs_Sleep:
{
    ChangeLEDMode(l_LED_Ok, lm_Off);
    ChangeLEDMode(l_LED_Nok, lm_Off);
    RELE_Input = OFF;
    RELE_Charge = OFF;
    break;
}
}
}

void UpdateCurrentState(int current)
{
    if (current < errorCurrentLimit)
    {
        ChangeCurrentState(cs_Error);
    }
    else if (current < standByCurrentLimit && current > errorCurrentLimit)
    {
        ChangeCurrentState(cs_Standby); //Current < 100mA
    }
    else if (current > standByCurrentLimit && current <
protectionCurrentLimit)
    {

```

```

5A          ChangeCurrentState(cs_Running); //Current between 100mA e
          }
          else if (current > overCurrentLimit)
          {
Fault feature    ChangeCurrentState(cs_OverCurrent); //Can be used also as a
          }
    }

```

```

void ChangeCurrentState(eCurrentState newState)
{
    // change the State of the new Value and do any thing
    if (currentState != newState)
    {
        currentState = newState;
        switch(currentState)
        {
            case vs_Error:
            {
                RELE_Standby = OFF;
                break;
            }
            case cs_Standby:
            {
                RELE_Standby = OFF;
                break;
            }
            case cs_Running:
            {
                RELE_Standby = ON;
                break;
            }
            case cs_OverCurrent:
                RELE_Standby = OFF;
                //RELE_Charge = OFF;
                //RELE_Input = OFF;
                break;
        }
    }
}

```

(vi) *MeasureState.h*

```
#ifndef __VOLTAGESTATE
#define __VOLTAGESTATE

//110Volts (127Volts in Brazil)
#define underLimit110 109 //Precária
#define lowerLimit110 116 //Crítica
#define upperLimit110 133 //Crítica
#define afterLimit110 140 //Precária

//220Volts (230Volts in Germany)
#define underLimit220 189 //Precária
#define lowerLimit220 201 //Crítica
#define upperLimit220 231 //Crítica
#define afterLimit220 233 //Precária

//Current limits in mA
#define errorCurrentLimit 0 //First step after 93mA
#define standByCurrentLimit 100 //Product requirement
#define protectionCurrentLimit 200 //To be define, now 5A
#define overCurrentLimit 300 //ACS710 Limit
#define withoutHysterese true
#define hysterese 2

typedef enum _eVoltageState
{
    vs_Error,
    vs_Under110,
    vs_Acceptable110,
    vs_Adequate110,
    vs_MiddleRange,
    vs_Acceptable220,
    vs_Adequate220,
    vs_Over220,
    vs_Sleep
} eVoltageState;

typedef enum _eCurrentState
{
    cs_Error,
    cs_Standby,
    cs_Running,
    cs_OverCurrent,
} eCurrentState;

void UpdateVoltageState(int voltage);
void UpdateCurrentState(int current);
void SetSleep();

#endif
```

(vii) *LCDOutput.c*

```
#include "LCDOutput.h"

sbit LCD_RS at LATB5_bit;
sbit LCD_EN at LATB11_bit;
sbit LCD_D4 at LATB7_bit;
sbit LCD_D5 at LATB8_bit;
sbit LCD_D6 at LATB9_bit;
sbit LCD_D7 at LATB10_bit;

sbit LCD_RS_Direction at LATB5_bit;
sbit LCD_EN_Direction at LATB11_bit;
sbit LCD_D4_Direction at LATB7_bit;
sbit LCD_D5_Direction at LATB8_bit;
sbit LCD_D6_Direction at LATB9_bit;
sbit LCD_D7_Direction at LATB10_bit;
// End LCD module connections

char txtFarleir[] = "Farleir";
char txtProject[] = "Project";
char txtPushing[] = "Push the";
char txtButton[] = " Button";

void lcd(){

    Lcd_Init();

    Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
    Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
    Lcd_Out(1,1,txtFarleir);
    Lcd_Out(2,1,txtProject);
    Delay_ms(1000);
    Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
    Lcd_Out(1,1,txtPushing);
    Lcd_Out(2,1,txtButton);
    Delay_ms(1000);
    Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
}

void lcd_show(char* text1, char* text2){
    Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
    Lcd_Out(1,1,text1);           // Write text in first part of the row
    Lcd_Out(2,1,text2);         // Write text in second part of the row
}
```

(viii) *LCDOutput.h*

```
#ifndef __LCDOUTPUT
#define __LCDOUTPUT

#define txtVoltage "Voltage:"
#define txtCurrent "Current:"

void lcd();
void lcd_move();
void lcd_show(char* text1, char* text2);

#endif
```

(ix) *Types.h*

```
#ifndef TYPES_H
#define TYPES_H

#define ON      1
#define OFF    0

#define IN     1
#define OUT    0

#define true   1
#define false  0

#define BOOL  unsigned

#endif
```



## ANEXOS

### *Anexo I*

A seguir são listadas na íntegra de forma anônima as demais respostas que não foram citadas anteriormente.

“No caso de computadores, ouvi dizer que o estabilizador, por detectar mais lentamente as variações na rede elétrica do que a fonte do computador, faz este "trabalhar" 2 vezes, 1 quando a variação realmente acontece e a outra quando o estabilizador "corrige" a variação.”

“Tecnicamente não sei o motivo, só fui informado que é ineficiente a utilização dos mesmos”

“Ouvindo dizer que quando tem um queda de tensão ou corrente o estabilizador demora a detectar isso e pode prejudicar a fonte de equipamento”

“Bem, uma fonte descente de computador, tem a simples função de corrigir a tensão bem como a corrente a ser entregue ao computador. Quando a rede sofre variações, a fonte de um computador corrige muito mais rápido que o estabilizador, assim que o estabilizador "corrige" o "problema" a fonte, na verdade, precisa corrigir novamente. Gerando um ciclo vicioso, um verdadeiro loop. Resumindo, o estabilizado diminui a vida útil das fontes de computadores. Lembrando, utilizei o exemplo de um computador, outros equipamentos podem ter outras deficiências.”

“Os circuitos utilizados em estabilizadores são em sua maioria lentos, o que leva os mesmos a não atuar em tempo hábil (muitas vezes alguns ciclos da rede) ou atuar de forma ineficiente.”

“Quando o equipamento tiver uma fonte chaveada sim.”

“Devido a baixa tensão pode vir a danificar algum equipamento.”

“Lojistas e indústrias dos mesmos, fazem tudo para vender e lucrar com isto, mas isso não protege nada, só volume para

justificar o valor cobrado que é um absurdo o lucro.”

“A grande maioria não possui as saídas reguladas, deixando passar picos de tensão.”

“Como trabalho na área de TI, fiquei sabendo, através de fóruns na internet, que a maioria destes aparelhos a venda no mercado não cumprem com a tarefa de estabilizar a energia”.

“Que um estabilizador comum ao queimar pode danificar a fonte de um computador.”

"Estabilizadores são ineficientes e prejudicam a fonte do computador, portanto, é recomendável que os usuários procurem soluções mais adequadas. [carece de fontes] by Wikipedia."

“Devido a baixa velocidade ao fazer a regulação da tensão, principalmente ao se utilizar em consunto com algum equipamento com fonte chaveada.”

“Basicamente pode-se pensar que o transitório de chaveamento dos reles dos estabilizadores pode não fazer bem para as fontes, além de as fontes chaveadas serem MUITO mais rápidas para regular a tensão, sendo obrigadas a trabalhar duplamente para fazer o ajuste por culpa do estabilizador lerdo e atrasado. Tem um cara com apelido Faller que anda pelos fóruns detonando os estabilizadores. Um post clássico dele é chamado "você já viu um tlec?", onde ele mostra tudo com um osciloscópio. Esses posts dele tem altíssima qualidade técnica, bem como discussões de dezenas de páginas...”

“Que eles são ineficazes e prejudicam as fontes dos computadores.”

"Já tive uma fonte de computador danificada quando o estabilizador comutou seu relé de um tap para outro três vezes seguidas."

“Sei que há um efeito causado por esta comutação dos relés, que pode gerar um pico de tensão na saída do estabilizador devido ao desligamento repentino da bobina do

transformador durante a comutação.”

“E também pode ocorrer variação brusca da tensão de saída no caso de variação muito alta da corrente de carga, em razão dos transformadores usados nos estabilizadores não possuírem isolamento galvânico (são auto-transformadores).”

“Além disso, sei que os estabilizadores atuais, ainda baseados na comutação por taps de transformador (não chaveados) possuem tempo de resposta na ordem de 04 ciclos de rede. Sendo que um pico de tensão, por exemplo, pode durar um único ciclo. Ou seja, quando o estabilizador atuar, será tarde demais.”

“Pois ele e a fonte do computador trabalham ao mesmo tempo agindo contra a sob-tensão por exemplo, porem a fonte do computador trabalha mais rápido solucionando o problema porem o estabilizador é mais lento e na verdade só ache depois que a fonte já solucionou o problema.”

“Para um estabilizador funcionar ele deve prioritariamente trabalhar em uma frequência maior que o equipamento para que haja tempo de correção. O que raramente é encontrado no mercado... As fontes de computador já possuem proteções e reguladores, não há necessidade de redundância.”

“Porque quando a rede elétrica cai, o tempo de resposta para o estabilizador enviar a energia novamente para a fonte de alimentação do PC é mais lenta do que a propria fonte, ou seja depois q a energia volta, a fonte de alimentação ja esta esperando a energia do estabilizador, mas o mesmo ainda não esta enviando. Então não faz diferença ter ou não ter o estabilizador. Só serve mesmo como transformador, pra aparelhos 110V.”

“No caso de computadores, quando a potencia consumida pelo equipamento é maior do que a fornecida pelo estabilizador, existe uma perda de desempenho, proporcional a diferença entre a potencia fornecida e consumida.”