

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

FARLEIR LUÍS MINOZZO

DESENVOLVIMENTO DE UM FILTRO DE LINHA INTELIGENTE PARA ECONOMIA
DE ENERGIA E PROTEÇÃO DE ELETROELETRÔNICOS

Florianópolis

2017

FARLEIR LUÍS MINOZZO

DESENVOLVIMENTO DE UM FILTRO DE LINHA INTELIGENTE PARA ECONOMIA
DE ENERGIA E PROTEÇÃO DE ELETROELETRÔNICOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Mecatrônica do
Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em
Mecatrônica.

Orientador: Jean Paulo Rodrigues, Dr. Eng.

Co-orientador: Clóvis Antônio Petry, Dr. Eng.

Florianópolis

2017

CDD 621.317
M666d

Minozzo, Farleir Luís

Desenvolvimento de um filtro de linha inteligente para economia de energia e proteção de eletroeletrônicos [DIS] / Farleir Luís Minozzo; orientação de Jean Paulo Rodrigues; coorientação de Clóvis Antônio Petry – Florianópolis, 2017.

1 v.: il.

Dissertação de Mestrado (Mecatrônica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Inclui referências.

1. Filtro de linha inteligente. 2. Protetor de linha. 3. Economizador de energia. I. Rodrigues, Jean Paulo. II. Petry, Clóvis Antônio. III. Título.

FARLEIR LUÍS MINOZZO

DESENVOLVIMENTO DE UM FILTRO DE LINHA INTELIGENTE PARA ECONOMIA
DE ENERGIA E PROTEÇÃO DE ELETROELETRÔNICOS

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em
Mecatrônica, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa
Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Florianópolis, 20 de outubro de 2017.

Prof. Jean Paulo Rodrigues, Dr. Eng.
Orientador
IFSC Campus Florianópolis

Prof. Clóvis Antônio Petry, Dr. Eng.
Co-orientador
IFSC Campus Florianópolis

Prof. Valdir Noll, Dr. Eng.
Membro da banca examinadora
IFSC Campus Florianópolis

Prof. Mario de Noronha Neto, Dr. Eng.
Membro externo da banca examinadora
IFSC Campus São José

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CAMPUS FLORIANÓPOLIS – DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE METAL-MECÂNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MECATRÔNICA**

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Ata da 70ª Sessão de Defesa de Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Mecatrônica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, sendo candidato **Farleir Luís Minozzo** orientado pelo Prof. Jean Paulo Rodrigues, Dr. Eng.. A Banca Examinadora, instituída pelo Colegiado do Curso em reunião ordinária realizada no dia 14/09/2017, foi composta pelos seguintes membros: Prof. Jean Paulo Rodrigues, Dr. Eng. (Presidente); Prof. Clóvis Antônio Petry, Dr. Eng. (Coorientador); Prof. Valdir Noll, Dr. Eng.; Prof. Mário de Noronha Neto, Dr. Eng.. A sessão pública de defesa, realizada no dia 20/10/2017, às 10h, tendo por local a Sala C 309 – Laboratório de Acionamentos Eletromecânicos do IFSC – Câmpus Florianópolis, foi aberta pelo Presidente da Banca, que em breves palavras descreveu o ritual da defesa, apresentou o candidato, a Banca Examinadora e, imediatamente, convidou o candidato para que em quarenta e cinco minutos apresentasse o seu trabalho que teve como título **“Desenvolvimento de um Filtro de Linha Inteligente para Economia de Energia e Proteção de Eletroeletrônicos”**. O candidato, após a apresentação, foi arguido pelos membros da Banca Examinadora. Finalmente, foi dada oportunidade aos presentes para fazerem perguntas ao candidato. Ato contínuo, a Banca Examinadora, reunida em caráter sigiloso, deliberou pela aprovação da Dissertação, recomendando a concessão do grau de Mestre em Mecatrônica, a **Farleir Luís Minozzo**, uma vez atendidos os requisitos solicitados pela banca examinadora e lavrados em folha própria arquivada na Secretaria do Programa. Nada mais havendo a tratar, a sessão foi encerrada às 12 : 00 horas, dela sendo lavrada a presente ata, que uma vez aprovada, foi assinada por todos os membros da Banca Examinadora, pelo candidato e pela Coordenação do Curso.

Florianópolis, 20 de outubro de 2017.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Jean Paulo Rodrigues, Dr. Eng.


Prof. Clóvis Antônio Petry, Dr. Eng.


Prof. Valdir Noll, Dr. Eng.


Prof. Mário de Noronha Neto, Dr. Eng.


CANDIDATO


ORIENTADOR


COORIENTADOR


COORDENADOR

AGRADECIMENTOS

Este projeto é fruto do trabalho de 4, 8, 16 até 32 mãos!

Por isso gostaria de agradecer às mais de 16 pessoas que ajudaram de alguma forma:

Ademir Luiz Minozzo;
Aldrwin Hamad;
Alexandre Correa Nunes;
Diego de Brito;
Dyego de Campos;
Fariel André Minozzo;
Ésley Turnes de Carvalho;
Everson Osvanir da Silva;
Iracema Zonin Minozzo;
Johann Bielemann;
Lucas Carmargo da Silva;
Vitor Marthendal Nunes;
Mateus Santana;
Mateus Just Valli;
Morgana Machado Jorge;
Ronaldo João Borges;
Vinícius Knabben.

Sou grato a todos que ajudaram com seu precioso tempo, cada vez mais escasso em nossos dias.

Ao IFSC, em nome do Campus Florianópolis, pelo apoio incondicional durante a realização dessa dissertação.

Às oportunidades de fomento provindas do CNPq e FAPESC, com as quais foi possível executar financeiramente o projeto, a nível de recursos humanos e materiais.

Ao orientador Jean Paulo Rodrigues e ao co-orientador Clóvis Antônio Petry pela orientação, amizade e mentoria ao longo desta jornada.

Aos professores Mario de Noronha Neto e Valdir Noll, por terem aceito o convite para comporem a banca e pelas contribuições ao trabalho final.

"Estranho é a nossa situação aqui na Terra. Cada um de nós vem para uma curta estadia, sem saber por que, mas às vezes parecendo adivinhar um propósito.

[...]

Minha paz de espírito é muitas vezes perturbada pela sensação deprimente que eu ter emprestado muito fortemente a partir do trabalho de outros homens.

[...]

A coisa mais bela que podemos experimentar é o mistério. Essa é a fonte de toda a arte e ciências verdadeiras. [...]" **EINSTEIN, Albert.**

In Living Philosophies Simon and Schuster, New York - 1931.

RESUMO

O presente trabalho descreve o processo de desenvolvimento do produto denominado Filtro de Linha Inteligente, bem como suas funcionalidades de economia de energia e proteção de eletroeletrônicos contra possíveis problemas advindos da rede elétrica. Além de detalhes técnicos, também são explorados detalhes estéticos e funcionais do gabinete do produto, que foram objeto de um Depósito de Patente Nacional.

Como contribuições, essa dissertação se propõe a ser uma base teórica para o desenvolvimento de projetos práticos, mostrando seu planejamento através de metodologias de desenvolvimento de produto, passando pela montagem dos circuitos eletrônicos programáveis e chegando na criação de suas partes mecânicas. Ainda são apresentadas diferentes versões dos circuitos eletrônicos implementados, bem como testes para atendimento às normas de eficiência energética disponíveis.

Como resultados, esse documento apresenta uma revisão bibliográfica sobre o tema de consumo *standby* no mundo, discorre sobre dispositivos de proteção de eletrônicos e também mostra pesquisas em bases de patentes e normas relacionadas aos filtros de linha. Em se tratando de resultados complementares, demonstra a possibilidade da criação de novos produtos para a empresa Novo Transformadores e a abertura de outra empresa chamada Novo Energia Ltda em 2016, após ganhar o Prêmio Sinapse da Inovação V em Santa Catarina.

Palavras-Chave: Filtro de linha inteligente, Protetor de linha, Protetor contra surtos, Economizador de energia, Bloqueador de *Standby*.

ABSTRACT

The present paper describes the development process of the product called Smart Surge Protector, as well as its functionalities like energy saving and protection of electronic devices against potential problems arising from the electrical grid. In addition to technical details, aesthetic and functional details of the product case that led to a Nacional Patent Request are also explored.

As a contribution, this paper aims to be a theoretical basis for the development of practical projects, presenting its planning through product development methodologies. Going through the assembly of programmable electronic circuits and reaching the creation of its mechanical parts. Different versions of the assembled electronic circuits are presented, as well as tests to meet the current energy efficiency regulations.

As a result, this paper presents a bibliographic review on standby power use in the world and discourses about electronic protection devices. It also presents surveys on patent databases and regulations related to surge protectors. Concerning about complementary results, it shows an opportunity for the idealization of new products for Novo Transformadores company and the registration of a new company called Novo Energia Ltda in 2016, winner of the Prize Sinapse da Inovação V in Santa Catarina - Brazil.

Keywords: Smart power strip, Surge protector, Electronic devices protector, Energy saver, Standby block.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fotos de danos visíveis causados por sobre tensão em um disjuntor e um microchip.....	42
Figura 2 – Divisão prática em Zonas aplicada a uma residência.	43
Figura 3 – Categorias de instalação e seus ambientes.....	44
Figura 4 – Modo comum: Entre neutro/fase com terra. Modo diferencial: Entre neutro/fase.	44
Figura 5 – À esquerda são listados os SPDs: 1 – Spark-Gap (Faiscador); 2 – Centelhador a gás; 3 – Varistor; 4 – Diodo supressor. À direita são mostrados dois símbolos de Faiscador e Centelhador.	45
Figura 6 – Representação dos materiais do varistor e a linha uma representação da corrente.	47
Figura 7 – Distribuição de patentes no mundo.	49
Figura 8 - Clamper Multi Proteção com Contador de Surtos.	62
Figura 9 – Diagrama do Clamper Multi Proteção com seus detalhes.....	63
Figura 10 – Economaster 4 tomadas da empresa On Eletrônicos.	63
Figura 11 – Standby Block da empresa Daneva.	64
Figura 12 - Belkin Conserve Smart Power da empresa Belkin.....	64
Figura 13 - Ilustração conceitual do Filtro de Linha Inteligente com outras funcionalidades.	69
Figura 14 – Exemplo de aplicação considerando um televisor como acionador principal.....	70
Figura 15 - Infográfico que demonstra as aplicações dos produtos.	71
Figura 16 – Projeto de gabinete em metal dobrado.	72
Figura 17 - Gabinete metálico desenvolvido na disciplina de Projeto Mecânico de Sistemas.....	72
Figura 18 – Gabinete adaptado para a placa desenvolvida.	73
Figura 19 – Gabinete materializado já com os componentes.....	73
Figura 20 - Modelagem do gabinete plástico feita em Solid Works, elaborado pela equipe de Design.	74
Figura 21 – Modelo 3D do Filtro de Linha Inteligente com fontes conectadas.	74
Figura 22 - Ilustração 3D conceitual do gabinete em plástico com fontes.....	75
Figura 23 - Transformadores de corrente fornecidos ao projeto.....	79

Figura 24 - Cenário utilizado no ensaio.....	79
Figura 26 – Esquemático do Transformador de Corrente (TC) em sua ligação.	81
Figura 27 - Esquemático do circuito com resitor shunt e voltímetro.	81
Figura 28 - Circuito para medição de tensão e corrente.	82
Figura 29 – Arranjos de componentes de proteção recomendados pelo fabricante FINDER.....	83
Figura 30 - Varistor com monitoramento de temperatura.	84
Figura 31 – Circuito típico de proteção com fusível, varistor com fusível térmico e centelhador.....	84
Figura 32 – Nos círculos são mostrados conjuntos de varistores com fusíveis térmicos e, no caso da esquerda, envolvidos por termo retrátil.....	84
Figura 33 - Circuito de proteção projetado.	85
Figura 34 - Detalhe do faiscador a ar no circulo impresso na própria placa.....	85
Figura 35 - Detalhe do faiscador a ar em ação com alta tensão.	85
Figura 36 – Esquema do circuito externo ao LNK304 baseada no próprio datasheet do componente.....	87
Figura 37 – Esquemático da fonte auxiliar de 3V baseada em datasheet do componente.....	87
Figura 38 – Microcontrolador com suas principais saídas para os periféricos.	88
Figura 39 – Circuito JTAG para gravação e depuração do MSP430.....	89
Figura 40 – Circuito de coleta de medidas através de serial com sinalização de TX e RX com LEDs.....	89
Figura 41 – Circuitos de acionamento através de relés.	90
Figura 42 – Esquemático do circuito comparador analógico para acionamento	91
Figura 43 – Modelo 3D da placa do Filtro de Linha Automático.	92
Figura 44 – Placa confeccionada pela empresa Digicart.	92
Figura 45 – PCI da segunda versão do Filtro Automático.	92
Figura 46 – Placa confeccionada pela empresa Digicart.	93
Figura 47 – Modelo 3D da PCI projetada para a segunda versão do Filtro Ajustável.	93
Figura 48 – Placa confeccionada pela empresa Digicart.	93
Figura 49 – PCB do novo produto Filtro de Linha Ajustável.	94
Figura 50 – Vista 3D do novo Filtro de Linha Ajustável.	94
Figura 51 – Placa produzida pela empresa Digicart.....	95

Figura 52 – Placa com componentes montados.	95
Figura 53 – Definição gráfica dos modos de standby.	97
Figura 54 – Exemplo de fluxograma básico das rotinas do Filtro de Linha Inteligente.	98
Figura 55 – Foto dos cenários de teste para IEC61000-4-4 e IEC61000-4-5.	101
Figura 56 - Representação de um transiente elétrico rápido/salva	101
Figura 57 - Forma de onda da tensão de circuito aberto (1,2/50 μ s).	102
Figura 58 – Tela do equipamento de teste para 2 kV em ângulo de 90°.	102
Figura 59 – Fotos do procedimento de testes ESD realizados no MagLab – UFSC.	103
Figura 60 – Fotos do procedimento de testes realizados no MagLab – UFSC.	104
Figura 61 – Diagrama do procedimento geral de testes da norma IEC62301.....	105
Figura 62 – Foto do PA1000 efetuando medições com o produto completamente ligado.....	105
Figura 63 – Foto do PA1000 efetuando medições com o produto em modo standby.	105
Figura 64 – Diagrama de ligação para medição de alta potência no equipamento PA1000.....	106
Figura 65 – Diagrama de ligação para medição de baixa potência no equipamento PA1000.....	106
Figura 66 – Resultados dos testes apresentados no Software do PA1000 em rede elétrica adequada.....	107
Figura 67 – Diagrama com sugestão de uso do produto junto a um computador e seus periféricos.....	109
Figura 68 – Cenário prático com o produto em funcionamento.....	110
Figura 69 - Reportagem na TV RBS (Afiliada Rede Globo - SC).	120
Figura 70 - Reportagem na TV BAND (Afiliada Rede Bandeirantes – SC).	120
Figura 71 - Reportagem sobre a final do concurso Darwin Starter 2015 publicada no IFSC TV.....	120
Figura 72 - Modelagem renderizada do gabinete plástico com opções de cores....	141

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo em datas dos principais acontecimentos do projeto.	22
Tabela 2 – Consumo médio hipotético do standby por consumidor da Ampla Energia S.A.	38
Tabela 3 – Resumo de acontecimentos referentes ao standby.	41
Tabela 4 - Dados de consumo das pesquisas, autores, abrangência e ano	52
Tabela 5 - Comparativo de funcionalidades de produtos concorrentes e seus fabricantes.....	61
Tabela 6 – Dados de riscos do projeto e seus possíveis resultados.	65
Tabela 7 - Lista do requisito do projeto.....	65
Tabela 8 – Lista de necessidades do cliente versus ciclo de vida.....	66
Tabela 9 - Lista de requisitos do projeto.....	67
Tabela 10 - Opções para alguns exemplos de seus requisitos e possibilidades.	70
Tabela 11 - Especificações finais do filtro de linha.	76
Tabela 12 - Tabela obtida em ensaio de um dos transformadores de corrente.	80
Tabela 13 – Consumo residencial aproximado por casa e por país.	121
Tabela 14 – Medições de potência standby em residências ao redor do mundo	121
Tabela 15 – Equipamentos de Vídeo. Fonte: [6].....	122
Tabela 16 – Computadores e seus acessórios. Fonte: [6].....	122
Tabela 17 - Estimativas de potência usada em Standby no modelo de análise bottom-up	122

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Exemplo de equipamentos eletroeletrônicos, indicando seu consumo e tempo em standby.	26
Gráfico 2 - Exemplos de equipamentos e seus consumos em standby.	33
Gráfico 3 - Relação entre o desperdício em modo de espera com a média de consumo para alguns equipamentos segundo a IEA.....	36
Gráfico 4 - Formas de onda que um DPS deve atender.....	43
Gráfico 5 - Distribuição do número de patentes ao longo dos anos.	49
Gráfico 6 - Curva obtida em ensaio de um dos transformadores de corrente	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- AC/CA - *Alternate Current* (Corrente Alternada)
- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
- CC - Corrente Contínua
- CERTI - Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras
- CI - Circuito Integrado
- CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
- EMI - *Electromagnetic interference* (Interferência Eletromagnética)
- DAELN - Departamento Acadêmico de Eletrônica do Câmpus Florianópolis
- DPS - Dispositivo de Proteção contra Surtos
- SPD - *Surge Protective Devices* (Dispositivos de Proteção Contra Surtos)
- FAPESC - Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina
- IEA - *International Energy Agency* (Agência Internacional de Energia)
- IEC - *International Electrotechnical Commission* (Comissão Eletrotécnica Internacional)
- IEEE - *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos)
- 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
- MEC - Ministério da Educação
- 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)
- SETEC - Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica do MEC
- TRIAC - *Triode for Alternating Current* (Triodo para Corrente Alternada)

LISTA DE SÍMBOLOS

Ω - Ohm

A - Ampère

F - Farad

H - Henry

Hz - Hertz

s - Segundo

V - Volt

VA - Volt Ampère

W - Watt

mW - Milliwatt

kWh - Kilowatt hora

MW - Megawatt

MWh - Megawatt hora

GW - Gigawatt

GWh - Gigawatt hora

TW - Terawatt

TWh - Terawatt hora

ms - Milissegundo

ksps - *Kilo samples per second* (Mil amostras por segundo)

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	19
1.1.	Contextualização histórica	20
1.2.	Contextualização executiva	23
1.3.	Objetivos	24
1.3.1.	Objetivo geral	24
1.3.2.	Objetivos específicos	24
1.4.	Justificativa	24
1.5.	Definição do Problema e Proposição da Solução	26
1.6.	Estrutura do trabalho	27
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	28
2.1.	Estado da arte sobre standby	28
2.1.1.	Conceituação de standby	29
2.1.2.	Modos de standby	30
2.1.3.	Estimativas de standby	31
2.1.4.	Standby no mundo	34
2.1.5.	Estudos comparativos entre países	36
2.1.6.	Estudos realizados no Brasil	37
2.1.7.	Iniciativas para redução de standby	38
2.2.	Proteções	41
2.2.1.	DPS (Dispositivos de Proteção de Surtos)	42
2.2.2.	Componentes	45
2.2.3.	Fusível de proteção	47
2.2.4.	Disjuntor termomagnético	48
2.3.	Levantamento de Patentes	48
2.3.1.	Pesquisa em bases de patentes	48
2.3.2.	Normas do INMETRO	50
2.4.	Conclusões das Pesquisas Bibliográficas	51
3.	METODOLOGIA DE PROJETO DO PRODUTO	54
3.1.	Planejamento do projeto	54
3.1.1.	Atividades do projeto	54
3.2.	Projeto informacional	57
3.2.1.	Definição do ciclo de vida do produto	57
3.2.2.	Definição de clientes para os ciclos de vida do produto	57
3.2.3.	Identificação dos requisitos dos clientes do produto	58

3.2.4.	Definição das necessidades dos clientes	59
3.2.5.	Valoração dos requisitos dos clientes	60
3.2.6.	Análise de Concorrentes (Benchmarking)	60
3.2.7.	Definição de requisitos do produto	61
3.2.8.	Conversão das necessidades em requisitos dos clientes.....	61
3.2.9.	Análise de perfil técnico do mercado	62
3.2.10.	Definição de especificações meta do produto	65
3.2.11.	Viabilização econômico-financeira do produto	66
3.2.12.	Definição das necessidades do projeto	66
3.2.13.	Conversão dos requisitos dos clientes em requisitos de projeto	67
3.2.14.	Avaliação dos requisitos dos clientes x requisitos de projeto	67
3.3.	Projeto Conceitual	69
3.3.1.	Modelo de funcionamento do produto	69
3.3.2.	Desenvolvimento de princípios de solução para as funções	70
3.3.3.	Desenvolver as alternativas de solução para o produto	70
3.3.4.	Definir arquitetura para o produto	71
3.3.5.	Analisar Sistemas, Subsistemas e Componentes (SSC).....	71
3.3.6.	Definir ergonomia e estética	71
3.3.7.	Definir fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento	76
3.3.8.	Concepção do produto selecionado	76
3.3.9.	Planejamento macro do processo de manufatura	77
3.4.	Projeto detalhado	77
4.	DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO	78
4.1.	Projeto dos circuitos eletrônicos	78
4.1.1.	Definição da forma de medição de corrente	78
4.1.2.	Circuito para aquisição de tensão e corrente	82
4.1.3.	Circuitos de Proteção	82
4.1.4.	Fontes.....	86
4.1.5.	Processamento e Indicação Visual.....	88
4.1.6.	Circuitos de monitoramento e depuração	89
4.1.7.	Acionamento filtro de linha automático	90
4.1.8.	Acionamento filtro de linha ajustável	90
4.1.9.	Projeto do leiaute da PCI (Placa de Circuito Impresso).....	91
4.2.	Software	95
4.2.1.	Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE).....	96
4.2.2.	Sistema de versionamento	96

4.2.3.	Funcionamento do software	96
4.2.4.	Algoritmo	98
4.3.	Resultados do projeto detalhado	99
5.	ANÁLISE DOS RESULTADOS	100
5.1.	Testes.....	100
5.1.1.	Testes de proteção	100
5.1.2.	Testes de consumo.....	104
5.1.3.	Conclusão dos Testes.....	108
5.2.	Aplicações do produto	109
5.2.1.	Computadores e periféricos.....	109
5.2.2.	Televisores e acessórios.....	110
5.3.	Pedido de patente.....	110
5.4.	Contribuições.....	111
5.4.1.	Para a comunidade escolar	111
5.4.2.	Para a sociedade.....	111
5.5.	Etapas Futuras.....	112
6.	CONCLUSÃO.....	113
	REFERÊNCIAS.....	115
	Apêndice A – Fomento CNPq	118
	Apêndice B – Fomento FAPESC	119
	Apêndice C – Reportagens televisivas.....	120
	Apêndice D - Dados Tabulados.....	121
	Apêndice E – Pesquisa de Patentes	123
	Apêndice F – Patente Depositada.....	126
	Apêndice G – Tutorial para teste de standby.....	130
	Anexo A - Carta de Apoio do IFSC	133
	Anexo B - Contrato junto ao IFSC.....	134
	Anexo C - Simbologia dos elementos elétricos.....	135
	Anexo D – Comparativo PIC x MSP	136
	Anexo E – Novo produto “Ulti”	137
	Anexo F – Código fonte citado.....	138
	Anexo G – Relatório de testes.....	140
	Anexo H – Variações de cores do produto.....	141

1. INTRODUÇÃO

A economia de energia elétrica em nosso país esteve em pauta nos últimos anos, seja pela crise energética de 2001 ou pelo atual sistema de bandeiras tarifárias. Desde 1986, o consumo em modo de espera (*standby*) vem sendo apontado como um dos responsáveis pelo desperdício de energia no mundo [7], [21], [25].

Além disso, a variedade de eletroeletrônicos conectados permanentemente a rede elétrica trouxe novos desafios para os projetistas de circuitos de proteção, a fim de tornar os produtos mais robustos a possíveis variações de tensão da rede elétrica, e até mesmo descargas atmosféricas [1], [11], [24], [26].

Concebido no ano de 2012 através do resultado de uma pesquisa de mercado realizada na região da Grande Florianópolis [23], na qual foi identificada a necessidade de um produto para proteção de eletroeletrônicos em geral, surgiu o que vem sendo chamado de Filtro de Linha Inteligente: um produto que possui medição de níveis de corrente em tempo real, para atuar no controle e detecção de modo de espera (*standby*), com o objetivo principal de economizar energia.

Medições realizadas pela Eletrobras em 2005 [7], apontam que entre os equipamentos que mais desperdiçam em *standby*, está o receptor de TV a cabo ou por satélite. Pois este acaba ficando sincronizado ininterruptamente a antena ou rede cabeada, desligando apenas a saída de vídeo quando colocado em modo de espera. Como demonstrado pela Revista IDEC em 2008 [12], acaba se tornando um consumo significativo, juntamente com equipamentos que ficam conectados a televisores.

Porém, quando se está com um televisor desligado, na maioria dos cenários não é necessário deixar os demais aparelhos consumindo energia, mesmo que em modo de espera. Assim como na maioria dos casos não se deixaria um periférico (monitor, impressora, etc) em *standby*, quando o computador está completamente desligado ou em modo de espera/hibernação.

Sendo assim, esse trabalho se propõe a apresentar uma solução para este problema, desligando automaticamente cargas secundárias através do acionamento único de uma carga primária (como um televisor ou um computador). Nesse sentido, não há intervenção do usuário, que continuaria utilizando controles remotos ou outros artifícios nativos dos seus equipamentos para acionar os eletroeletrônicos.

Para melhor compreensão deste projeto, faz-se necessária uma contextualização histórica com seus principais acontecimentos, como segue.

1.1. Contextualização histórica

No início de 2012 foi realizada uma pesquisa de mercado (MINOZZO, 2014). Nesta pesquisa foram levantadas algumas hipóteses para verificar porquê e para que, os consumidores utilizavam estabilizadores de tensão em seus eletroeletrônicos. Além disso, foram verificadas quais as funcionalidades eram mais requisitadas ou percebidas como mais importantes por estes consumidores [23].

Percebeu-se então, a possibilidade da criação de um novo produto eletroeletrônico contra variações de tensão e descargas elétricas, possuindo características comuns a estabilizadores de tensão e filtros de linha. Sendo assim, em 2014, através da Pós-Graduação Lato Sensu do Departamento de Eletrônica no IFSC, em parceria com a Universidade de Ciências Aplicadas de Neubrandenburgo (Alemanha), foi desenvolvido um protótipo de um produto que vem sendo chamado de Filtro de Linha Inteligente.

Criado inicialmente para ser um substituto ao estabilizador de tensão, acabou sendo modificado após a pesquisa de mercado [23], para um produto que agrega também características comuns a Filtros de Linha. Seu funcionamento é baseado em um circuito de medição que detecta padrões de *standby* e desliga automaticamente cargas secundárias, economizando assim, energia em modo de espera nessas cargas. Além disso, o produto também foi projetado para proteger eletroeletrônicos contra descargas atmosféricas e variações de tensão na rede.

Podem-se destacar nesse histórico alguns pontos importantes, como o processo inicial da criação do produto. Apesar de ter iniciado nos laboratórios do IFSC - Campus Florianópolis, acabou por ter seu Protótipo Alpha desenvolvido com tecnologia e padrões Europeus, através de um Intercâmbio no norte da Alemanha em 2014, promovido pelo IFSC em seu Programa de Intercâmbio chamado PROPICIE (Programa de Intercâmbio Internacional para Estudantes do IFSC).

Como o produto foi concebido para o mercado brasileiro residencial, houve boas oportunidades de divulgação através de notícias em diversos sítios, e posteriormente entrevistas na RBS e BAND/SC como disponível no Apêndice C – Reportagens televisivas. Nesse mesmo período, o projeto também foi aprovado no Edital 17/2014 do CNPq-SETEC/MEC, o qual buscava a elaboração do Protótipo Beta. Ressalta-se que, devido a problemas orçamentários, os recursos de material previstos para o projeto somente foram liberados em meados de abril de 2016.

Nesse período, o projeto dispôs de um corpo técnico na área de eletrônica que contava com quatro alunos bolsistas de nível técnico, um bolsista pós-graduado, um bolsista graduado, além de um técnico colaborador e um professor Doutor. Na área de Design havia um bolsista voluntário de nível superior e um professor Mestre, que atuou também como mentor da equipe. Nesse momento, o projeto também foi apoiado pela empresa Novo Transformadores, que naquele momento participou do projeto através de uma contrapartida diretamente no Edital 17/2014.

No segundo semestre de 2016 o projeto já havia participado da formação de quatro alunos bolsistas técnicos, através de seus estágios curriculares obrigatórios. Apoiado o desenvolvimento de um novo produto baseado nos seus conceitos iniciais, como tema de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) de um aluno de Graduação em Design de Produto do IFSC. E também, já havia sido contemplado com uma pesquisa de patentes através do Edital do Inventor do IFSC, no qual recebeu parecer favorável para pedido de depósito de Modelo de Utilidade no INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial). Processo este tendo elencado como Inventores todos os alunos presentes no projeto, bem como dois professores e dois técnicos do IFSC que ajudaram no desenvolvimento do produto.

Buscando superar dificuldades financeiras e dar continuidade ao projeto, procuraram-se outras parcerias com investidores e fomentos. A melhor oportunidade surgiu na final do concurso de empresas inovadoras Darwin Starter promovido pela CVentures S.A., com premiação de R\$500.000,00 entre aportes financeiros e serviços. Na primeira edição desse concurso conseguiu-se chegar entre as 20 empresas finalistas, mas não se conseguiu aprovação. Buscou-se então outro concurso chamado Sinapse da Inovação fomentado pela FAPESC (Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina), para então levar o produto ao seu estágio final de desenvolvimento.

Em 2016, na quinta edição do concurso Sinapse da Inovação organizado pela Fundação CERTI (Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras), o projeto foi contemplado como uma das 100 empresas para recebimento da subvenção financeira da FAPESC tendo o IFSC como apoiador. Nesta edição do programa, foi possível contar com uma bolsa de 12 meses exclusivamente para nível de Mestre, que por ocasião foi selecionado um aluno egresso do Mestrado de Mecatrônica do IFSC, atualmente se integrante da equipe do projeto. Para execução deste edital, foi necessária a criação de uma micro empresa denominada Novo Energia Ltda.

Na Tabela 1 é apresentado um quadro resumo, a fim de elucidar todas as fases e etapas principais que o projeto passou até a publicação deste trabalho:

Tabela 1 – Resumo em datas dos principais acontecimentos do projeto.

2012/02	Pesquisa para a Pós-Graduação em Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos
2012/06	Desenvolvimento de um protótipo inicial em Microcontrolador MSP430
2013/10	Aprovação no PROPICIE IV para realização de intercâmbio na Alemanha
2014/02	Execução do projeto na Universidade de Ciências Aplicadas de Neubrandenburg
2014/09	Retorno ao Brasil e aprovação da Monografia na Pós-Graduação do IFSC
2014/10	Entrevista para TV RBS e BAND/SC apresentando o protótipo funcional
2014/12	Aprovação no Edital 17/2014 SETEC/MEC para execução do projeto
2015/02	Início da liberação das bolsas e contratação de dois técnicos e um pós-graduado
2015/07	Formação dos bolsistas técnicos e entrada de uma equipe de Design de Produto
2015/01	Ingresso no Mestrado de Mecatrônica com o presente projeto
2015/06	Finalistas do Concurso Darwin Starter que premiava R\$500mil
2015/11	Aprovação do projeto no Concurso Sinapse da Inovação - Edição V (FAPESC)
2016/01	Liberação dos recursos do Edital 17/2014 do CNPq para compra de equipamentos
2016/02	Aprovação no Edital do Inventor IFSC para análise de viabilidade de Patente
2016/03	Abertura da Novo Energia Ltda e formalização de contratos junto ao IFSC e FAPESC
2016/05	Depósito de Patente no INPI através da empresa CERUMAR Propriedade Intelectual
2016/06	Contratação de bolsista com Mestrado para atuar no Sinapse da Inovação V
2016/09	Liberação parcial pela FAPESC dos recursos da 5ª Edição do Sinapse da Inovação
2016/12	Montagem do MVP (Mínimo Produto Viável) de versões do Filtro de Linha Inteligente
2017/02	Funcionamento da eletrônica do modelo analógico comprovada na prática
2017/03	Liberação total dos recursos da 5ª Edição do Sinapse da Inovação pela FAPESC
2017/06	Novo Energia é escolhida como uma das 10 empresas destaque na 1ª Feira Sinapse
2017/07	Início do teste de campo do Filtro de Linha Ajustável em consumidores residenciais
2017/08	Aprovados em auditoria final do programa Sinapse da Inovação V
2017/09	Desenvolvimento de novos produtos com base nas ideias iniciais

Fonte: Do autor

Para efeitos legais se faz necessário um item adicional, no qual são apresentadas questões que dizem respeito à execução financeira do projeto, tendo em vista que houve participação de empresas privadas com recursos públicos. Este item foi intitulado como Contextualização Executiva, podendo ser considerado como uma espécie de *Disclaimer*, que em tradução livre pode significar “Avisos Legais”.

1.2. Contextualização executiva

A execução deste projeto se tornou possível através do financiamento de instituições de apoio a pesquisa aplicada, exclusivamente através da aprovação em editais públicos de concorrência ampla e contrato de interesse público-privado.

São listados a seguir os instrumentos jurídicos para cada ocasião:

Chamada CNPq-SETEC/MEC N ° 17/2014 - Apoio a Projetos Cooperativos de Pesquisa Aplicada e de Extensão Tecnológica: Tratou-se de um programa de “Apoio a projetos de pesquisa científica e tecnológica aplicada, de extensão tecnológica, que contribuam significativamente para o desenvolvimento científico e tecnológico do País [...]”. Seus recursos foram divididos entre Custeio e Capital conforme pode ser evidenciado no Apêndice A – Fomento CNPq.

Edital de chamada pública FAPESC nº 03/2015 – Programa Sinapse da Inovação operação SC V: Tratou-se da quinta edição de um programa que visa “Fomentar propostas de empresas catarinenses, que apresentem projetos de desenvolvimento de produtos [...] relevantes para o Estado de Santa Catarina”. Seus aportes financeiros estão listados no Apêndice B – Fomento FAPESC. Nestes, os recursos estão divididos entre Bolsa e despesas de custeio exclusivas em Serviços.

Edital Nº 37/2016/PROPI - Chamada 2016/2 - Seleção de Criações Intelectuais para Avaliação do Potencial de Depósito/Registro junto ao INPI (Edital do Inventor): Tratou-se do “[...] processo de seleção de criações de pesquisadores do IFSC para a avaliação do potencial de proteção da propriedade intelectual, realização de buscas de anterioridade, prospecções tecnológicas, análise do potencial de patenteabilidade e elaboração de pedidos de patente [...]”. Seus aportes foram efetuados diretamente para a empresa contratada e seus resultados foram objetos de um contrato de Propriedade Intelectual entre o IFSC e as empresas interessadas, conforme extrato apresentado no Anexo B - Contrato junto ao IFSC.

Cabe informar ainda, que as instalações de laboratórios do IFSC Campus Florianópolis foram utilizadas durante a execução das chamadas públicas aqui citadas. Para isso, considerou-se o termo firmado na carta de apoio do Núcleo de Inovação (NIT) do IFSC como evidenciado no Anexo A - Carta de Apoio do IFSC.

Reitera-se por fim, que em todos os editais houve envolvimento de discentes, docentes, técnicos e egressos na pesquisa aplicada e extensão com empresas sempre nas formas legais permitidas pelos regulamentos e regimentos internos.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo geral

O presente trabalho pretende demonstrar o processo de desenvolvimento de um produto eletrônico, desde sua concepção até início de produção. Produto este que vem sendo chamado de Filtro de Linha Inteligente, no qual se almeja demonstrar suas características mecânicas e eletrônicas, com foco em duas áreas: Economia de energia com automação e proteção de eletroeletrônicos. Para isso, apresentam-se todas as etapas de pesquisa bibliográfica, desenvolvimento, testes e pré-produção, a fim de contribuir para o programa de Mestrado em Mecatrônica do IFSC.

1.3.2. Objetivos específicos

Busca-se atingir os seguintes objetivos específicos:

- a) Pesquisar tecnologias atuais em bases acadêmicas e de patentes;
- b) Estudar comparativamente determinados produtos no mercado mundial;
- c) Criar as especificações com custo-benefício para o mercado Brasileiro;
- d) Buscar diferenciais nos aspectos físicos e funcionais do produto para atender diferentes usuários;
- e) Gerar protótipos do produto projetado e testá-lo para garantir suas funcionalidades;
- f) Atingir níveis de *standby* no produto na faixa de $400\text{ mW} \pm 100\text{ mW}$;
- g) Buscar transformar esse trabalho em uma oportunidade de negócio, através de empreendedorismo (“*paper* virar PIB”¹).

1.4. Justificativa

O consumo em estado de espera (*standby*) vem sendo apontado ao longo dos últimos anos como um dos grandes vilões do desperdício de energia [4] [7] [12] [25]. Além disso, o Brasil é o país com o maior índice de incidência de descargas atmosféricas, segundo o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) chega a 50 milhões de descargas por ano. [18]

Atualmente, o consumo de eletrodomésticos e eletroeletrônicos em modo de espera ou *standby* é apontado em algumas fontes [4] [5] [12] [31], como responsável

¹ Expressão proferida pelo Prof. Dr. José Renes Pinheiro no Evento SEPOC 2015, no qual apresenta a ideia de transformar *papers* (artigos) em produtos ou serviços que gerem PIB (Produto Interno Bruto), definido como a soma das riquezas geradas por um país.

pelo desperdício de 4 a 12% do consumo médio residencial brasileiro. Outros estudos formais baseados em dados históricos, como DANTAS [7], apontam que somente em 2005 no Brasil foram desperdiçados 1,6 TWh, o equivalente a 530 Milhões de Reais na época. Autores estrangeiros como LEBOT, MEIER e ANGLADE (2000 apud MEIER, 2005) [21] afirmam que o percentual de energia elétrica gasta nas residências em modo *standby* varia de 3 a 10%. RODRIGUES, [32] através de medições e questionários, estimou que uma parcela de 6,18% é desperdiçada em *standby* considerando o consumo de energia mensal de residências brasileiras.

Estudos realizados em 6 países pelo Programa de Colaboração Tecnológica em Eficiência Energética para Equipamentos de Usuários Finais da IEA (IEA *Technology Collaboration Programme on Energy Efficient End-use Equipment*), revelaram o consumo em *standby* diminuiu de 4 W em 2000, para menos de 1 W em 2011 nas quase 9600 medições feitas em televisores. Como exemplo é citado o mercado americano, no qual em 2008 o programa *Energy Star* atingiu mais de 80% destes aparelhos, reduzindo o desperdício em mais de 7 bilhões de kWh por ano [19].

Por isso, hoje se fazem necessárias tecnologias para atingir níveis de eficiência energética adequados, especialmente em eletroeletrônicos tecnologicamente defasados, que em sua maioria não são tão eficientes energeticamente quanto produtos eletrônicos mais modernos. Quando se trata da questão de consumo em modo de espera (*standby*), isso se torna bastante evidente, pois quanto mais antigo o equipamento, menor a chance de se encontrar fontes com características de baixo consumo neste modo de operação [25]. Por isso, o Filtro de Linha Inteligente deverá ser capaz de atuar tanto em eletrodomésticos modernos quanto antigos, que possuem diferentes níveis de potência consumida em modo de espera.

Por fim, uma das principais motivações para a realização deste projeto, está no interesse de uma empresa para produção do referido produto, o interesse de profissionais da área, e especialmente o possível mercado consumidor inexplorado em nosso país. Além é claro, o apelo ambiental para economia de recursos naturais também é de grande relevância, em especial em épocas de escassez de água e conseqüentemente de energia elétrica (devido a nossa matriz energética principal baseada em hidrelétricas) [25].

1.5. Definição do Problema e Proposição da Solução

Partindo das premissas apresentadas no Item 1.3, considera-se que o produto, aqui apresentado, busca solucionar um problema de automação residencial viável em cenários nos quais se encontram alguns equipamentos, que no geral [7] possuem um maior consumo no modo de espera (*standby*), como por exemplo: TV por assinatura (aparelho) e impressora (periférico), conforme identificado nas linhas do Gráfico 1 em comparação com as barras que indicam a quantidade de horas de uso.

Gráfico 1 - Exemplo de equipamentos eletroeletrônicos, indicando seu consumo e tempo em *standby*.



Fonte: [7].

Analisando o Gráfico 1, é possível verificar que um televisor permanece um maior número de horas em uso ao longo do mês e tem um baixo consumo em *standby* (<1 kWh), o aparelho de TV por assinatura fica menos tempo em uso e consome mais no período que está em *standby* (>4 kWh). O mesmo acontece ao compararmos uma impressora (>4 kWh) com seu acionador principal, o computador. Já o equipamento videocassete, foi ignorado devido ao seu desuso nos dias atuais.

Nesse sentido, esse trabalho se propõe a desenvolver um produto eletrônico capaz de detectar através de padrões de consumo, quando um aparelho entra em *standby*, para então ligar ou desligar cargas secundárias sem a intervenção do usuário nesses aparelhos periféricos.

A solução para o problema pode ser um circuito totalmente analógico, no qual o usuário deve fazer um ajuste inicial, ou uma solução com circuitos digitais, nos quais um microprocessador auxiliado por *software* é capaz de detectar padrões de consumo, para então definir limites de modo de espera (*standby*) e acionar ou desligar aparelhos.

Porém, primeiramente se faz necessário apresentar conceitos presentes na literatura, bem como subsídios bibliográficos para execução deste projeto, que necessitaram também pesquisas em bases de patentes.

1.6. Estrutura do trabalho

No primeiro capítulo é apresentada uma contextualização histórica sobre o projeto, bem como seus objetivos norteadores e principalmente, a justificativa para a execução desta pesquisa. Posteriormente é apresentada uma revisão bibliográfica, na qual se abordou estudos a nível mundial e nacional sobre o consumo de energia em modo de espera (standby), estudos de componentes de proteção de cargas e uma relação de normas e patentes relacionadas ao produto em estudo.

No segundo capítulo é apresentada a metodologia empregada para o desenvolvimento do projeto, passando desde etapas de levantamento de requisitos por potenciais clientes, análise de concorrentes, até sua interpretação para especificações técnicas de produto, para então definir as funcionalidades a serem implementadas.

Já no capítulo terceiro, é apresentado o desenvolvimento do projeto propriamente dito, adentrando especialmente na parte técnica funcional do produto, nas quais são descritos os componentes eletrônicos com os quais foram elaboradas as soluções lógicas funcionais do produto.

No último capítulo são elencados novos projetos semelhantes ou complementares ao tema que já tiveram sua execução iniciada pelas empresas interessadas. Ainda são apresentados os resultados do projeto, que estão categorizados em diferentes tópicos, para tornar possível a compreensão e também para facilitar a verificação dos objetivos propostos.

Por fim, apresenta-se um planejamento para manufatura do produto desenvolvido, pois esse é o principal interesse da empresa parceira Novo Transformadores, que além de patrocinadora, também é apoiadora dessa Dissertação de Mestrado Profissional.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Além da proteção de eletroeletrônicos, um dos objetivos do Filtro de Linha Inteligente é economizar energia elétrica. Uma das formas de se economizar é limitar a baixos níveis ou eliminar o consumo em Modo de Espera (*standby*), [7], [25] e [32].

Sendo assim, nesse capítulo são apresentadas referências encontradas a nível nacional e mundial, que definem os conceitos envolvidos com *standby*, seus modos e metodologias de medição. Além disso, são mostrados estudos que apontam os tipos de equipamentos que mais desperdiçam energia, bem como suas características em diversos países, especialmente no Brasil.

No capítulo a seguir, são elencados padrões estabelecidos e acordados por empresas desenvolvedoras de eletroeletrônicos para redução de consumo em modo de espera. Outras iniciativas e uma revisão histórica de acontecimentos no que diz respeito a *standby* são apresentadas, para então concluir a explanação com um resumo.

Outra necessidade demandada por consumidores e normativas neste tipo de produto é a proteção de eletroeletrônicos. Assim, no item que segue são apresentados brevemente conceitos básicos sobre Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS) e alguns dos seus principais componentes eletrônicos, que são base de estudo para especificação do produto em desenvolvimento neste trabalho.

Ao término do capítulo são apresentadas algumas pesquisas independentes realizadas em bases de patentes ao redor do mundo, que tem por finalidade embasar o produto como inovação, considerando seu Pedido de Depósito de Modelo de Utilidade no INPI.

2.1. Estado da arte sobre *standby*

O *Standby* ou Modo de Espera é a energia elétrica gasta por qualquer equipamento eletroeletrônico para manter seu estado inercial até receber um comando para ser ligado e utilizado pelo usuário ou sistema autônomo.

Neste item são elencados materiais relacionados ao consumo em *standby* pesquisados pelo autor, em bases de renome acadêmico como IEEE (Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos), Elsevier e Emerald. Além disso, foram encontrados em bases de dissertações de mestrado de Universidades brasileiras, três trabalhos relacionados ao consumo em *standby* e formas de mitigá-lo, [7], [25] e [32].

2.1.1. Conceituação de *standby*

O modo de espera ou *standby* é definido como a energia usada por equipamentos para manter seu funcionamento mínimo quando sua função principal está desligada. Autores como CHAKRABORTY e PFAELZER [6] afirmam que o consumo de *standby* variam entre 2 a 20% do consumo total residencial.

MEIER [21] define *standby* como sendo a energia consumida por aparelhos e equipamentos quando eles estão desligados ou quando não estão desempenhando o seu papel principal. O autor cita alguns exemplos de ocorrências mais comuns do uso do *standby*, como: televisores e equipamentos de vídeo que utilizam controle remoto, telefones sem fio e aparelhos de micro-ondas. Apesar de o consumo dos aparelhos em modo *standby* ser baixo, ele ocorre 24 horas por dia em diversos aparelhos, que somados representam um consumo significativo de energia. LEBOT, MEIER e ANGLADE (*apud* MEIER) [22] afirmam que segundo estimativas, o percentual de energia elétrica gasta nas residências em modo *standby* varia de 3 a 10%.

RODRIGUES [32] registra que “o modo *standby* significa que o aparelho está temporariamente em repouso, ou seja, ele não está desligado, continua consumindo energia e está aguardando algum comando para que o equipamento exerça sua função principal”. Cita ainda que apesar de se tratar de uma parcela mínima da energia em cada consumidor, quando utilizada em larga escala pode resultar em um volume alto de energia desnecessária em setores como: industrial, comercial, transportes, agropecuário, público e residencial. Conclui informando que aquele trabalho se restringe a análise em moradias, ou seja, o setor residencial.

SANTO [25] denomina como Tecnologias de Percepção de Uso, “as ferramentas que visam reduzir o consumo de energia elétrica de vários tipos de cargas em seus momentos de ociosidade, ou seja, quando não estão sendo utilizadas por seus usuários”. Ainda exemplifica os seguintes dispositivos objetos de seu estudo: eliminador de *standby*, gerenciador de energia em computadores e sensor de presença. E completa informando que este trabalho “visa incentivar o emprego das tecnologias de percepção de uso no setor residencial”.

Nestes conceitos, o Filtro de Linha Inteligente se mostra viável por atuar em uma forma de automatizar o desligamento de eletrônicos residenciais, deixando o usuário do produto com a comodidade de acionar somente o equipamento principal.

2.1.2. Modos de *standby*

Alguns estudos definem a energia em modo *standby* como sendo o mínimo de energia consumida por um aparelho enquanto ele está ligado à rede elétrica. Dessa forma, se o aparelho possuir uma chave de desligamento geral, o consumo em modo *standby* será nulo [22]. A seguir são classificados os demais modos de *standby*.

2.1.2.1. Modo desligado (*off*)

Modo em que o dispositivo permanece conectado à rede elétrica, mas não permite ao usuário realizar operações. Segundo SANTO [25], “neste modo o aparelho pode não consumir energia (0 W) ou estar realizando alguma função interna, tal como executando funções de memória, etc”.

2.1.2.2. Modo *standby* passivo

É considerado o dispositivo que fica consumindo energia à espera de um comando do usuário que acionará sua função principal. Além disso, podem-se considerar funções secundárias, como *display* mostrando um relógio nesse modo [25].

2.1.2.3. Modo *standby* em rede

Pode ser considerado um serviço autônomo que fica aguardando um comando através de uma rede. Nesse caso, o dispositivo passa a realizar sua função principal somente após o recebimento do acionamento externo. Como exemplo, pode-se citar o protocolo IEEE 802.1X na função *Wake On Lan*, utilizado em placas de rede que ficam em *standby* aguardando um *Magic Packet*, para então ligar o computador. [19]

2.1.2.4. Modo *standby* ativo

Objeto de estudo desse trabalho, é quando o dispositivo não está executando sua principal função, mas aguarda acionamento por parte do usuário. Pode ser considerado o modo mais comum em residências [25], pois diz respeito à operação de televisores, DVDs, receptores de satélite ou TV a cabo, *home theaters*, entre outros. É facilmente identificado por um circuito eletrônico que mantém ligado um LED (diodo emissor de luz) e aguarda o comando através de um *push button* (botão de pressão) ou de um sensor infravermelho acionado através de um controle remoto.

2.1.3. Estimativas de *standby*

Nos itens que seguem são apresentadas metodologias para estimar o consumo em modo de espera (*standby*) apresentadas em artigos internacionais. Além delas, cabe citar duas dissertações nacionais que apresentam outros métodos de análise. RODRIGUES [32] utiliza questionários e testes práticos em produtos para estimar o consumo em *standby* e extrapolar esses dados. Já em SANTO [25], a metodologia de avaliação de tecnologias de percepção de uso em residências é tema principal de sua pesquisa aplicada em um estudo de caso em três modelos residenciais teóricos.

2.1.3.1. Métodos de medição

De acordo com MEIER [21], faz-se necessária uma descrição precisa da definição de *standby*. Para isso, o autor descreve três métodos distintos: medições para toda a casa, estimativas bottom-up e medições para novos produtos.

O método de medições para casas consiste em visitar as residências e medir a quantidade de energia gasta em todos os aparelhos em modo *standby*. O consumo é então tabulado e informado a cada residência. A fim de evitar que aparelhos sejam esquecidos, as equipes responsáveis pelas medições podem comparar suas aferições com àquelas obtidas através do aparelho medidor. Através do monitoramento de um grupo representativo de residências, a pesquisa pode estabelecer uma estimativa confiável do uso de equipamentos em modo *standby* em determinada região. Porém, um problema apresentado por este tipo de pesquisa é que ela depende de voluntários para se obter um número representativo de residências. Outro problema observado é o fato de que, apesar de todo o esforço das equipes de medição em medir todos os aparelhos em modo *standby* das residências, alguns aparelhos acabam sendo ignorados. Alguns exemplos de aparelhos frequentemente esquecidos são: sistemas de segurança, portas de garagem eletrônicas e equipamentos de ginástica. Devido a estas omissões e negligências, o consumo de energia em modo *standby* provavelmente seja maior do que o auferido. Em contrapartida, o oposto também pode acontecer, quando ao invés de se realizar a medição em aparelhos que estejam desligados, a medição é feita em aparelhos no modo de espera. Isso, conseqüentemente, aumenta o valor auferido nas medições [22].

O segundo método descrito por MEIER [25], o *bottom-up*, consiste em realizar estimativas de medição por residência ou em nível nacional. A estimativa é calculada com base em medições de aparelhos específicos em modo *standby* e depois

multiplicado pelas saturações médias desses aparelhos. Por exemplo, se 50 medições em televisores demonstram que a média de consumo em *standby* é de 4,0 W, e se o número de Televisores por residência é de 2 ou 3, então, o consumo médio de energia em *standby* é de 9,2 W. A estimativa do método *bottom-up* é bastante precisa para aparelhos comuns – onde um número maior de medições e saturações é conhecido – mas é falha para aparelhos menores – onde a maior parte do consumo em modo *standby* ocorre. Exemplo disso é a falta de informação sobre medições e saturações em aparelhos como: telefones sem fio, portas de garagem eletrônicas, cafeteiras, entre outros. Por conseguinte, as estimativas obtidas nesse método acabam sendo subestimadas. Há ainda, casos em que os usuários retiram da tomada seus aparelhos eletrônicos quando não estão em uso. Nestes casos, a utilização do método *bottom-up* para o cálculo anual de energia utilizada em modo *standby* ficaria comprometida.

Por fim MEIER [21] cita o terceiro e último método, o de medições para novos produtos, consiste em visitar uma loja ou uma fábrica e medir de uma só vez o consumo em modo *standby* de diversos produtos novos. Esta técnica se mostra muito eficaz para avaliar rapidamente os níveis de energia gastos, porém, os resultados podem divergir quanto às medidas destes produtos nas residências. Estudos mostram que novos aparelhos de TV no Japão e em países da Europa consomem bem menos energia em modo *standby* do que aqueles aparelhos encontrados nas residências. Diante disso, algumas organizações acabam coletando as informações sobre consumo em modo *standby* fornecidas pelos fabricantes e as publicam na internet.

2.1.3.2. Cálculo de consumo

Segundo a IEA (apud CHAKRABORTY, PFAELZER) [6], o modo de espera foi registrado por várias agências como responsável pelo desperdício de 5 a 15% de energia do total consumido em residências de diversos países ao redor do mundo.

Para o cálculo da média de consumo em modo de espera, a agência IEA utilizou a seguinte fórmula:

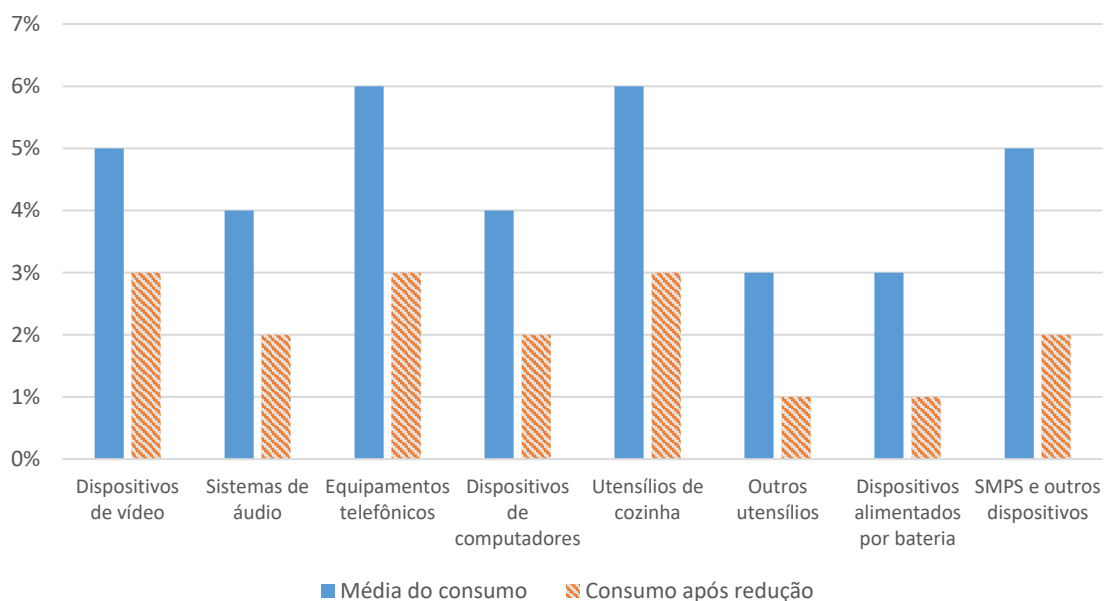
$$W - H = P_{0,av} \cdot t_s \cdot n_H \quad (1)$$

Onde:

- $W - H$ são as perdas calculadas em Watt/hora para um tempo fixado, como anualmente
- $P_{0,av}$ é a média consumida em *standby* em Watts
- t_s é o tempo em horas que o dispositivo está em modo *standby*
- n_H é o número de casas no país.

A IEA ainda demonstra alguns dos equipamentos mais utilizados em residências e que possuíam o maior índice de desperdício em modo de espera com a média de consumo, conforme apresentado no Gráfico 2, e apresentado numericamente na Tabela 15 e Tabela 16 do Apêndice D - Dados Tabulados.

Gráfico 2 - Exemplos de equipamentos e seus consumos em *standby*.



Fonte: [6].

Entre as recomendações, a IEA cita que uma das formas mais comuns e baratas para reduzir o desperdício de energia em modo de espera é simplesmente retirar os equipamentos das tomadas quando não utilizados. Nesse caso, são citados equipamentos que podem ser desligados em conjunto através de barras de tomadas com chaves liga/desliga, como normalmente é o caso de Televisores e CPUs de Computadores, que quando desligados não mais justificam o uso de equipamentos secundários como DVDs ou Impressoras. Como conclusão, a agência aponta que a evolução da eletrônica de potência no século 21 foi capaz de proporcionar formas de economia em modo de espera, que não mais justificam a utilização de conversores de energia que desperdiçam mais que 1 Watt em modo de espera [6].

2.1.4. *Standby* no mundo

O consumo da energia em modo *standby* representa uma relevância internacional, tendo em vista que grande parte dos dispositivos responsáveis por este gasto estão ligados ao comércio internacional. MEIER [21] cita o computador como exemplo disso, sendo que um aparelho pode ser projetado nos Estados Unidos, montado na China, utilizando peças do Japão e da Coreia, e vendido na Europa.

Em face disso, segundo MEIER [21], os governos de diferentes países como Estados Unidos, Austrália e China têm investido em programas para reduzir o consumo de *standby* em eletroeletrônicos. Todas essas ações, que visam à redução de energia no modo *standby*, representam uma grande oportunidade para uma ação internacional coordenada no âmbito mundial de proteção do clima.

MEIER [21], em seu artigo que revisa inúmeras publicações da época sobre *standby*, cita que vários foram os esforços no ano 2000. Nesse ano, foram estimados um desperdício de 60 a 110 W para residências em países desenvolvidos, o que correspondia entre 4 e 11% do consumo residencial para o período. Cita ainda que havia evidências de que esse número iria aumentar nos anos seguintes, devido ao grande aumento de eletrônicos digitais como computadores. Nesse sentido, o artigo MEIER [22] lista uma série de iniciativas para redução dos níveis de *standby* programadas até aquele momento, trazendo um retrato cronológico das ações.

Ainda de acordo DANTAS (*apud* SELINA) [7], é natural que cada vez mais existam no mercado eletrodomésticos controlados por dispositivos capazes de comunicar-se entre si, fato esse que tende a aumentar ainda mais o consumo em *standby* nas residências.

No ano de 2006, a Austrália foi o primeiro país a estabelecer normas explícitas obrigatórias para o consumo de energia em *standby*. Dentre os produtos eletrônicos envolvidos estão: fontes externas de alimentação, *set-top box* digitais, equipamentos para entretenimento doméstico, Televisores, computadores e monitores. No ano de 2006, um programa da Califórnia também ganhou força, incluindo produtos como: fontes externas de alimentação, adaptadores para Televisores digitais, produtos de áudio compacto e aparelhos de DVD. Ainda no ano de 2006, o Japão investiu em normas referentes a televisores digitais. Mais tarde, em 2010, um programa voluntário da Coreia se tornou obrigatório e incluiu pelo menos 18 (dezoito) produtos de consumo [22].

SANTO (*apud* VALENTOVA e KNAPEK, 2009) [25] informa que o consumo em *standby* nas residências, representa aproximadamente 11% do consumo de energia elétrica nas casas Europeias. Ainda existem estudos que demonstram a possibilidade de redução de 2/3 do consumo de energia em *standby* nas campanhas de conscientização para moradores e utilização de eliminadores de *standby*, conforme citado por SANTO (*apud* GRAM-HANSEN e GUDBJERG, 2006) [25].

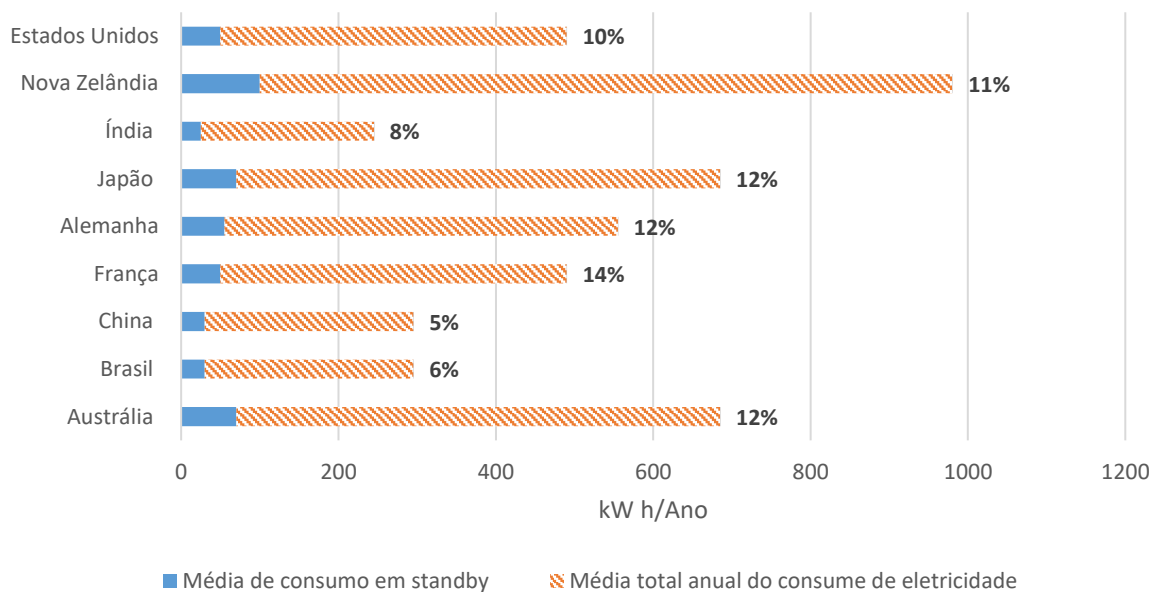
Segundo MEIER [21], a situação do modo de economia em *standby* tem se tornado mais complexa desde o início dos anos 90. Ela acabou se tornando muito ampla, pois cada vez mais produtos têm sido afetados nas residências em nível mundial. O consumo deste tipo de energia é muito comum em eletrodomésticos da linha branca e também em aparelhos recarregáveis, como os telefones celulares. Juntamente com o aumento deste consumo de energia, surge também a preocupação de se buscar formas para reduzi-lo em todos os tipos de aparelhos eletrônicos.

MEIER [21] alega que durante um bom tempo as bases de dados existentes consistiam basicamente de medições apresentadas pelos fabricantes de seus próprios produtos. Por não se ter informação acerca das vendas destes produtos, essas bases de dados acabavam revelando muito pouco acerca do consumo geral de energia em modo *standby*. Felizmente, vários grupos independentes têm realizado pesquisas nos mais diversos tipos de produtos a fim de medir o consumo de energia neste modo. Estas pesquisas têm ocorrido em lojas, de modo a medir o consumo em novos produtos e também em edifícios, onde os produtos são efetivamente utilizados.

2.1.5. Estudos comparativos entre países

Conforme levantamento de dados de 2011 publicado pela IEA [6], o consumo anual aproximado com *standby* no Brasil foi de cerca 6% do total consumido por residência, conforme apresentado nos dados da Tabela 13 do Apêndice D - Dados Tabulados e representados no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Relação entre o desperdício em modo de espera com a média de consumo para alguns equipamentos segundo a IEA.



Fonte: [6].

MEIER [21] realizou um estudo no qual foram compiladas 21 pesquisas referentes ao método de medições para toda a casa. Essas pesquisas englobam medidas realizadas em mais de mil residências em todo o mundo. O resultado obtido está apresentado na Tabela 14 do Apêndice D - Dados Tabulados.

MEIER [21] menciona que a maior pesquisa já realizada ocorreu na França e englobou 178 residências, seguida de pesquisas realizadas na China e em diversos países da Europa. Os Estados Unidos também conduziram pesquisas relativas ao método de medições para toda a casa. Sendo que estudos que consideraram a medição em apenas uma residência, ocorreram em diversos países. Apesar do número de pesquisas realizadas, os resultados não podem ser comparáveis, pois os procedimentos de medição utilizados em cada pesquisa diferem em detalhes importantes.

Ainda sobre o resultado obtido através da compilação das pesquisas, MEIER [21] constatou que a média de energia consumida em modo *standby* varia de 30 W na

China, para mais de 100 W na Nova Zelândia e nos Estados Unidos, porém com uma média ponderada de 50 W. Os valores mais altos obtidos nas pesquisas podem passar uma ideia equivocada, pois os estudos realizados consideraram poucas residências. Ainda, as medições realizadas na Nova Zelândia incluíram diversas residências com aquecedores e aparelhos com defeito [21].

Outro estudo realizado por MEIER [21] compilou 8 (oito) estimativas obtidas através do método *bottom-up*, apresentadas no Apêndice D - Dados Tabulados. Conforme pode ser observado, o consumo de energia em modo *standby* nas residências investigadas varia de 7 a 86W, o que corresponde de 3 a 12% do consumo de energia elétrica, respectivamente. Algumas das estimativas obtidas – como na Argentina e na Suíça – não incluíram todos os aparelhos, o que refletiu no resultado obtido, apontando valores menores do que a situação real. MEIER [21] argumenta que apesar de a estimativa de 86W obtida na Austrália provavelmente excluir os aquecedores, o país apresenta o mais alto nível de consumo de energia em modo *standby*.

Além disso, segundo SANTO (apud SELINA, 2011), “existe uma forte tendência de entrada de eletrodomésticos, inclusive da linha branca, controlados por equipamentos eletrônicos e com capacidade de comunicar-se com outros, aumentando ainda mais o consumo em *standby* das residências”, [25].

2.1.6. Estudos realizados no Brasil

Já a nível nacional, encontram-se poucos dados e estudos de iniciativas para mensurar o desperdício em modo de espera, bem como formas de eliminar ou diminuir seu desperdício através de produtos mais eficientes no quesito *standby*.

Um dos estudos foi realizado em 2012, utilizando dados da Pesquisa de Posses e Hábitos de Consumo de Energia (PPHs), promovido pela concessionária de energia Ampla Energia e Serviços S.A. no Rio de Janeiro. Nesse estudo, RODRIGUES [7] informa que a participação do *standby* no consumo médio das residências, representa um percentual maior conforme diminui a faixa de consumo apresentada na Tabela 2. Por exemplo, na faixa de consumo de 0 a 80 kW (primeira coluna), o consumo do *standby* pode chegar a 7,5% do total (última coluna). O autor conclui então que o consumo médio do domicílio está altamente correlacionado com a renda, e quanto mais pobre o domicílio, maior a incidência de aparelhos mais antigos e conseqüentemente menos eficientes (caracterizando um maior consumo do *standby*).

Tabela 2 – Consumo médio hipotético do *standby* por consumidor da Ampla Energia S.A.

Faixa de consumo (kW)	Consumo médio por consumidor (kWh)	Consumo médio <i>standby</i> por consumidor (kWh)	Participação do <i>standby</i> no consumo médio residencial
0 a 80	31,8	2,4	7,5%
81 a 150	114,2	2,9	2,5%
151 a 220	182,1	3,7	2,0%
221 a 400	286,7	4,8	1,7%
400+	714,0	6,2	0,9%

Fonte: [7]

Em outro estudo nacional, SANTO [25] verificou 3 tecnologias de percepção de uso: eliminador de *standby*, gerenciador de energia em computadores e sensor de presença. Depois coletou dados de cargas residenciais e criou 3 diferentes perfis de funcionamento das cargas (6, 8 e 10 h) em 3 cenários distintos, para análise de sensibilidade. Seus resultados apontaram que o emprego dessas tecnologias nesses cenários simulados com base na cidade de São Paulo, podem representar de 35 a 85 MW evitados e redução de emissões de 59 a 145000 toneladas de CO₂ ao ano. Ainda, calculou o retorno do investimento (*payback*) como sendo de 2,3 a 7,4 anos para o consumidor.

Por fim, existem diversas fontes como revistas e jornais de grande circulação, com afirmações de profissionais como Engenheiros citando estimativas de redução de consumo em *standby* em residências. Como na maioria não são informadas as metodologias de cálculos, esse trabalho optou por não utilizar tais fontes.

Porém, no caso apresentado pela Divisão de Suporte Técnico de Conservação de Energia (DPST), é apresentada uma estimativa de economia de 2000 GWh caso o *standby* dos televisores fosse diminuído para 1 W em 2007. [8]

O cálculo feito pelo engenheiro da DPST, Moisés dos Santos, considerou que os televisores, em média, ficam em *standby* 20 horas por dia, e que nas 50 milhões de residências atendidas com energia a posse média de televisores é de 1,4 aparelho por domicílio. [8]

2.1.7. Iniciativas para redução de *standby*

Organizações como a conhecida “Energy Star” na Inglaterra, “Blue Angel” na Alemanha e “Nordic Swan” em países Escandinavos, são alguns dos programas de recomendações de eficiência energética seguidas no Continente Europeu. Na maioria, os padrões de medição utilizados são definidos em diretivas da Norma IEC62301.

2.1.7.1. Padrão *One-Watt*

One-Watt ou Um-Watt ou ainda 1-Watt, é uma iniciativa lançada em 1999 pela IEA junto a demais Institutos Globais para Economia de Energia, que visava limitar o consumo instantâneo de equipamentos no modo de espera em no máximo 1 Watt. A regulamentação recebeu outra versão em 2013 que almejava atingir 0,5 Watt como potência máxima instantânea em *standby*.

O modo *off-line* ou *sleep mode* foi apontado por entidades [6] como sendo responsável por 5 a 15% do potencial de energia gasto em residências, que quando projetado para uma cidade, estado ou país, se torna um desperdício considerável. De acordo com a IEA, a potência perdida em *standby* corresponde entre 1% e 2% das emissões de Gás Carbônico (CO₂) no mundo [6].

Entre os primeiros países, a Austrália aderiu formalmente ao *1-Watt Plan* em 2000. Outros países como EUA, Coreia e China aderiram entre 2001 e 2007. Entre 2009 e 2011, mais de 75% dos países já tinham implementações substanciais, [19].

Entre as inúmeras soluções buscadas para atingir esses níveis de potência em modo de espera, estão as fontes com transformadores e circuitos sofisticados, às vezes contando com estágios de partida que consomem apenas algumas centenas de miliwatts quando estão em *standby* [6].

Além disso, em 2004 a Agência Internacional de Energia coordenou ações específicas para reduzir o consumo de energia em *set-top* boxes ou como são conhecidos no Brasil, conversores de TV a Cabo. Essa iniciativa tinha como objetivo atingir todos os Modos de Operação, não somente em *standby*. Vários países concordaram em se juntar ao estudo, para atingir uma especificação de 8 W em modo ativo e 1W em *standby*. [21]

2.1.7.2. Iniciativas nacionais e perspectivas futuras

Criado em 1985 pelos Ministérios de Minas e Energia e da Indústria e Comércio, o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), teve a Eletrobras como delegada por fazer sua gestão (RODRIGUES, apud PROCEL) [32].

Entre os objetivos do Plano Nacional de Energia para 2030, cita que:

Estudar a possibilidade de certificação de estabelecer padrões mínimos ou sistemas de níveis de eficiência energética em espera (*stand-by*) para outros equipamentos de uso final (como caldeiras, fornos, secadores, compressores, bombas, etc). [29]

Ainda no seu documento específico que trata de Eficiência Energética, diz que:

As maiores oportunidades de redução no consumo de eletricidade em equipamentos eletroeletrônicos, sobretudo nos aparelhos de som e vídeo, estaria na limitação do consumo no modo *stand-by*, que aumenta com a posse destes equipamentos. [30]

É fato histórico que em meados de 2001 até o início de 2002, o Brasil passou por uma grave crise no setor elétrico. Crise essa que acarretou no racionamento de energia elétrica, devido à incapacidade da matriz energética suprir a demanda da época. Segundo ROGRIGUES (apud BARDELIN, 2004) [32], este fato foi considerado um divisor de águas no setor elétrico e provocou uma redução de aproximadamente 24% no consumo de energia no Brasil.

Neste contexto, houve inúmeras mudanças em regulamentações e incentivos, como a Lei nº 10.295 de 17/10/2001 - Lei da Eficiência Energética, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia [32].

Nessa mesma época, alguns países do mundo já estavam implementando seus programas de eficiência energética, com foco a reduzir a produção de equipamentos eletroeletrônicos com alto consumo em modo de espera. Porém, o Brasil somente implementou definitivamente seu programa de classificação de consumo através do Selo PROCEL em 2009 [19].

RODRIGUES [32] elaborou uma pesquisa qualitativa em residências típicas das classes B e C com média de quatro pessoas por residência. Nela constatou que:

[...] 80% dos entrevistados mantém a maioria dos equipamentos que dispõe da função *stand-by* ligado à energia elétrica e ignoram que estes equipamentos estão consumindo energia quando estão em *stand-by*. A maioria destes entrevistados disse que é mais cômodo simplesmente desligar o aparelho através do botão *Power* do que desligar da tomada. A pesquisa também revelou que muitos aparelhos passam vários dias sem utilização ou são utilizados algumas horas do dia acarretando assim um acréscimo de até 12% na conta de energia elétrica [32].

DANTAS [7], deduz através de projeções baseadas em dados coletados em 2005, que o desperdício com *standby* chegou na ordem de 1,67 TWh naquele ano, o que na época representou um valor projetado de R\$530 milhões/ano.

Como perspectiva futura, SANTO (apud EUROPA, 2011) [25], estima que em 2020, o consumo em *standby* representará 50 TWh/ano somente na Europa.

Um resumo dos principais acontecimentos referentes ao consumo *standby* é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Resumo de acontecimentos referentes ao *standby*.

1986 O <i>standby</i> é reconhecido como um significativo desperdício de energia
1992 O programa <i>Energy Star</i> é iniciado nos Estados Unidos
1999 IEA anuncia o programa 1-Watt para limitar o consumo em <i>standby</i>
2001 União Europeia define regras voluntárias para eletrônicos de consumo
2001 Austrália lança seu plano para limitar o consumo em <i>standby</i>
2001 Manufaturas Europeias criam programas voluntários de <i>standby</i> para Televisores
2003 A Califórnia define como 3 Wats o limite máximo de <i>standby</i> em Televisores
2005 Líderes do G8 endossam a iniciativa de 1-Watt da IEA em Gleneagles
2005 Coreia publica seu plano de 1-Watt (<i>e-Standby Program</i>)
2005 Parceiros da Ásia-Pacífico iniciam seu Projeto Standby
2005 IEC 62301 <i>Household electrical appliances</i> : Padrão para medição de potência em <i>standby</i> é publicada
2007 Coreia adiciona requisitos de <i>standby</i> para o <i>Korea Energy Efficiency Labels and Standards Program</i> (Programa de selos de eficiência e padrões)
2008 Política 1-watt é incluída na IEA 25 <i>Energy Efficiency Policy Recommendations</i> (25 Recomendações das políticas de eficiência energética)
2008 IEA estabelece o contrato de implementação 4E Standby Power Annex
2009 Brasil e Japão estabelecem selos para níveis de standby
2010 União Europeia define requerimentos de 1 Watt (2 W para alguns dispositivos)
2011 IEC 62301 <i>Second Edition of Household electrical appliances</i> : Segunda edição do padrão para medição de potência em <i>standby</i> é publicada
2012 Canadá cria o padrão <i>Minimum Energy Performance</i> (MEP – Performance Energética Mínima) para áudio, vídeo e televisões.
2013 União Europeia define requerimentos de 0.5 W (1 W para alguns dispositivos)

Fonte: [19] (2009 foi grifado em negrito pelo Autor por se tratar do Brasil).

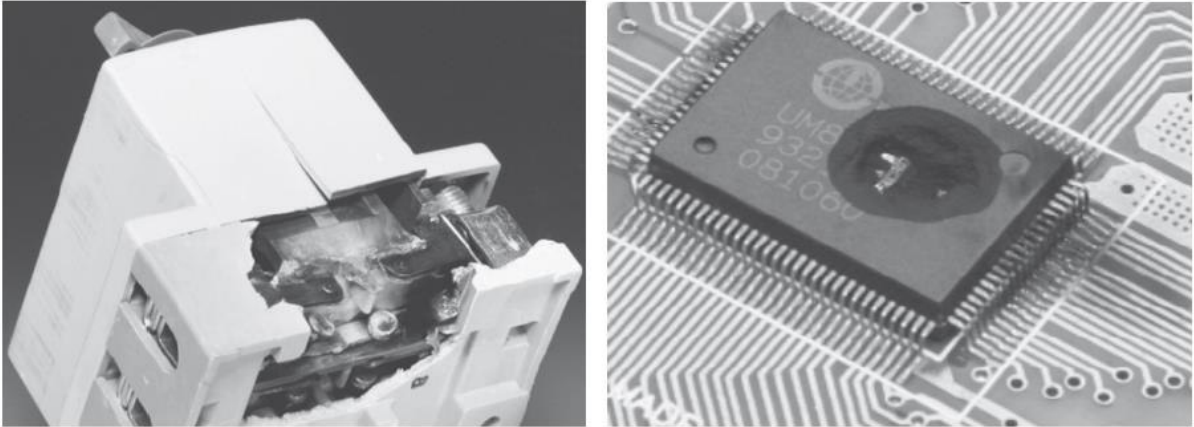
2.2. Proteções

Historicamente, circuitos eletrônicos de produtos eletromecânicos como motores, transformadores e resistências em geral, não necessitavam de muitos sistemas de proteção complexos, devido à robustez natural destes componentes.

Já a eletrônica moderna é composta cada vez mais por componentes sensíveis, baseados em transistores ou componentes de sinal miniaturizados, projetados sempre nos limiares de cada aplicação e conseqüentemente, cada vez mais susceptíveis a surtos ou picos de tensão. Em alguns casos, “os circuitos integrados são susceptíveis de avaria apenas com surtos de 1 μ joule” [24].

Portanto, com o advento de produtos compostos por componentes eletromecânicos cada vez mais automatizados por circuitos eletroeletrônicos sensíveis, justifica-se o uso de dispositivos de proteção junto aos equipamentos, mesmo com a utilização de qualquer sistema de aterramento [24].

Figura 1 – Fotos de danos visíveis causados por sobre tensão em um disjuntor e um microchip.



Fonte: [26].

Possivelmente, alguns equipamentos desenvolvidos em solo nacional, acabam não necessitando atender a diversas regulamentações internacionais, o que novamente reitera a necessidade dos produtos de adequação a possíveis transientes, bem como oferecer funcionalidades de proteção contra eventuais não-conformidades na rede elétrica brasileira.

Este capítulo apresenta uma breve revisão da literatura sobre conceitos e componentes abordados e utilizados no projeto do Filtro de Linha Inteligente.

2.2.1. DPS (Dispositivos de Proteção de Surtos)

Para efeito de contextualização sobre as tecnologias que serão apresentadas a seguir, faz-se necessário definir conceitos predecessores a estes. Nesse caso, antes de abordar os componentes, serão apresentadas algumas classificações e especificações de ambientes relacionados ao uso de DPS.

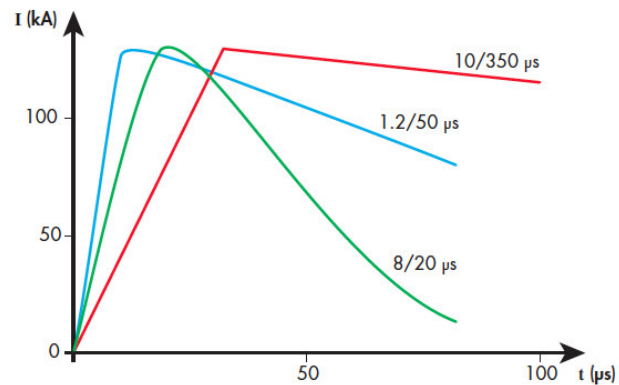
2.2.1.1. Classes

De acordo com a IEC (*International Electrotechnical Commission*), dispositivos de proteção contra surtos são classificados em três Classes, sendo que o objeto de estudo desse trabalho se limita a uma Classe somente:

- DPS Classe III: o nível de proteção dessa classe abrange equipamentos sensíveis a surtos. São instaladas em cada aparelho.

Para efeitos práticos, esses dispositivos de proteção devem ser testados sem carga e por um gerador de sinais com forma de onda de $1,2/50 \mu\text{s}$, capaz de transmitir o valor de corrente nominal conforme Gráfico 4 [11].

Gráfico 4 - Formas de onda que um DPS deve atender.



Fonte: FINDER [11].

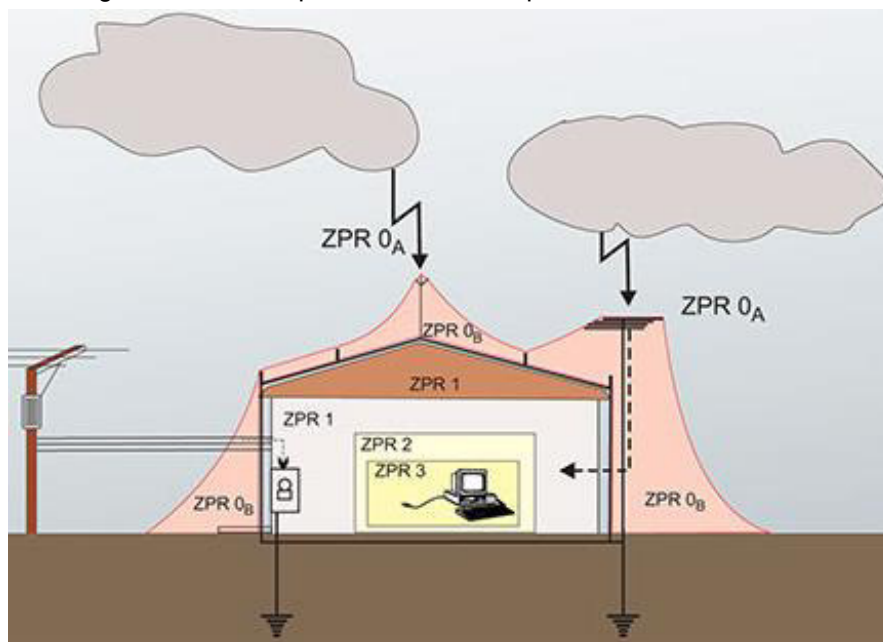
2.2.1.2. Zonas de proteção

Considerando uma descarga atmosférica e sua propagação em terra, a Zona de Proteção contra Raios (ZPR) são as regiões afetadas pelo campo eletromagnético associado à descarga de um raio [11].

Por sua vez, as zonas são classificadas por um número que varia de 0 a 3, atrelando o sufixo LPZ do inglês *Lightning Protection Zones* (LPZ 0, LPZ 1, LPZ 2, LPZ 3). Quanto mais alto for o número, mais os efeitos dos raios serão atenuados.

Considerando a finalidade do produto em estudo, limitam-se suas aplicações somente a ZPR 2 e 3, pois estes correspondem a uma tomada dentro de uma residência, ou ao interior de um dispositivo eletrônico conforme Figura 2.

Figura 2 – Divisão prática em Zonas aplicada a uma residência.

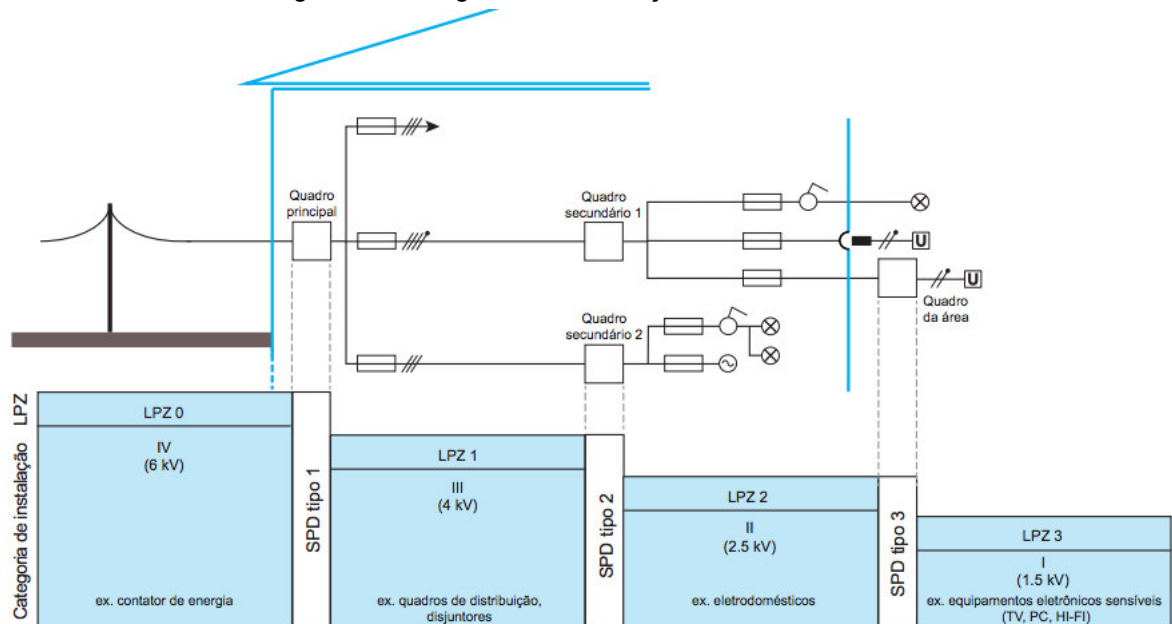


Fonte: FINDER [11].

2.2.1.3. Categorias

Além disso, DPS são classificados por categorias de instalação (ou de surto de tensão), no qual o produto em estudo pode abranger duas delas conforme Figura 3.

Figura 3 – Categorias de instalação e seus ambientes.



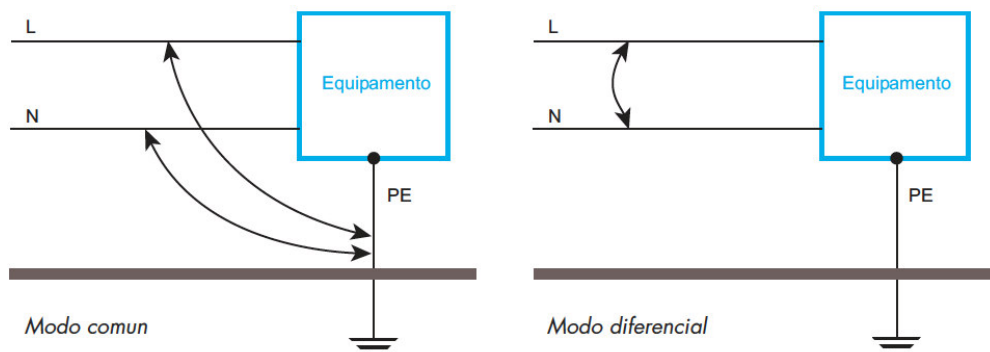
Fonte: FINDER [11].

- Categoria I: inclui equipamentos muito sensíveis a picos de tensão, como equipamentos eletrônicos (televisores, aparelhos de som, modems, PCs, PLCs, etc). Para esses dispositivos, o fabricante deve garantir tensão de resistência de 1,5 kV [11].
- Categoria II: esta categoria inclui os aparelhos cuja resistência a impulso corresponda a 2,5 kV, como ferramentas portáteis ou eletrodomésticos [11].

2.2.1.4. Modos de indução

Podem haver dois modos de indução entre condutores, comum e diferencial.

Figura 4 – Modo comum: Entre neutro/fase com terra. Modo diferencial: Entre neutro/fase.



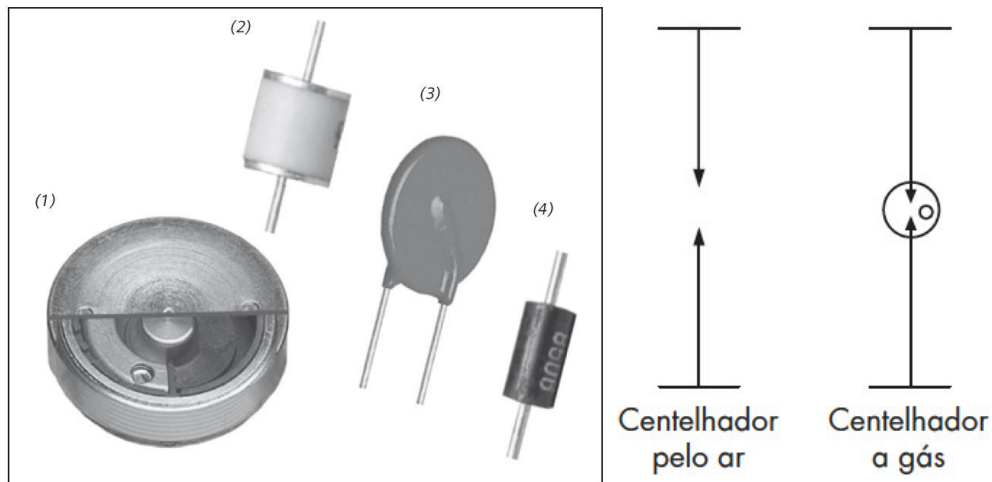
Fonte: [11].

Desta forma, os elementos de proteção devem ter seus componentes posicionados de forma a mitigar possíveis descargas nestes modos de indução.

2.2.2. Componentes

MAMADE FILHO [24] em seu livro, afirma que uma boa proteção contra surtos de tensão, além de necessitar um bom sistema de aterramento, também deve utilizar outras soluções acessíveis e de fácil aquisição como centelhadores a ar, diodos, varistores e filtros. Alguns destes são mostrados na Figura 5 e detalhados a seguir.

Figura 5 – À esquerda são listados os SPDs: 1 – *Spark-Gap* (Faiscador); 2 – Centelhador a gás; 3 – Varistor; 4 – Diodo supressor. À direita são mostrados dois símbolos de Faiscador e Centelhador.



Fonte: [26]

2.2.2.1. Centelhadores

Centelhadores ou faiscaidores podem ser constituídos de apenas 2 eletrodos, que entram em condução após uma ruptura da tensão do dielétrico. Porém, no ar as condições ambientais de temperatura, umidade e pressão influenciam na variação de tensão. Por isso foram criados centelhadores confinados em câmaras ou ampolas de gás nobre (argônio e neônio), o que lhes garante precisão na tensão de atuação [27].

A resistência do centelhador a gás é da ordem de $10\text{G}\Omega$, enquanto na condição de condução (arco elétrico) ela cai para cerca de $0,1\Omega$. A capacitância de um centelhador a gás é muito baixa, da ordem de alguns pF. Essa característica torna esse componente especialmente adequado para a proteção de circuitos por onde trafegam sinais de comunicação de alta frequência. Os centelhadores podem drenar correntes muito elevadas e sua tensão de disparo nominal pode variar de 70V a vários kV. [27]

Portanto, uma das vantagens dos centelhadores a gás é sua baixa capacitância, o que não interfere no funcionamento dos equipamentos a serem protegidos, conforme apontado em [24].

Seu dimensionamento se dá pelo cálculo de 80% da tensão suportável de impulso do equipamento a ser protegido. Sua especificação se dá pela tensão disruptiva quando aplicada corrente contínua sob seus terminais. E para que haja uma margem de segurança e não aconteça um acionamento inesperado, essa tensão deve ser de 20 a 30% abaixo do valor apresentado pelo fabricante [24].

Entre as limitações para uso de centelhadores diretamente em linhas de potência, está sua dificuldade em extinguir o arco elétrico após a passagem do surto [27]. Outro efeito a ser considerado é que a descarga de um centelhador é acompanhada de uma corrente de defeito monopolar, que deve ser imediatamente interrompida pela ação de um elemento fusível [24].

2.2.2.2. Varistores

Varistores ou MOV (*Metal Oxide Varistor*), são componentes eletrônicos constituídos com uma mistura de cerâmica e partículas de óxido de zinco com outros óxidos metálicos [27], podendo ser carboneto de silício [24], ou ainda óxido de magnésio sintetizado [11].

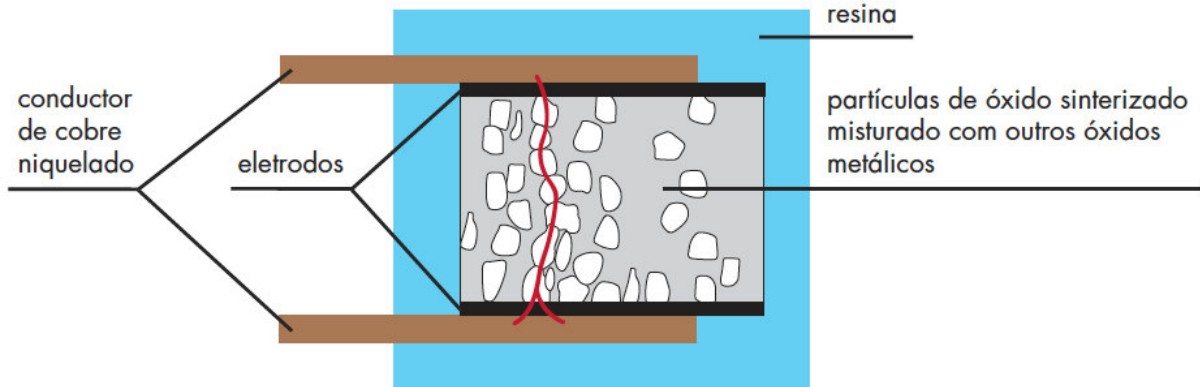
Seu modelamento de funcionamento pode ser considerado como uma resistência que muda de valor, pois quanto maior a tensão, menor a resistência [11].

Sua utilização normalmente é em paralelo entre dois condutores, e sua atuação ocorre quando o valor de tensão chega ao nível especificado pelo fabricante. Nesse momento, o componente entra em condução e fecha um curto-circuito entre os fios, portanto é necessário um componente fusível associado a ele. Nesse caso, o componente pode estar em paralelo com o fusível ou disjuntor, desde que o este último esteja na entrada da fonte de corrente [24].

Em baixa tensão a resistência do varistor é da ordem de $1\text{m}\Omega$ e a sua resistência aparente cai para menos de 1Ω durante a condução de uma corrente impulsiva elevada. O varistor é normalmente caracterizado pela tensão desenvolvida entre os seus terminais quando ele é percorrido por uma corrente de 1mA . Essa tensão é conhecida como “tensão de varistor” ou “tensão de referência”. [...] os varistores possuem capacitância elevada (da ordem de nF), o que frequentemente inviabiliza o seu uso em circuitos de comunicação que operam em alta frequência. [27]

Portanto, considerando que há uma corrente de fuga extremamente baixa naturalmente no varistor e que esta irá aumentar com o tempo de vida do componente, pode-se considerar que a vida útil de um varistor irá depender da quantidade de surtos de tensão nos quais este for submetido [24].

Figura 6 – Representação dos materiais do varistor e a linha uma representação da corrente.



Fonte: [11].

Conforme Figura 6, com a ação do tempo e mesmo com pequenas variações de tensão (região de baixa corrente), as partículas de metal se soldam umas às outras, criando caminhos para a corrente de fuga, que podem vir a levar ao superaquecimento e ao rompimento do varistor [11].

Como artifício para um possível aumento dessa corrente e aquecimento, são utilizados componentes como termistores que desligam o varistor em caso de superaquecimento [27].

2.2.2.3. Termistor

O termistor é um resistor que aumenta a resistência conforme a temperatura aumenta (PTC, *Positive Temperature Coefficient* – Coeficiente de Temperatura Positiva). Dependendo de sua configuração, pode ser usado em aplicações para aterrar o módulo em caso de superaquecimento, atuando como um termo fusível.

Este componente pode atuar como um fusível regenerável, ou seja, ele funciona como uma chave que abre o circuito quando há sobrecorrente na rede, e volta a fechar o circuito quando a fonte da sobrecorrente é removida [11].

2.2.3. Fusível de proteção

O fusível é um elemento conhecido na proteção de eletrônicos, e pode ser produzido com qualquer condutor fundível através de efeito Joule. Seu funcionamento e especificação é baseado na corrente que suporta, antes de aquecer e fundir seu próprio condutor que pode ser um fio ou lâmina, causando a interrupção da corrente.

Pode ser utilizado em série com a fonte de tensão e os equipamentos, também pode ser utilizado em série com DPSs a fim de os proteger ao fim da sua vida útil [11].

2.2.4. Disjuntor termomagnético

O disjuntor térmico e magnético é um componente conhecido das residências brasileiras, podendo ser facilmente encontrado nos quadros de força das casas. Sua atuação se dá por sobrecorrente, quando abre seu circuito e interrompe a corrente.

O disjuntor térmico tem a função de desligar o DPS da rede elétrica quando ele atinge o fim da vida útil, e é acionado quando a corrente de fuga característica do varistor fica demasiadamente elevada, devido ao envelhecimento do componente, ou devido a um surto de tensão excessivo [11].

O dispositivo de proteção térmica pode ser acionado também após a descarga de uma corrente de raio elevada superior a corrente suportada, para indicar que o DPS não é mais capaz de proteger o sistema [11].

Neste trabalho foram utilizados mini disjuntores termo magnéticos, que também tem a função de chave liga-desliga no Filtro de Linha Inteligente.

2.3. Levantamento de Patentes

Foram realizadas três buscas de patentes independentes, sendo uma primeira em 2014, realizada pelo autor em conjunto com o co-orientador (na época coordenador do projeto junto ao CNPq). As outras duas buscas de anterioridade em patentes e análise preliminar da possibilidade de patente da invenção, foram realizadas através do Edital do Inventor do IFSC. O primeiro foi elaborado pela empresa Antonini Invenções Ltda em 2015 e o segundo pela empresa Cerumar Propriedade Intelectual em 2016, conforme descrito a seguir.

2.3.1. Pesquisa em bases de patentes

A seguir são apresentadas as principais patentes encontradas relacionadas ao produto Filtro de Linha Inteligente.

2.3.1.1. Pesquisa prévia (2014)

A primeira pesquisa em bases de patentes se deu primeiramente no final de 2014, em atendimento ao Edital 2014/17 do CNPq para embasamento do projeto. Por isso teve seu foco em estabilizadores de tensão e outros produtos similares, conforme pode ser verificado nas tabelas de resultados obtidos Apêndice E – Pesquisa de Patentes.

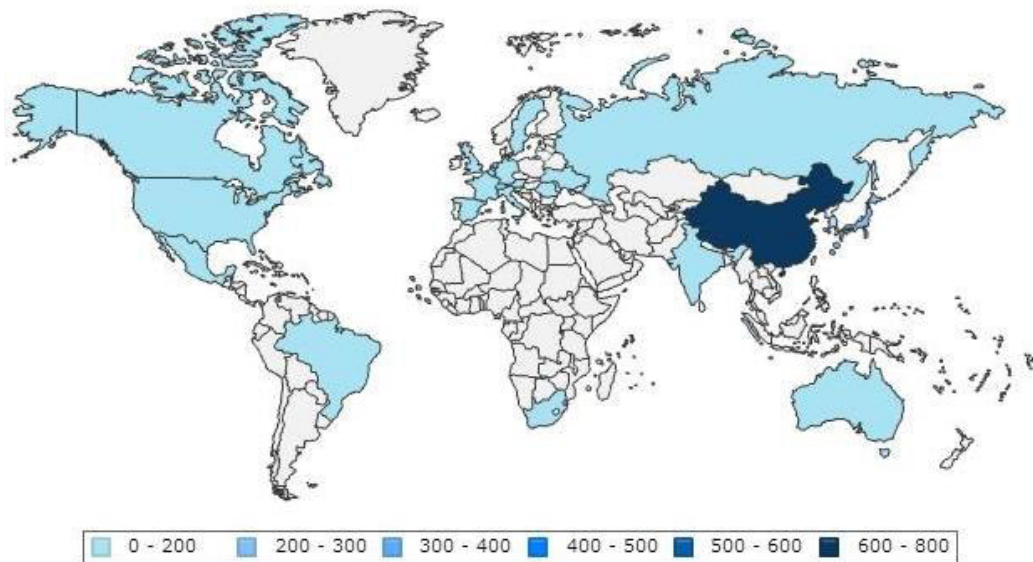
2.3.1.2. Pesquisa Antonini Patentes (2015)

Em 2014 o produto foi contemplado no Edital de Inovação do IFSC número 23, no qual foi realizada uma pesquisa de antecedência de patentes pela empresa Antonini Invenções Ltda.

Com base na submissão do edital, foram elencadas pela empresa as seguintes palavras chave para servirem de parâmetros de busca: *standby*, proteção, raios, tensão, *lightning, thunder, overvoltage, surge, protector* e surto.

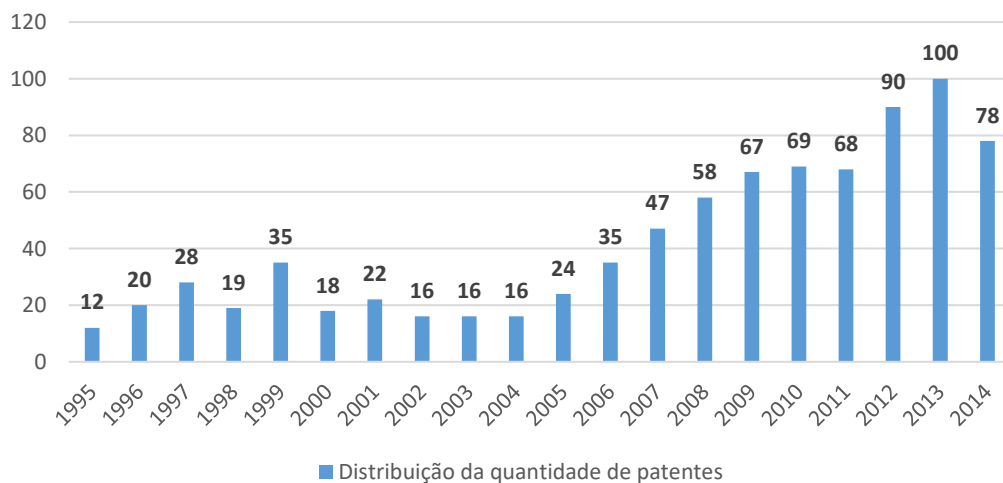
Considerando as palavras elencadas, foram feitos levantamentos das patentes encontradas a nível mundial (Figura 7) e os anos de depósito (Gráfico 5).

Figura 7 – Distribuição de patentes no mundo.



Fonte: Antonini Patentes

Gráfico 5 - Distribuição do número de patentes ao longo dos anos.



Fonte: Relatório Antonini Patentes. Adaptado por Fariel André Minozzo.

O parecer da empresa cita a Lei de Propriedade Industrial (Lei nº. 9.279/96):

O quesito “Aplicação Industrial” refere-se à possibilidade de fabricação do objeto de patente, sendo que um objeto só é patenteável se for passível de fabricação. O quesito “Novidade” diz respeito à patenteabilidade de um objeto totalmente novo, não compreendido no estado da técnica. O quesito “Atividade Inventiva” diz respeito a uma disposição construtiva ou solução técnica de um determinado objeto que, para um técnico no assunto, não decorra de maneira evidente ou óbvia. Fonte: Relatório Antonini Patentes

E conclui informando que o produto, apesar de atender ao requisito de Aplicação Industrial, não atenderia aos requisitos de “novidade” e “atividade inventiva”.

2.3.1.3. Pesquisa Cerumar (2016)

Em conjunto com a empresa, foram acordadas as seguintes palavras chave:

- a) Filtro de linha (*Power strip*);
- b) Protetor de linha (*Power line protector*);
- c) Protetor contra surtos (*Surge suppressor*);
- d) Economizador de energia (*Energy save device*);
- e) Bloqueador de stand by (*Stand by saver*);
- f) Filtro de linha inteligente (*Smart surge protector*).

No relatório de busca são elencadas quase 20 patentes de destaque, sendo que cada uma apresenta características isoladas do produto e reitera a aplicação do produto para características técnicas da rede de distribuição elétrica brasileira.

Sendo assim, são citadas no relatório as possibilidades quanto à possibilidade de registro como Atividade Inventiva (para Invenção - PI) ou Ato Inventivo (para Modelo de Utilidade - MU). Nesse sentido foram realizadas reuniões presenciais e após verificar que características mecânicas do gabinete o diferenciam das demais patentes, optou-se por um registro de Modelo de Utilidade – MU.

Portanto, ao longo da execução do Edital do Inventor de 2016, a equipe da Cerumar e do Filtro de Linha Inteligente, reuniram-se para redigir o pedido de Patente, que foi submetido então conforme extrato no Apêndice F – Patente Depositada.

2.3.2. Normas do INMETRO

Conforme mencionado no Relatório de Análise de Filtro de Linha realizado em 2009 pelo INMETRO [13], foram analisadas onze marcas e muitas não atenderam aos ensaios básicos de segurança, gerando riscos de queima de aparelhos e até mesmo incêndios causados por curto-circuito.

Apesar do órgão recomendar a tomada de medidas emergenciais após os testes, somente em 2011 foi efetivamente criada a norma NBR16008 que trata especificamente de “Extensões Elétricas, Protetores e Filtros de Linha – Requisitos Particulares” [15], e em 2013 a NBR16188 que tem como título: “Plugues e Tomadas para Uso Doméstico e Análogo - Adaptadores Providos de Protetor e/ou Filtro de Linha - Requisitos Específicos” [16]. Já a NBR14936 trata somente de “Plugues e Tomadas para Uso Doméstico e Análogo até 20 A / 250 V em Corrente Alternada – Padronização” [14], ou como se tornou popular: a “tomada de 3 pinos”.

Segundo o INMETRO [13], os filtros de linha são utilizados para filtrar a energia elétrica que alimenta equipamentos eletroeletrônicos em geral e são adequados para proteger estes de transientes (variações no sinal elétrico da rede) e dos ruídos presentes na rede elétrica. Devem ainda atenuar as interferências eletromagnéticas (EMI) e de rádio frequência (RFI), bem como proteger contra surtos de tensão. Graças a componentes como o varistor em paralelo com a entrada, é possível impedir que surtos de pequena duração cheguem ao equipamento final. Por fim, servem para expandir o número de tomadas disponíveis.

2.4. Conclusões das Pesquisas Bibliográficas

Notou-se que o assunto de consumo de equipamentos em *standby* é recorrente e inúmeras são as iniciativas para reduzi-lo ao redor do mundo. Porém, poucos são os estudos em diversos países como o Brasil e nos que existem, acredita-se que poderiam ser aprofundados.

Consoante MEIER [22], cita que enquanto na Europa existem diversas pesquisas relacionadas ao consumo de energia em modo *standby*, em países do sul da Ásia (Índia, Paquistão), da América do Sul e da África, estes estudos praticamente inexistem. O autor levanta um questionamento sobre se o consumo de energia em modo *standby* está aumentando ou diminuindo. Esta dúvida é difícil de ser esclarecida, pois, enquanto que novos aparelhos eletrônicos apresentam um consumo menor de energia em relação aos aparelhos mais antigos, e acabam por diminuir o consumo de energia em modo *standby*; em diversos países o número de aparelhos eletrônicos nas residências têm aumentado consideravelmente, o que acaba impactando num aumento contínuo do uso da energia em nível mundial.

MEIER [21] ainda alega que o estudo do consumo de energia em modo *standby* é importante também para se ter uma ideia do uso da energia nas residências. Apesar de o consumo de energia neste modo representar uma pequena fração do total de energia usada, é possível reduzi-lo significativamente. Em se pensando de modo

coletivo, a economia total pode ser grande. Através do que foi exposto pelo autor, pode-se observar que as oportunidades oferecidas em países menos desenvolvidos são grandes e promissoras.

No levantamento de nível mundial, se apresenta um panorama de diversas iniciativas e estudos para estimar perdas de eletroeletrônicos em modo de espera e buscar novas formas para melhorar a eficiência de eletroeletrônicos que utilizam padrões de *standby*.

As compilações apresentadas por MEIER [21] fornecem uma perspectiva global do consumo de energia em modo *standby*. Através da análise das tabelas, tem-se uma ideia de quantos aparelhos em modo *standby* as residências possuem. As pesquisas realizadas nos Estados Unidos e no Canadá mostraram que as residências possuem em média 20 (vinte) aparelhos. Enquanto que na China a média é de 11 (onze) aparelhos em modo *standby*. Nestes 3 (três) casos, a média é de 3 W de consumo por aparelho. Uma análise mais detalhada de cada país demonstrou que o consumo de energia de aparelhos comuns em modo *standby* é mais alto em países menos desenvolvidos, como China e Argentina. Conclui então que isso pode acontecer devido ao fato de os aparelhos serem menos eficientes e mais antigos.

É apresentado na Tabela 4 uma compilação dos percentuais de consumo de standby apresentados ao longo desta pesquisa bibliográfica.

Tabela 4 - Dados de consumo das pesquisas, autores, abrangência e ano

Percentual	Autores	Abrangência	Ano
5 a 26%	ROSS, J.P.	Califórnia	2002
4,83 e 12%	CCK - CEMIG	Brasileira	2014
3 a 10%	LEBOT, MEIER e ANGLADE	Europeia	2005
6,18%	RODRIGUES, J.R.F.	Brasileira	2009
2 a 20%	CHAKRABORTY e PFAELZER	Norte Americana	2011
4,9%	DANTAS, B.F.	Brasileira	2014
5 a 15%	IEA	Diversos países	2001
7,7%	TANIDES, C.G.	Argentina	2008

Fonte: Do autor

Conclui-se assim, que há uma oportunidade para desenvolver produtos acessórios de eletrônicos já em uso, gerando assim economia de energia e segurança para os consumidores destes equipamentos.

O produto objeto deste estudo, pode ser considerado um “eliminador de *stand-by*”. SANTO [25] o define como tecnologia de percepção de uso, pois são capazes de saber quando estão em uso ou em modo de espera (*standby*), e ainda afirma que estes têm grande potencial para economia de energia elétrica.

SANTO [25] cita ainda que há dois processos para aumentar os ganhos com eficiência energética: autônomo e induzido. “O processo autônomo corresponde à reposição natural de equipamentos antigos por eficientes. Já o processo induzido, necessita de estímulos fornecidos por políticas públicas” em referência ao PNEf (Plano Nacional de Eficiência Energética) de 2011.

Percebe-se que há muito para ser desenvolvido e regulamentado nacionalmente, porém é provável que a globalização de grandes marcas de eletroeletrônicos, resulte por trazer ao mercado nacional produtos que possuem tecnologias de eficiência energética dentro de padrões internacionais de consumo.

3. METODOLOGIA DE PROJETO DO PRODUTO

Em artigo de HAMAD, MINOZZO e VALLI [9] utilizou-se o Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos (PRODIP), apresentado por BACK *et al* [3]. Já do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) criado por AMARAL *et al* [2] foi escolhido para esse trabalho, por ser utilizado pelo programa de Mestrado em Mecatrônica.

Utilizou-se então o Modelo de Referência Unificado (MRU), que pode ter seu modelo de fases dividido nas seguintes etapas: 1) Projeto informacional; 2) Projeto conceitual; 3) Projeto preliminar e 4) Projeto detalhado.

Nesse capítulo são apresentadas as etapas acima aplicadas ao projeto do Filtro de Linha Inteligente, porém inicia-se antes pelo planejamento do projeto.

3.1. Planejamento do projeto

Ao longo de todo o projeto, utilizaram-se *softwares* específicos para seu gerenciamento, visto seu longo prazo de duração, complexidade das tarefas envolvidas e tamanho da equipe técnica executora.

Assim, empregando gerenciamento eletrônico das atividades da equipe técnica, atreladas às metas e aos objetivos do projeto, foi possível monitorar e informar a todos os membros o estágio de desenvolvimento das atividades, como também a execução dos marcos importantes para caracterização das entregas do projeto.

Em paralelo ao gerenciamento do projeto, ocorreu também um gerenciamento de riscos, visando sua mitigação e a proposição de alterações necessárias, evitando-se prejuízo ao projeto.

A seguir são elencadas etapas comuns ao desenvolvimento de projeto apresentado no Programa de Mestrado.

3.1.1. Atividades do projeto

Em termos procedimentais, o cronograma foi escrito em conjunto com o co-orientador para submissão ao Edital 17/2014 SETEC/MEC e serviu de base para o planejamento do projeto, que foi desenvolvido seguindo as macro etapas a seguir:

- a) **Elaborar e aplicar pesquisa com consumidores** – Foi realizada uma pesquisa de mercado com potenciais usuários, por meio da aplicação de um formulário *online*. Apesar de ser considerada uma pesquisa de mercado

inicial, nela puderam-se levantar requisitos e características desejáveis no produto proposto, e inclusive, mudar completamente o projeto que inicialmente era voltado para Estabilizadores de Tensão. A pesquisa realizada naquele momento foi elaborada visando permitir a obtenção de informações relevantes sobre características técnicas, funcionais, de design e de custo, que o consumidor espera de um produto desta categoria;

- b) **Elaboração da pesquisa de mercado** – Esta pesquisa teve como objetivo a identificação de concorrentes e produtos similares, visando posicionar o produto a ser lançado no seu mercado alvo. Também foi aprimorada através da pesquisa prévia em base de patentes, na qual se verificaram funcionalidades e detalhes construtivos dos produtos, na categoria em que se enquadra o produto proposto. Por meio do conhecimento detalhado da concorrência é possível posicionar tecnicamente e economicamente o produto, permitindo um acerto maior no momento do seu lançamento ao mercado;
- c) **Identificação de requisitos técnicos e funcionais** – A partir da pesquisa de mercado com base de patentes e da análise da concorrência, foi elaborada uma lista de requisitos técnicos essenciais e desejáveis para o produto proposto, além de características funcionais e de usabilidade;
- d) **Proposição de soluções** – Foi elaborada uma lista com possíveis soluções tecnológicas, como candidatas a topologias a serem empregadas na solução final. Esta lista de soluções busca atender aos requisitos técnicos e funcionais mapeados anteriormente;
- e) **Estudo de viabilidade técnica e econômica** – As soluções propostas foram avaliadas do ponto de vista técnico e econômico, a partir de estudos de viabilidade técnica e econômica, permitindo sua classificação para escolha da solução final;
- f) **Projeto da estrutura escolhida** – A partir dos estudos de viabilidade técnica e econômica e da solução escolhida, foi realizado o projeto do produto por meio de simulações numéricas, cálculos das grandezas elétricas dos circuitos envolvidos, seleção de componentes e elaboração de material para construção da topologia projetada;
- g) **Construção da estrutura projetada** – Foram adquiridos os componentes necessários, as placas de circuito impresso foram construídas e montadas, realizando-se ensaios funcionais nos diversos blocos de circuitos implementados;

- h) **Ensaio e análise dos resultados** – A solução implementada será testada em laboratório, por meio de ensaios eletroeletrônicos com equipamentos específicos, visando a verificação de sua funcionalidade, para posterior análise dos resultados obtidos;
- i) **Reprojeto e ajustes** – A partir dos resultados e da análise realizada no item anterior, podem ser necessários ajustes e reprojeto nos circuitos envolvidos, tornando-os aptos a atenderem os requisitos necessários;
- j) **Estudo do design do produto** – A partir das tendências do mercado e da análise de produtos concorrentes, busca-se realizar um estudo detalhado do design dos produtos neste segmento do mercado, objetivando fornecer subsídios para o desenho do gabinete do produto em desenvolvimento;
- k) **Proposição e construção do gabinete** – Tomando o estudo do design do produto, são propostas soluções para seu gabinete, envolvendo todas as suas funcionalidades, para posterior construção com auxílio de impressora 3D ou outras técnicas;
- l) **Enquadramento normativo** – Busca-se realizar testes de segurança e funcionalidades, para atendimento das normas do setor eletroeletrônico brasileiro e suas normativas;
- m) **Construção de lote inicial** – A produção do produto em pequena escala (lote para teste de campo), incluindo seu gabinete e elementos externos, visa testes de usabilidade, funcionais e de durabilidade, permitindo a correção de possíveis problemas, caso necessário;
- n) **Documentação final** – Os dados acumulados durante o projeto foram compilados, visando consolidar o projeto e registrar o conhecimento gerado durante seu desenvolvimento.

3.2. Projeto informacional

Nos itens a seguir são apresentadas as etapas de acordo com a metodologia PDP [2], nas quais foram divididas o projeto informacional.

3.2.1. Definição do ciclo de vida do produto

Tabela 1 - Matriz de Ciclo de Vida versus Atributos do Sistema.

Fases do Ciclo de Vida	Atributos do sistema			
	Funcionalidade	Usabilidade	Confiabilidade	Segurança
Projeto	Detecção de <i>Standby</i> ; Proteção contra variações na rede elétrica.	<i>Plug and Play</i> , com auto calibragem e detecção de padrões;	Precisão na medição de tensão em corrente.	Evitar danificar eletroeletrônicos;
Prototipagem	Prova de conceito;	Limitações no formato;	Falta de robustez;	Proteções mínimas;
Testes	Teste de Bancada; Teste certificação; Testes de Campo;	Avaliar botões, conectores, inscrições e cores;	Testes de normas de confiabilidade eletromagnética;	Garantia de adequação às normas;
Manutenção	Atualizações;	Troca de módulos ou troca total do produto;	Garantia de detecção de falhas;	Facilidade na troca de componentes;
Comercialização	Economia de energia em modo de espera;	Ergonomia e gabinete diferenciado;	Possibilidade de garantia do produto;	Proteção de eletroeletrônicos contra surtos;

Fonte: Do autor.

3.2.2. Definição de clientes para os ciclos de vida do produto

Segundo MARCONI e LAKATOS *apud* RODRIGUES [32], “A observação é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Não consiste apenas em ver e ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos que se deseja estudar”.

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

Nesse item foram elencadas as necessidades dos clientes de acordo com a pesquisa realizada pelo autor em [23], na qual foi possível afirmar que os consumidores consultados em sua maioria:

- a) Eram utilizadores de estabilizadores de tensão;
- b) 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;
- c) Possuem estabilizadores pelo fato de necessitarem de uma saída 110 V ou acreditam que assim estão protegendo seu patrimônio;
- d) Acreditam que seus estabilizadores possuem principalmente proteção contra subtensão e sobretensão;
- e) Julgam ser necessário um estabilizador, pois o utilizam como proteção dos seus equipamentos;
- f) Acreditam que estabilizadores protegem seu computador.

Ao término da pesquisa foi possível não só identificar possíveis requisitos, como também perceber a necessidade de outro produto e não um substituto ao estabilizador como havia sido pensado inicialmente.

Dessa forma, pode-se afirmar que o Filtro de Linha Inteligente e por consequência a Novo Energia, é fruto de um *pivot*². No qual mudou-se não somente o produto, como também os elementos e componentes, para que fosse possível adequar-se às necessidades dos potenciais consumidores.

3.2.3. Identificação dos requisitos dos clientes do produto

Além disso, identificou-se na pesquisa que alguns destes consumidores desejam funcionalidades adicionais ao produto estabilizador de tensão, entre eles:

- a) Produto com saída 110 V;
- b) Produto com entrada bivolt automático;
- c) Produto que agregue funcionalidade de filtro de linha;
- d) Produtos mais silenciosos, sem estalos;
- e) Maior número de indicações visuais, como falha no aterramento, display com a tensão em tempo real;

² *Pivot* é uma operação matemática utilizada com matrizes. Aplicado às *Startups*, pode-se dizer que significa mudar completamente ou parcialmente o rumo da empresa e seus produtos. Entre os principais objetivos está o ato de testar seus produtos e corrigi-los antes do lançamento ou durante a utilização.

- f) Novas funcionalidades, como mini disjuntor ao invés de fusível;
- g) Proteções contra surtos para diversas linhas, como TV a cabo e redes.

Cabe destacar que está prevista uma nova pesquisa para definição dos públicos alvo com maior potencial de mercado, a fim de conhecer melhor os consumidores para o momento de lançamento do produto. Então, muitas dessas funcionalidades serão consideradas em possíveis implementações futuras.

3.2.4. Definição das necessidades dos clientes

Conforme AMARAL [2], as necessidades dos clientes podem ser divididas em:

- a) Necessidades manifestas.
- b) Necessidades reais.
- c) Necessidades latentes.
- d) Necessidades culturais.
- e) Necessidades atribuíveis a usos inesperados.
- f) Necessidades relativas à satisfação do produto.

Sendo assim, são elencados na Tabela 5 alguns destes requisitos dos clientes, que por sua vez são convertidos em atributos do produto.

Tabela 4 - Matriz de apoio ao levantamento dos requisitos do produto.

Requisitos do cliente	Atributos do produto			
	Mecânicos	Energéticos	Funcionais	Outros
<i>Plug and Play</i>	Conectores práticos	Bivolt automático	<i>Plug and Play and Forget</i> ³	Fácil instalação
Segurança	Plástico ABS anti-chamas	Componentes de proteção	Suportar surtos da rede elétrica	Termofusível
Proteção	Cabos e fios que suportem tensão de 220V	Saída 110V devido a ideia de proteção	Tensão de entrada igual a de saída	Percepção de proteção em 110V
Potência	Tomadas padronizadas	Limitação de Corrente	Componentes sobrecorrente	Mini disjuntor
Sinalização	Aberturas para LEDs	LEDs de baixo brilho	LED de duas cores	Sinalizar ligar/desligar

Fonte: Do autor.

³ O termo em inglês *plug and play*, refere-se a um produto que é conectado e já passa a funcionar. O termo *forget* do inglês “esquecer”, foi adicionado para se dizer que o produto pode ser esquecido que continuará funcionando.

3.2.5. Valoração dos requisitos dos clientes

Na etapa de valoração dos requisitos dos clientes, recomenda-se uma pesquisa de produtos disponíveis no mercado nacional e internacional.

Nesta seção, são citados produtos que já existem no mercado nacional ou internacional, e foram tomados como referência para criação e desenvolvimento deste projeto. Os seguintes produtos foram selecionados:

- a) Conserve Smart AV da empresa Belkin;
- b) Clamper Multi Proteção - Modelo contador de surtos, da empresa Clamper;
- c) Economaster da empresa ON Electronics;
- d) Standby Block da empresa Daneva do grupo Legrand.


3.2.6. Análise de Concorrentes (*Benchmarking*)

Conforme aponta PHILLIPS [28], analisar o mercado antes de desenvolver qualquer projeto, pode ser considerado requisito fundamental de sucesso para qualquer produto, seja ele novo ou especialmente se for uma melhoria.

“Antes de começar a projetar, é aconselhável analisar os produtos concorrentes, para obter respostas a questões como: Quais são as oportunidades para se projetar um produto mais competitivo? O que está funcionando bem? O que não funciona? Que mensagens se pretende passar? Que mensagens devem ser evitadas? Como o produto será percebido? Qual é a "tonalidade" que se quer dar ao produto? As respostas a essas questões podem ajudar o projetista a coletar elementos, formar opiniões e produzir insights para a criação do novo produto.” PHILLIPS, [28].

Por ser um produto relativamente novo no cenário nacional, não se encontrou produto similar a ponto de efetuar todas as funcionalidades propostas. Portanto, de maneira ilustrativa, criou-se um *Benchmark* conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 - Comparativo de funcionalidades de produtos concorrentes e seus fabricantes.



	Filtro de Linha qualquer	EconoMaster	Clamper	StandBy Block	Novo Energia
Economia de energia	✗	Manual	✗	Faixa fixa	Automático
Proteção de sobre corrente	✓	✓	✓	✓	✓
LED de falha do terra	✗	✗	✓	✗	✓
Proteção de surtos	✗	✗	✓	✓	✓
Contador de raios	✗	✗	✓	✗	✗

Fonte: Elaborado para o projeto. Autor: Fariel André Minozzo.

Estabelece-se assim uma oportunidade de mercado, na qual o cliente espera utilizar em casa um produto que traga como grande valor agregado uma solução para proteção atrelada a economia de energia, de forma automática e em um único produto, [9].

3.2.7. Definição de requisitos 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, obtém sucesso nos seus produtos pelo seu conhecimento acurado do mercado, optou-se pela elaboração de uma pesquisa para a etapa de levantamento de requisitos.

Portanto, concluiu-se que a grande fatia do mercado pretendido busca características mínimas nesses produtos que baseados na pesquisa puderam evidenciar alguns dos principais interesses dos consumidores, gerando as especificações listadas no item a seguir.

3.2.8. Conversão das necessidades em requisitos dos clientes

Para auxílio a definição correta de requisitos, se faz necessário a listagem das necessidades dos clientes em requisitos, conforme exposto a seguir:

- a) Ser simples de usar (*Plug and Play*);

- b) Totalmente automático (*Plug and Forget*);
- c) Autoconfiguração e calibração na produção;
- d) Deve adequar potência para diversos cenários;
- e) Tempo de vida maior que 2 anos;
- f) Proteção contra descargas atmosféricas;
- g) Proteção contra variações da rede (110/220 V);
- h) Possibilidade de encaixe de módulos adicionais;
- i) Componentes de baixo custo.

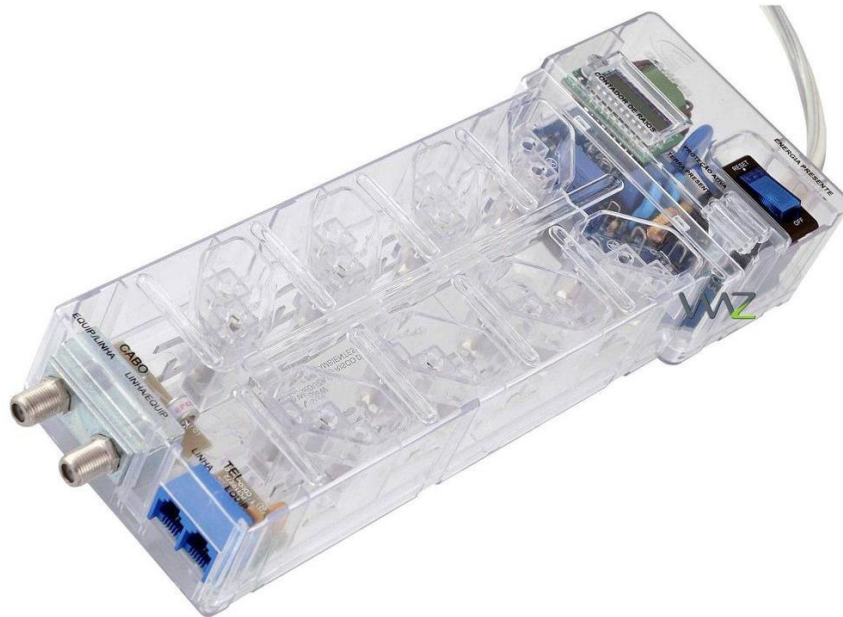
3.2.9. Análise de perfil técnico do mercado

Neste item são apresentados levantamentos de informações do mercado, possíveis somente através de diversas pesquisas dos envolvidos com o projeto.

3.2.9.1. Clínica de produto – Análise de produtos concorrentes

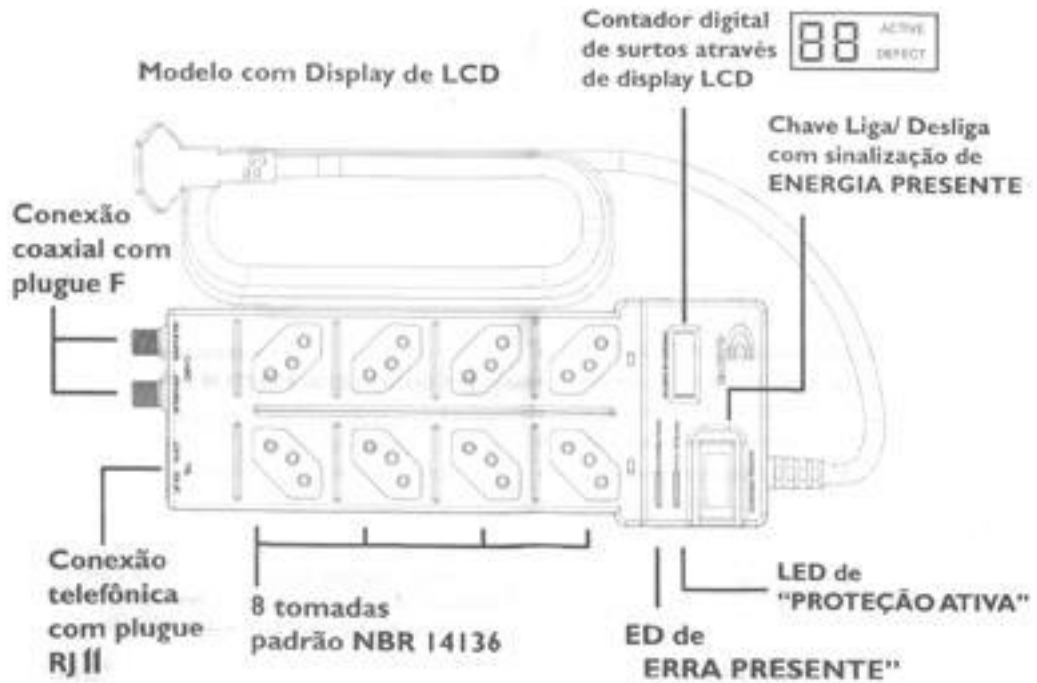
A fim de levantar dados de produtos similares, foram feitas medições do funcionamento do Filtro de Linha com Contador de Surtos da marca Clamper (Figura 8 e Figura 9); do Economaster da empresa On Eletrônicos (Figura 10); StandBy Block da empresa Daneva Pial Legrand (Figura 11); Filtro de Linha Conserve Smart da empresa Belkin (Figura 12).

Figura 8 - Clamper Multi Proteção com Contador de Surtos.



Fonte: <http://www.lojaclamper.com.br/index.php/clamper-multiprotecao-8>

Figura 9 – Diagrama do Clamper Multi Proteção com seus detalhes.



Fonte: <http://www.lojaclamper.com.br/index.php/clamper-multiprotecao-8>

Figura 10 – Economaster 4 tomadas da empresa On Eletrônicos.



Fonte: <http://www.construbasico.com.br/product/filtro-de-linha-04-tomadas-bivolt-economaster-on-eletronicos.html>

Figura 11 – Standby Block da empresa Daneva.



Fonte: http://www.daneva.com.br/p-cons/carregadores_bloqueadores_e_acessorios/bloqueador_de_stand_by_sem_usb1

Figura 12 - Belkin Conserve Smart Power da empresa Belkin.



Fonte: <http://www.belkin.com/in/conserva/smartav/>. Acessado em: 27/09/2014.

Dentre os produtos citados, os três últimos possuem funções para economia de energia, pois executam o controle de tomadas secundárias a partir de uma tomada primária. O primeiro apresentado não possui essas funções, mas se destaca no quesito de proteções e funcionalidades extras, por isso foi selecionado para análise.

Vale citar que o modelo importado, apesar de não se mostrar adequado a rede elétrica brasileira, se destaca em ambas as funcionalidades de proteção e economia de energia. Por essa razão, este produto se tornou referência de produto concorrente para o Filtro de Linha Inteligente aqui desenvolvido.

3.2.10. Definição de especificações meta do produto

O conjunto de funcionalidades que o produto deve atender, bem como as informações que avalizam essas decisões para atender as necessidades dos clientes, são elencados neste item.

3.2.10.1. Restrições de projeto do produto

Conforme descrito no capítulo anterior, existem normas não compulsórias e recomendações internacionais para o desenvolvimento técnico de Filtros de Linha. Neste item são apresentadas as possíveis barreiras de entrada deste produto, bem como uma lista de riscos elencados na Tabela 6.

Tabela 6 – Dados de riscos do projeto e seus possíveis resultados.

Descrição dos Riscos	Área afetada	Probabilidade	Grau de impacto	Prevenção
Não repasse de recursos do CNPq	Custeio e compra de permanente	Alta, devido a crise no país	Alto	Utilizar recursos do Laboratório e da Empresa parceira
Surgimento de concorrentes no meio do projeto	Vendas e motivação	Baixa, devido a inovação	Baixo	Não divulgar o produto antes do tempo certo e fazer algo diferenciado
Falta de recursos humanos de qualidade	Andamento do projeto e cronograma	Média, mas existe devido ao baixo valor das bolsas	Alto	Motivar novos colaboradores com outros atrativos (inovação, aprendizado)
Possibilidade do INMETRO tornar normativas compulsórias para Filtros de Linha	Cronograma, devido ao provável atraso de adequação	Alta, tendo em vista a falta de normativas e testes já feitos em 2009	Média	Criar um produto de alta qualidade baseado em Normativas Europeias e Americanas

Fonte: Do autor.

3.2.10.2. Conjunto de especificações-meta do produto

Neste item são elencadas as necessidades identificadas a fim de embasar as decisões para especificação dos requisitos finais do produto, conforme Tabela 10.

Tabela 7 - Lista do requisito do projeto.

Necessidades captadas do produto	Unidade
[01] Baixo volume ocupado pelo sistema	100 cm ³
[02] Baixa corrente de consumo	500 mA
[03] Baixo número de peças para montar	< 50 peças
[04] Baixo custo dos materiais	< R\$ 50,00
[05] Baixo custo de manutenção	< R\$ 25,00

Necessidades captadas do produto	Unidade
[06] Baixa frequência de ocorrência de falhas	2 por ano
[07] Longa vida útil do produto	36 meses
[08] Facilidade no entendimento das funcionalidades	< 3 minutos
[09] Capacidade do produto de ser instalado rapidamente	< 15 minutos

Fonte: Do autor.

3.2.11. Viabilização econômico-financeira do produto

Considerando questões de viabilidade econômica, como implementação futura, são apresentadas as características a seguir:

- a) Display apresentando a tensão e corrente;
- b) LED apresentando falha no aterramento;
- c) Uso de chaves eletrônicas (TRIACs, MOSFETs);
- d) Inicialização sem faiscamento (*Zero Crossing*);
- e) Sensores de presença ou infravermelho;
- f) Temporizador para aplicações específicas;
- g) Módulos de proteções analógicas diversas (telefonia, redes, CATV).

3.2.12. Definição das necessidades do projeto

Na Tabela 8 são numeradas e elencadas as necessidades dos clientes de acordo com a fase do ciclo de vida do produto.

Tabela 8 – Lista de necessidades do cliente versus ciclo de vida.

Fases do ciclo de vida		Necessidades do cliente
Projeto	01	Economia de energia desperdiçada em <i>standby</i>
	02	Proteção contra variações de tensão da rede elétrica
	03	Proteção contra descargas atmosféricas
	04	Saída 110 Volts (devido à percepção de proteção dos consumidores)
	05	Produto de fácil instalação e configuração
Prototipagem	06	Bivolt automático (110 V e 220 V)
	07	Demonstrar funcionalidade de desligamento automático
	08	Religar automaticamente após acionar o aparelho principal
	09	Verificar níveis de tensão antes de ligar a carga
	10	Necessário reduzir o tamanho e limitar a uma placa
	11	Retirar o transformador de potência

Fases do ciclo de vida		Necessidades do cliente
Testes	13	Comprovar a economia de energia
	14	Possuir níveis de consumo de normas de <i>standby</i>
	15	Efetuar testes de surtos elétricos (MagLab/UFSC)
	16	Garantir limitação de corrente com fusível ou mini disjuntor
	17	Evitar propagação de fogo através do material
	18	Ergonomia e usabilidade (<i>user experience</i>)
Manutenção	19	Facilidade para abertura do equipamento pela indústria
	20	Possibilidade de armazenamento de log de uso em ROM
	21	Fácil troca de peças avariadas por surtos/descargas
	24	Compra de acessórios no caso de troca de tomadas
Comercialização	25	Entrega de valores como economia e proteção
	26	Preço competitivo em relação aos concorrentes
	27	Definição de público alvo B2B2C (<i>business to business to consumer</i>)
	28	Busca de PDVs (Pontos de Venda) diferenciados com televisores por ex.
	29	Explicação do produto através de vendedores treinados

Fonte: Do autor.

3.2.13. Conversão dos requisitos dos clientes em requisitos de projeto

Tabela 9 - Lista de requisitos do projeto.

Requisitos Cliente	Elementos	Requisitos Produto
Praticidade na troca do fusível	Componentes de proteção e seus alojamentos	Mini disjuntor (evita troca de fusível, basta rearmar disjuntor)
Tamanho do cabo variável	Cabos e conectores	Conector IEC com cabo de vários tamanhos
Display para sinalizar tensão	Diodos emissores de luz (LEDs)	LED bicolor para indicação de funcionamento
Saída 110 V	Tomadas de entrada e saída	Fonte com bivolt automático
Proteção contra surtos	Componentes internos de proteção	Varistor e centelhador
Proteção contra sobre corrente	Componentes internos e externos de proteção	Termistor e mini disjuntor
Potência do produto	Tomadas, cabos externos e fios/barramentos internos	Tomadas e fios normatizados

Fonte: Do autor.

3.2.14. Avaliação dos requisitos dos clientes x requisitos de projeto

Segundo o PDP [2], devem ser considerados inúmeros fatores para comparar requisitos de clientes com requisitos de projeto:

- a) Desempenho
- b) Armazenamento e vida de prateleira
- c) Meio ambiente

- d) Testes
- e) Vida em serviço
- f) Segurança
- g) Eficiência
- h) Política do produto
- i) Transporte Implicações sociais e políticas
- j) Embalagem
- k) Responsabilidade do produto
- l) Quantidade
- m) Operação e instalações
- n) Infraestrutura
- o) Reuso, reciclagem e descarte
- p) Tamanho e peso
- q) Materiais
- r) Normas
- s) Ergonomia
- t) Estética, aparência e acabamento

Nem sempre os requisitos estipulados pelos clientes podem vir a ser incorporados em um produto devido aos requisitos de projeto, sejam eles limitados por custos ou até mesmo por entendimento de funcionalidades adequadas aos requisitos técnicos. Sendo assim, neste item são listados apenas alguns dos requisitos de clientes que foram adequados aos requisitos do projeto.

- a) Sinalização de funcionamento através de LED (2 estados/cores) ao invés de *display*;
- b) 6 Tomadas no novo padrão brasileiro, sendo 1 principal, 3 secundárias e 2 sempre ligadas;
- c) Proteção com mini disjuntor termomagnético ao invés de fusível;
- d) Proteção contra surtos através de componentes internos;
- e) Limitação de corrente máxima de trabalho do produto para evitar sobrecarga;
- f) Potência máxima de entrada/saída: 2400 W em 220 V e 1200 W em 110 V.

3.3. Projeto Conceitual

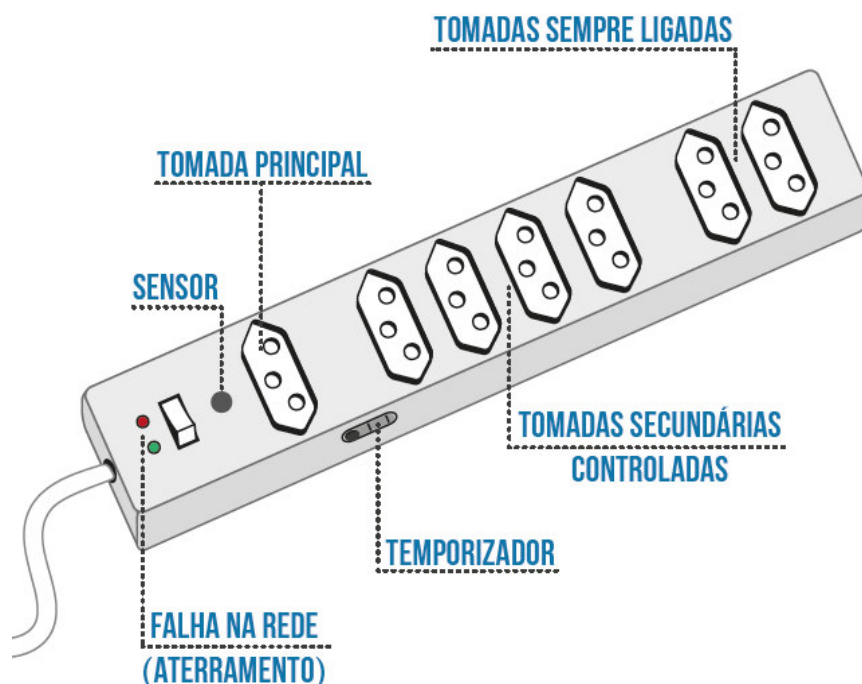
A seguir são apresentadas etapas referentes ao projeto conceitual e suas principais iterações.

3.3.1. Modelo de funcionamento do produto

O Filtro de Linha Inteligente é um produto que, além de assegurar eletroeletrônicos contra surtos e descargas atmosféricas, também possui funcionalidades para detecção de consumo em modo de espera (*standby*). Através de um circuito de medição de corrente, faz a leitura em tempo real do consumo através de um microprocessador ou circuito comparador, e quando este detecta uma diminuição no consumo, desliga automaticamente cargas em *standby* conectados em tomadas secundárias.

Em uma das versões, o produto poderá ser composto por conjuntos de tomadas, sendo que uma delas deve ser a tomada Principal e as outras devem ser tomadas secundárias. Além disso, poderá haver um terceiro conjunto de tomadas que estarão sempre conectadas a rede elétrica, para o caso de ser necessário manter equipamentos ligados após desligar as tomadas secundárias, conforme Figura 13.

Figura 13 - Ilustração conceitual do Filtro de Linha Inteligente com outras funcionalidades.

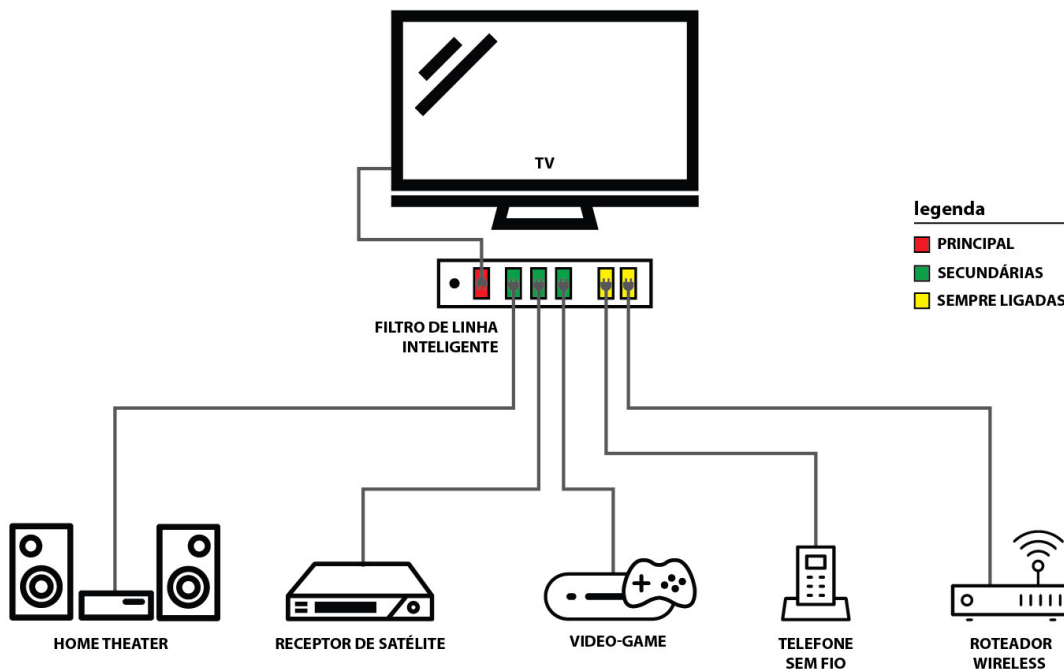


Autor: Fariel André Minozzo.

3.3.2. Desenvolvimento de princípios de solução para as funções

Em um cenário prático quando um televisor for desligado (inclusive pelo controle remoto), o produto passa a desligar tomadas secundárias, nas quais podem estar conectados outros equipamentos, como *home theater*, receptor de satélite, vídeo game, etc. Além disso, planejou-se deixar tomadas sempre ligadas para equipamentos que normalmente devem estar ligados para prover internet ou telefonia, como um roteador sem fio ou telefone sem fio, mostrados na Figura 14.

Figura 14 – Exemplo de aplicação considerando um televisor como acionador principal.



Autor: Fariel André Minozzo

3.3.3. Desenvolver as alternativas de solução para o produto

Com base na análise de concorrentes e na pesquisa, foi criada a Tabela 10:

Tabela 10 - Opções para alguns exemplos de seus requisitos e possibilidades.

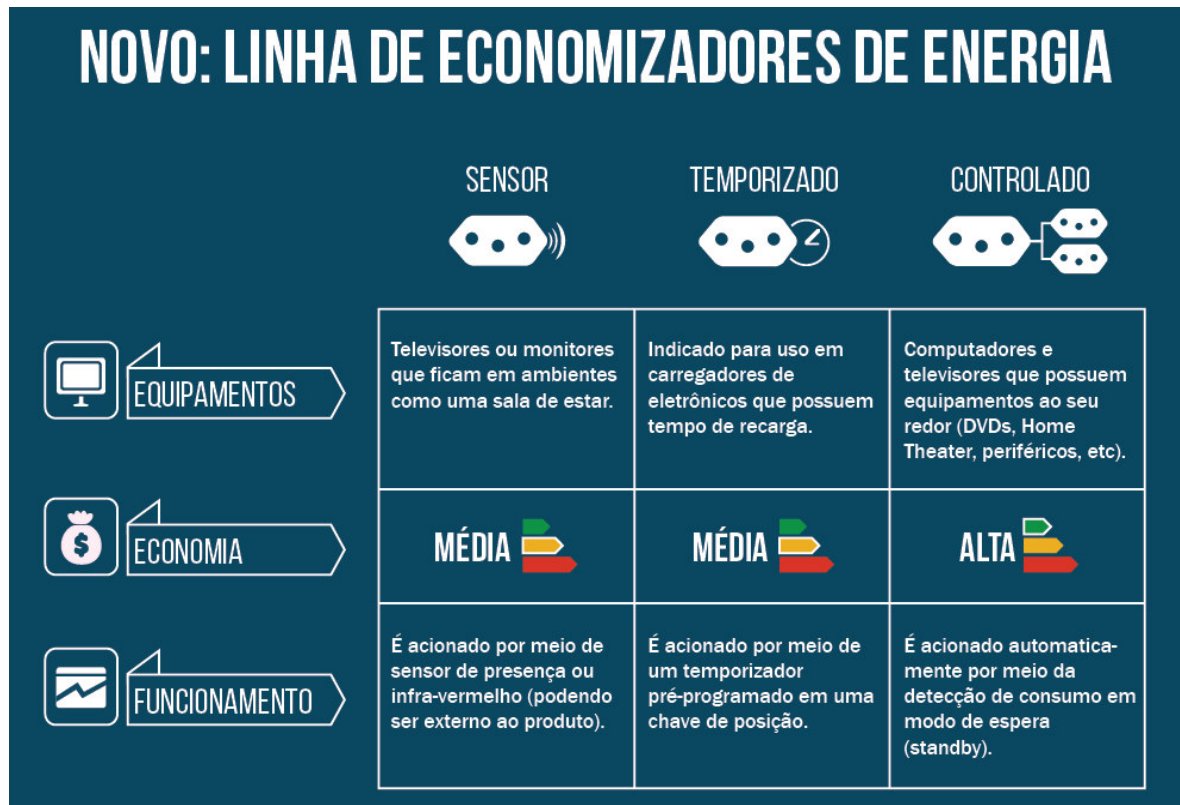
Função elementar	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Número de tomadas	1 Principal 1 Secundária 1 Sempre Ligada	1 Principal 2 Secundária 1 Sempre Ligada	1 Principal 3 Secundária 2 Sempre Ligada
Indicação Visual	Display	LED	Sem indicação
Seleção da tensão	Automática	Chave seletora	Somente 127 V ou 220 V
Chave liga-desliga	Push-Button	Chave 1 Estado	Mini Disjuntor
Sensores	Sensor presença	Sensor <i>InfraRed</i>	Sem sensor
Temporizador	Pré-definido com 3 posições	Pré-definido com infinitas posições	Sem temporizador

Fonte: Do autor

3.3.4. Definir arquitetura para o produto

Após análises, foi possível inclusive verificar a possibilidade de aplicações específicas utilizarem alguns requisitos adicionais apresentados na Figura 15:

Figura 15 - Infográfico que demonstra as aplicações dos produtos.



Autoria: Ésley Turnes de Carvalho.

Neste quesito, definiu-se que o produto iria utilizar a arquitetura de sensores de corrente internos, para atuar como CONTROLADO (coluna da direita na Figura 15).

3.3.5. Analisar Sistemas, Subsistemas e Componentes (SSC)

A etapa de análise de sistemas, subsistemas e componentes é apresentada no capítulo a seguir.

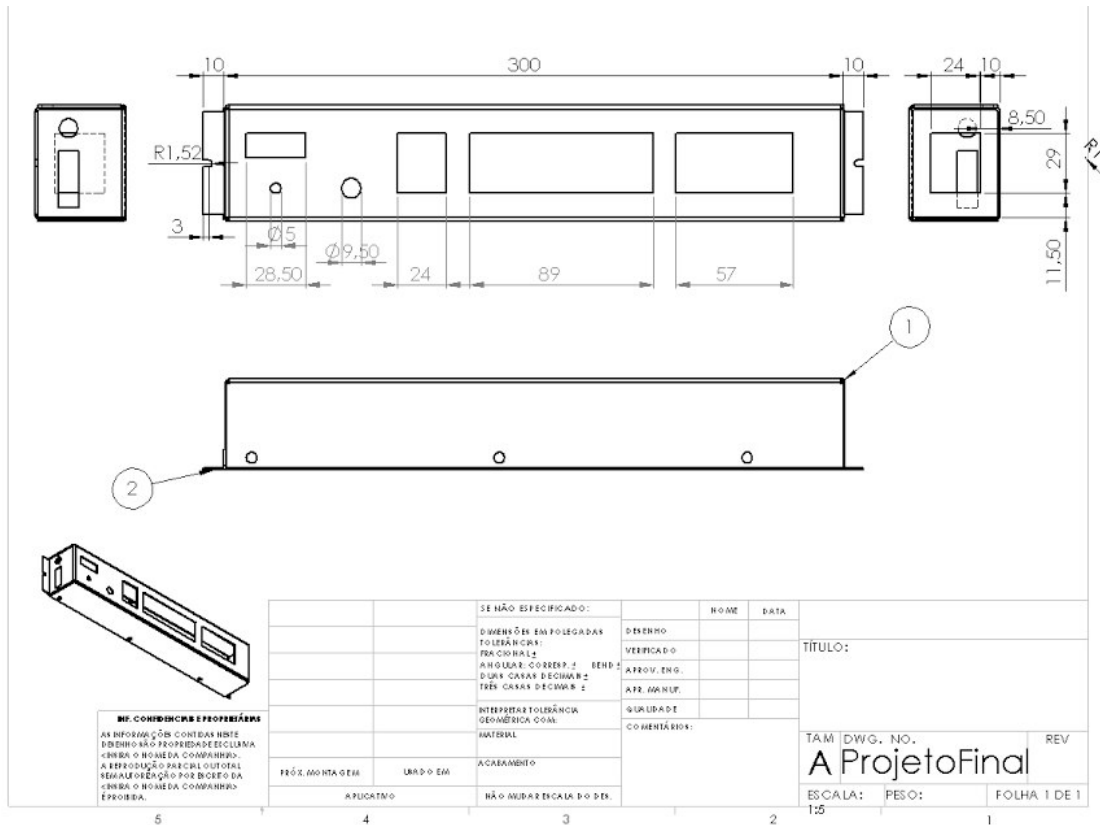
3.3.6. Definir ergonomia e estética

Foram desenvolvidas duas versões de gabinetes, primeiramente um plástico e posteriormente outro em metal. Isso se deu devido aos impeditivos para produção de moldes de injeção de plásticos, então se buscou uma versão em metal com chapas dobradas.

3.3.6.1. Metálico

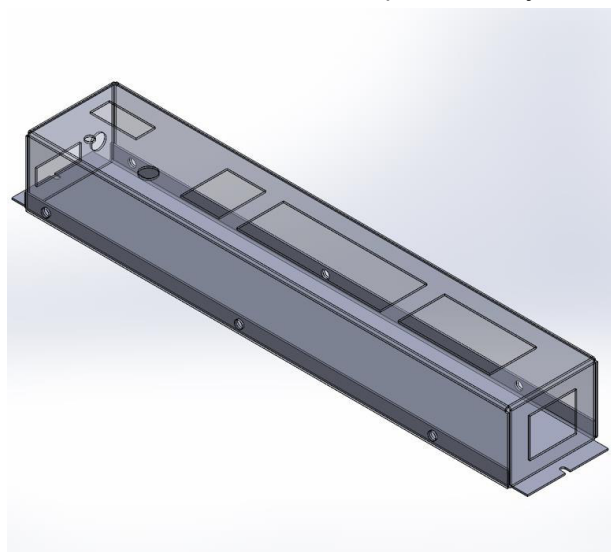
Criado como um projeto para a disciplina de Projeto Mecânico de Sistemas Mecatrônicos deste programa de mestrado, foi desenvolvido um gabinete metálico utilizando duas formas possíveis no *software* Solid Works. O resultado é apresentado na Figura 16 e Figura 17.

Figura 16 – Projeto de gabinete em metal dobrado.



Autor: Farleir Luís Minozzo.

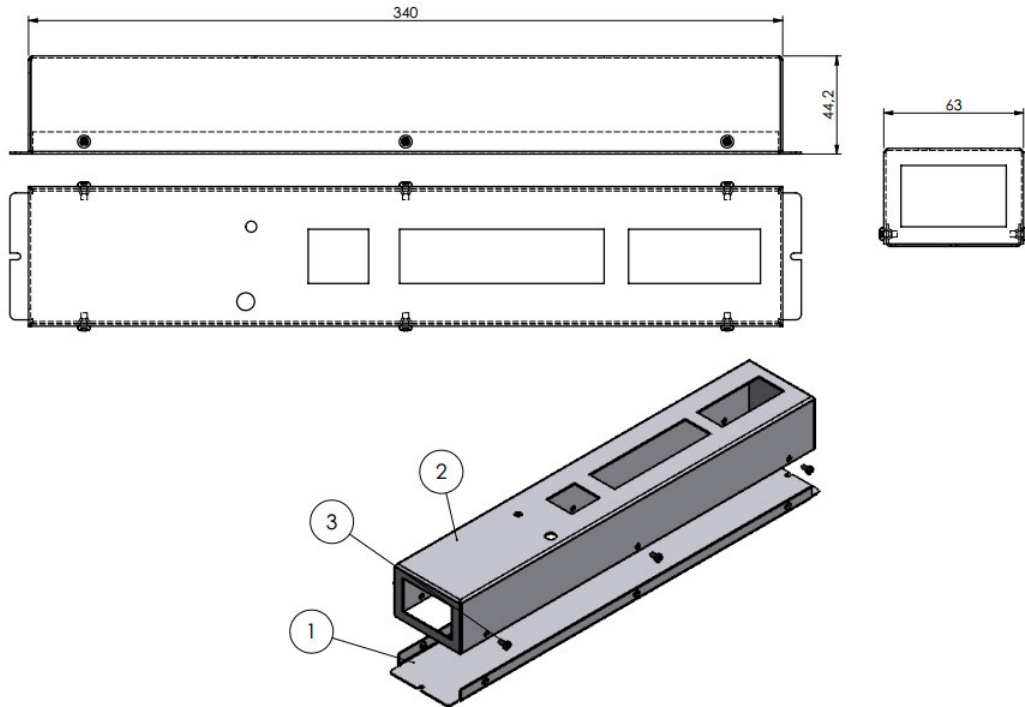
Figura 17 - Gabinete metálico desenvolvido na disciplina de Projeto Mecânico de Sistemas.



Autor: Farleir Luís Minozzo.

Devido a limitações para produção da placa desenvolvida, foi necessário adaptar o gabinete para tomadas adquiridas, botão e chave liga-desliga, conforme a Figura 18 e sua montagem apresentada na Figura 19.

Figura 18 – Gabinete adaptado para a placa desenvolvida.



Autoria: Décio Metalúrgica.

Figura 19 – Gabinete materializado já com os componentes.

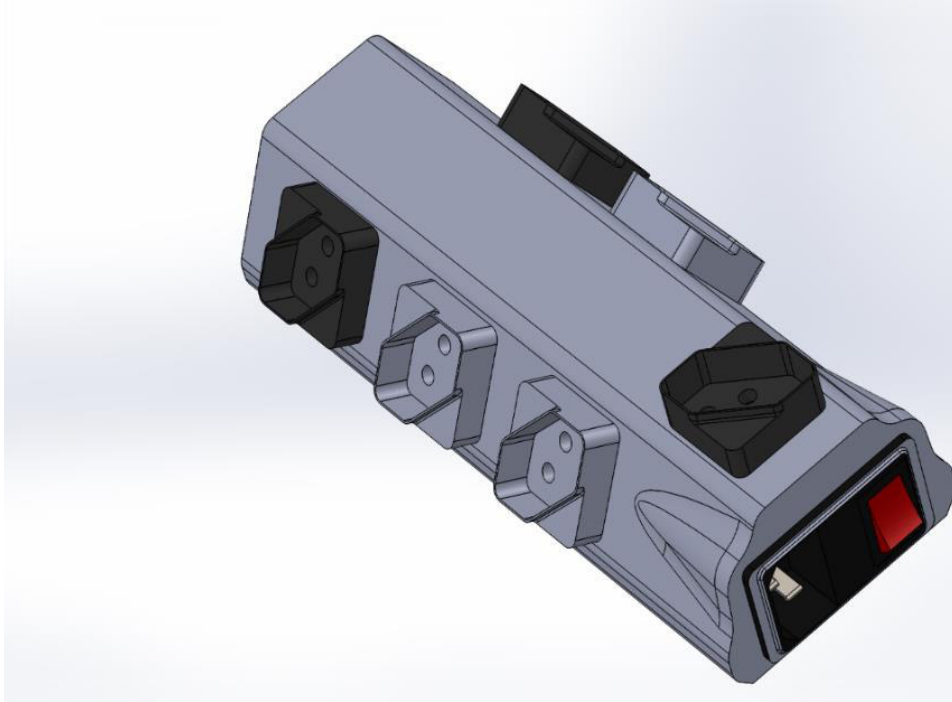


Autoria: Décio Metalúrgica e montagem por Everson da Silva.

3.3.6.2. Plástico

Partindo da premissa que o produto deve se parecer com um filtro de linha, mas demonstrar através do seu design que possui funcionalidades agregadas, foi desenvolvido um gabinete diferenciado utilizando o *software* de modelagem Solid Works, conforme Figura 20.

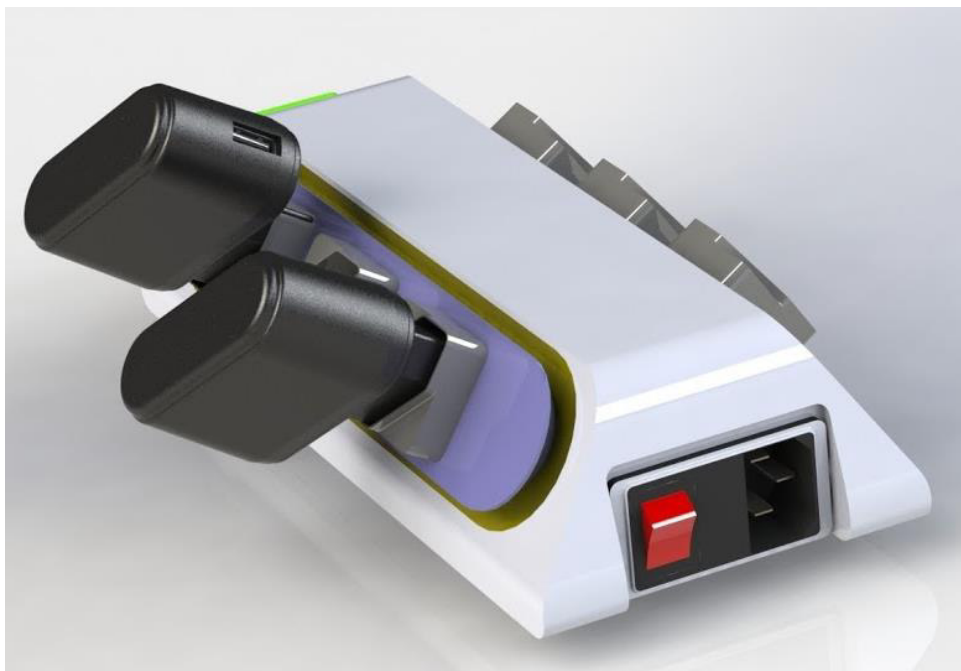
Figura 20 - Modelagem do gabinete plástico feita em Solid Works, elaborado pela equipe de Design.



Autor: Mateus Just Vali e Aldrwin Hamad.

Entre os principais diferenciais deste “modelo prismático” como foi chamado, é a possibilidade de diminuir a interferência entre tomadas que ficam lateralmente ao produto, de forma diagonal e inclinada também. Conforme visto na Figura 20, a tomada principal foi colocada na parte superior, mas após novas análises, decidiu-se coloca-la na extremidade oposta do produto, conforme mostrado na Figura 21.

Figura 21 – Modelo 3D do Filtro de Linha Inteligente com fontes conectadas.



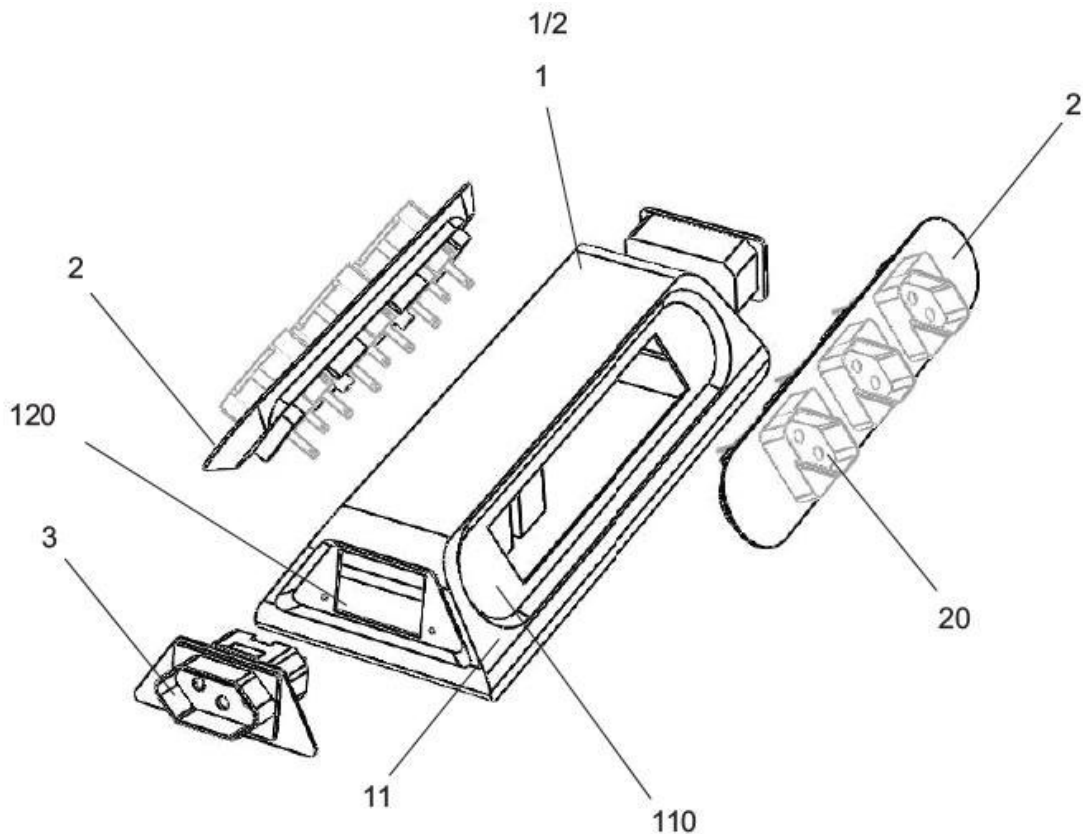
Autor: Mateus Just Vali.

Segundo VALLI [9],

“[...] o produto foi desenvolvido levando em consideração estudos de seus ângulos, tendo como objetivo a viabilidade produtiva, evitando potenciais problemas para retirada das peças do molde de injeção. Para tanto, foi utilizado um recurso importante do software 3D, nomeado como “Análise de Inclinação”, que identifica ângulos negativos nas peças, com relação a faces escolhidas [...] Para que um produto contenha essas características e para que não haja falhas ou danos estruturais, segundo ASHBY (2010), o produto não deve ter angulação de 90 graus ou variações acentuadas, evitar rebaixos desnecessários e possuir espessura de parede constante.” [9]

Este gabinete foi objeto de depósito de patente como um Modelo de Utilidade e na Figura 22 é apresentado um típico diagrama enumerando as funcionalidades conforme extrato do Depósito de Patente (Apêndice F – Patente Depositada).

Figura 22 - Ilustração 3D conceitual do gabinete em plástico com fontes.



Autor: Mateus Just Vali.

Entre outras inovações propostas no pedido de patente, está a possibilidade de troca dos padrões de tomadas para o país no qual o produto será utilizado. Para tal, seria intercambiado os barramentos de tomadas representados na Figura 22 com os números 2 e 3. Ainda são propostas outras cores deste mesmo produto, mostradas no Anexo H – Variações de cores do produto.

3.3.7. Definir fornecedores e parcerias de co-desenvolvimento

Neste ponto do projeto já haviam sido desenvolvidos os principais *stakeholders*⁴, entre eles podem-se citar as placas de circuito impresso, que são produzidas em Nova Trento. Boa parte dos componentes eletrônicos, que são comprados nas empresas de Blumenau. As tomadas e demais componentes são comprados em indústrias de São Paulo. Já os gabinetes metálicos são produzidos em uma Metalúrgica de São José, mesma cidade onde se espera manufaturar o produto.

Buscou-se ao longo do projeto parceiros de arranjos produtivos locais, trazendo consigo fornecedores do estado. Pensou-se inclusive nos insumos necessários e na melhoria do processo de manufatura, que por sua vez está sendo planejada para acontecer na Novo Transformadores, localizada na mesma cidade que se encontra registrada a Novo Energia Ltda.

3.3.8. Concepção do produto selecionado

Após considerar fatores econômicos, funcionais e principalmente de interesse dos consumidores, foram decididos os seguintes requisitos técnicos finais para lançamento do Filtro de Linha conforme apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 - Especificações finais do filtro de linha.

Tensão de operação de entrada e saída	100 - 240 V
Corrente máxima de operação	10 A (corrente máxima somada)
Potência máxima de entrada/saída	1200 W em 127 V e 2400 W em 220 V
Potência máxima na tomada Master	2400 W (220 V – 10 A)
Número de tomadas	6 (1 Master, 3 Slave e 2 Sempre Ligadas)
Proteção contra sobretensão e aquecimento	Varistor + Termistor
Proteção contra surtos e descargas	Varistor + Faiscador
Chave liga-desliga	2 estados e 1 fio (Desligado e Reset-On)
Sinalização	1 LED fosco (2 cores: verde e vermelho)
Proteção contra curto-circuito	Mini disjuntor que funciona como chave
Conector de Entrada	Plugue 2P + T 10 A com conector IEC
Conectores de Saída	Tomadas 2P + T (NBR 14136:2002) 10 A

Fonte: Do autor em conjunto com co-orientador.

⁴ Do inglês *stake*, que significa interesse, participação, risco; e *holders*, que pode ser aquele que sustenta. O termo é utilizado para designar empresa que tem interesse em apoiar o parceiro de negócios, visando lucros ou não.

3.3.9. Planejamento macro do processo de manufatura

Estimativas foram realizadas junto a empresa Novo Transformadores, considerando sua experiência na montagem de produtos similares e considerando que as placas de circuito impresso já seriam montadas em outra empresa parceira.

No caso de uma linha de produção com 6 funcionários 44 horas semanais para manufatura do Filtros de Linha Ajustável:

- a) 1 Funcionário para colocação de componentes externos e montagem;
- b) 1 Funcionário para confecção de “chicotes” (fios);
- c) 2 Funcionários para soldagem somente;
- d) 1 Funcionário para testes e possível calibração;
- e) 1 Funcionário para embalar os produtos e despachar.

Considerando uma produção de 25 peças por turno, 50 peças ao dia, durante uma média de 20 dias mensais, seria possível produzir 1000 peças por mês.

3.4. Projeto detalhado

Conforme prevê a metodologia PDP [2], após o Projeto Conceitual deve-se detalhar o projeto. Como a uma das maiores contribuições deste projeto se dá na etapa do desenvolvimento do produto eletrônico, este item é desmembrado no capítulo a seguir.

4. DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

O processo de desenvolvimento do produto consistiu no desenvolvimento de atividades de estudo, realização de ensaios de laboratório, elaboração de documentação referente às etapas desenvolvidas, proposição de soluções tecnológicas para medição, estimativa do consumo de eletroeletrônicos, simulação de circuitos e construção de protótipos.

4.1. Projeto dos circuitos eletrônicos

Devido à complexidade e extensão do conteúdo, a etapa de desenvolvimento dos circuitos eletrônicos é apresentada neste item.

4.1.1. Definição da forma de medição de corrente

Nos itens a seguir são analisadas duas formas de medição de corrente.

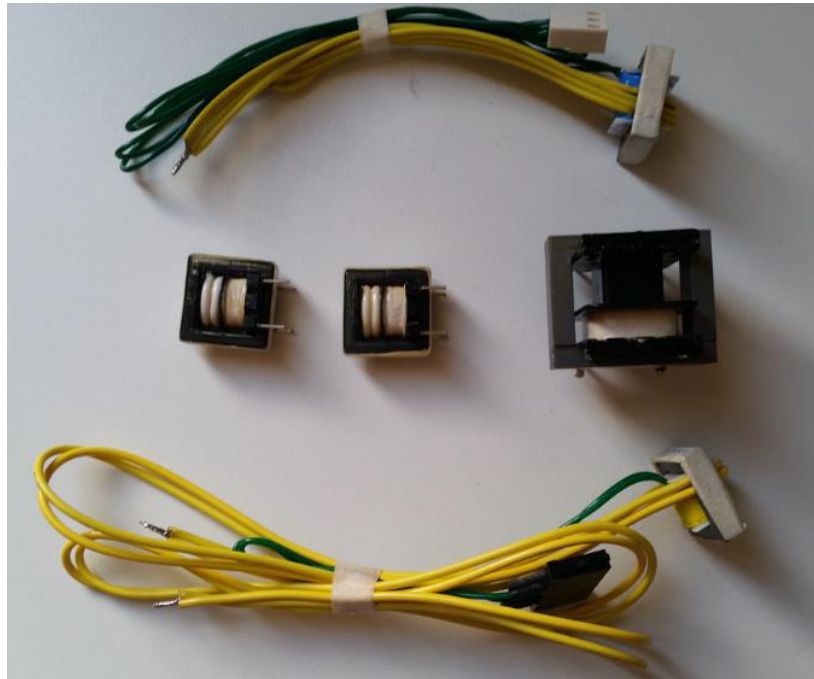
4.1.1.1. Transformadores de Corrente (TCs)

Pode-se identificar o estado de funcionamento (ligado ou *standby*) do eletrônico conectado na tomada Principal aferindo sua corrente. De acordo com o nível de consumo de corrente, é possível determinar quando desligar as saídas Secundárias.

Um dos métodos para medir corrente alternada é utilizando um transformador de corrente (Figura 23), que possui uma baixa impedância no seu enrolamento primário com poucas espiras. Este enrolamento é transpassado pela corrente a ser medida, e a partir da tensão induzida no enrolamento secundário através de elemento magnético, é calculada a corrente no primário através de uma relação entre tensão e corrente.

Portanto, foram executados ensaios que tiveram como intuito estudar o diferente comportamento de cada transformador quando submetido a uma corrente no primário, e observar a tensão induzida no enrolamento secundário. A cada transformador os valores foram medidos no osciloscópio e tabulados em uma planilha. Após isso, a curva de tensão e corrente foi plotada para cada transformador conforme Gráfico 6.

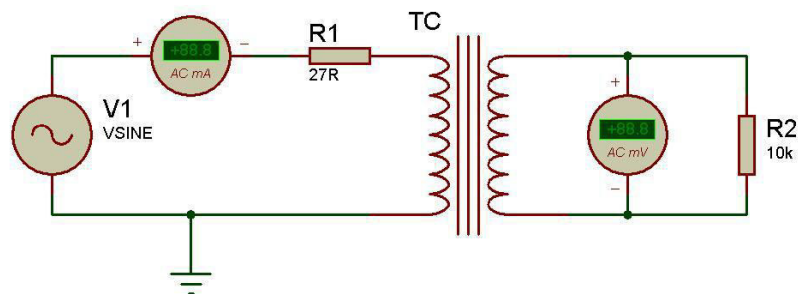
Figura 23 - Transformadores de corrente fornecidos ao projeto.



Fonte: Novo Transformadores.

Os transformadores ensaiados foram conectados conforme o esquema proposto na Figura 24.

Figura 24 - Cenário utilizado no ensaio.



Autores: Lucas Camargo e Vitor Marthendal

Cabe ressaltar a necessidade do resistor R1 para limitar a corrente no primário do transformador de corrente, já que o enrolamento possui poucas espiras, gerando assim quase um curto circuito na fonte.

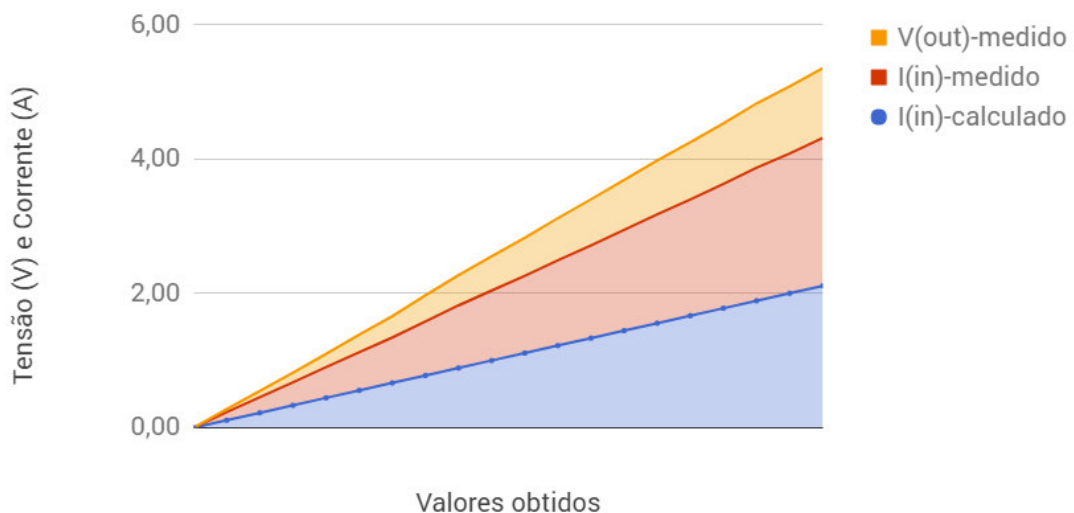
Os valores de tensão e corrente medidos foram registrados e tabulados, como mostra a Tabela 12. O mesmo procedimento foi feito nos demais transformadores.

Tabela 12 - Tabela obtida em ensaio de um dos transformadores de corrente.

V(in)	I(in)-calculado	Potência(W)	I(in)-medido	V(out)-medido	Proporção
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,00	0,11	0,33	0,12	0,05	0,38
6,00	0,22	1,33	0,23	0,09	0,41
9,00	0,33	3,00	0,34	0,14	0,42
12,00	0,44	5,33	0,46	0,20	0,44
15,00	0,56	8,33	0,57	0,26	0,46
18,00	0,67	12,00	0,68	0,32	0,47
21,00	0,78	16,33	0,80	0,39	0,48
24,00	0,89	21,33	0,93	0,45	0,48
27,00	1,00	27,00	1,04	0,51	0,49
30,00	1,11	33,33	1,15	0,57	0,49
33,00	1,22	40,33	1,27	0,63	0,49
36,00	1,33	48,00	1,38	0,69	0,50
39,00	1,44	56,33	1,50	0,74	0,49
42,00	1,56	65,33	1,62	0,80	0,49
45,00	1,67	75,00	1,73	0,85	0,49
48,00	1,78	85,33	1,85	0,90	0,49
51,00	1,89	96,33	1,98	0,96	0,48
54,00	2,00	108,00	2,08	1,00	0,48
57,00	2,11	120,33	2,20	1,04	0,47

Fonte: Relatório TCs CNPq Edital 17/2014. Autores: Mateus Santana e Johann Bielemann.

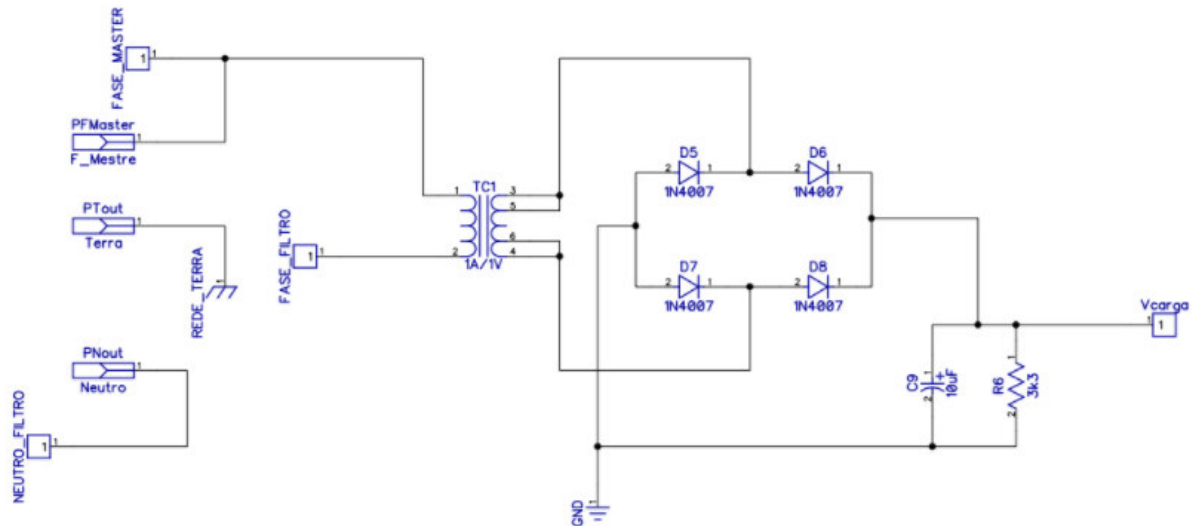
Gráfico 6 - Curva obtida em ensaio de um dos transformadores de corrente



Fonte: Relatório TCs CNPq Edital 17/2014. Autores: Mateus Santana e Johann Bielemann.

Após essa análise, verificou-se que seria necessário o projeto de um novo transformador de corrente com uma nova relação entre tensão de primário e secundário, gerando assim uma faixa tensão adequada para o circuito de detecção de *standby*. Seu esquema de ligação é apresentado na Figura 25.

Figura 25 – Esquemático do Transformador de Corrente (TC) em sua ligação.

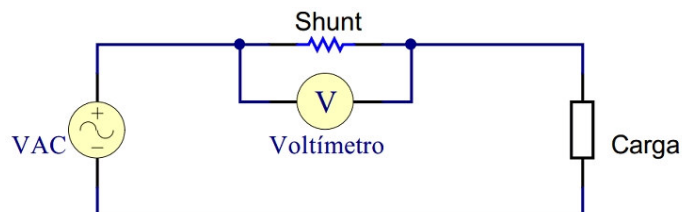


Autor: Everson Osvanir da Silva.

4.1.1.2. Resistor *Shunt*

Outra forma possível para medição de corrente é utilizar um resistor de valor extremamente baixo, a fim de minimizar as perdas por Efeito Joule e também, definir um valor de tensão suficiente para ser aferido por um microcontrolador programado com funções de medição de tensão. Para exemplificar, na Figura 26 é possível verificar o fluxo de corrente representado por setas passando por um resistor *shunt*, no qual está conectado um voltímetro que apresenta uma tensão proporcional à fórmula da Lei de Ohm.

Figura 26 - Esquemático do circuito com resistor *shunt* e voltímetro.

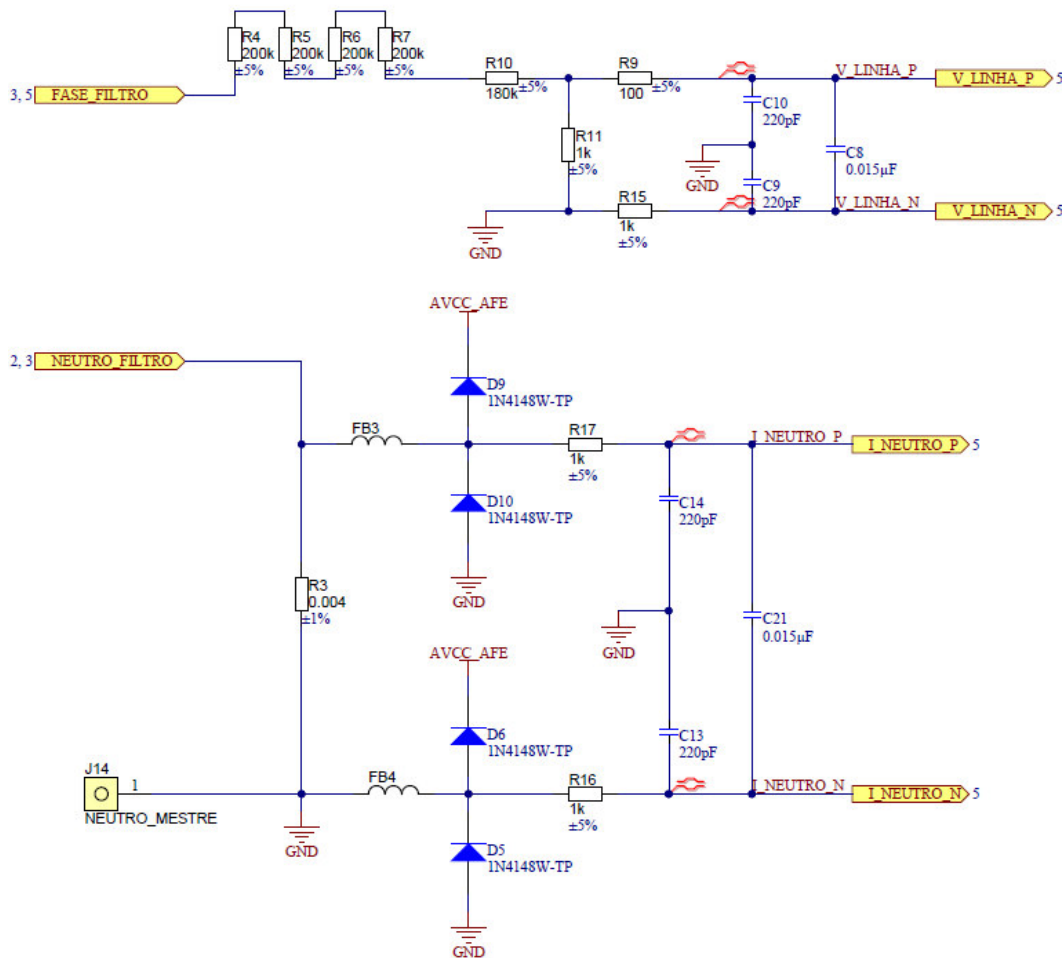


Autor: Dyego Campos.

4.1.2. Circuito para aquisição de tensão e corrente

Na Figura 27 é apresentado o esquemático do circuito de amostragem de tensão e corrente, criado com base em *applications notes* (notas de aplicações) do Microcontrolador MSP430G2553 da fabricante Texas Instruments.

Figura 27 - Circuito para medição de tensão e corrente.



Adaptado por: Alexandre Nunes.

Nesse caso, além do resistor *shunt* da ordem de 0,5 Ω, também se faz necessário componentes limitadores de tensão para proteção das entradas do microcontrolador, bem como capacitores (C8 a C11 e C13, C14 e C21) para filtragem e atenuação do Efeito *Ripple*.

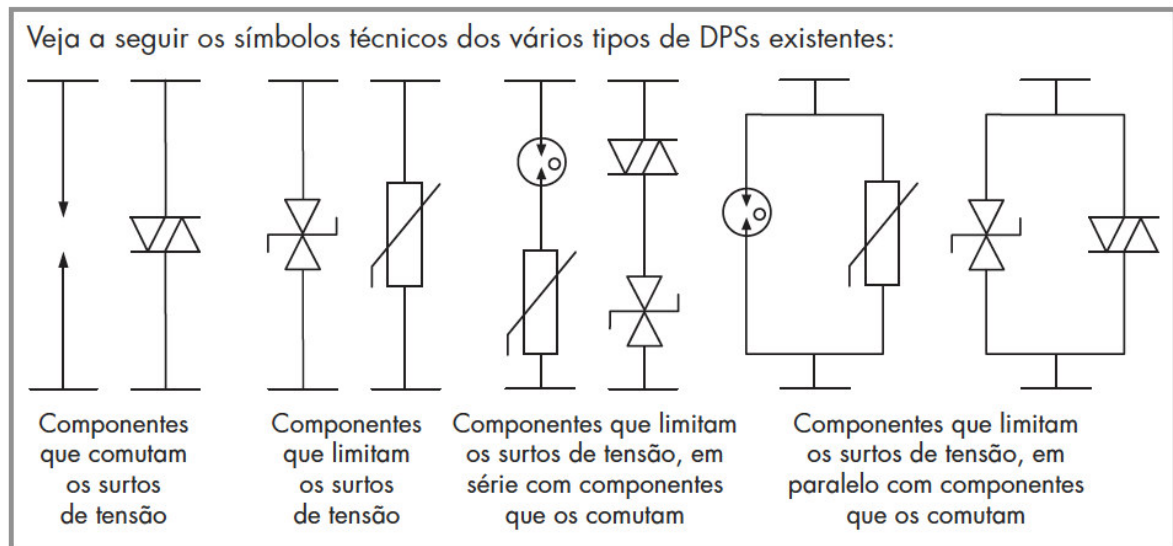
4.1.3. Circuitos de Proteção

Com base na revisão de proteções apresentada no segundo capítulo, esse item busca elencar os tipos de componentes adotados para desenvolvimento do circuito eletrônico de proteção, presentes no Filtro de Linha Inteligente.

4.1.3.1. Arranjos de Circuitos

Com base nas pesquisas, foi possível elencar arranjos de DPSs e algumas de suas aplicações, como são apresentados na Figura 28. Para entendimento dos símbolos, se faz necessário verificar o Anexo C - Simbologia dos elementos elétricos.

Figura 28 – Arranjos de componentes de proteção recomendados pelo fabricante FINDER.



Fonte: [11].

Em especial, o posicionamento mecânico dos componentes de proteção faz toda diferença no caso do varistor. Esse componente possui limitações de atuações e tempo de vida, por isso deve estar acompanhado de um termistor posicionado em forma de pastilhas, para possibilitar o contato térmico.

Na Figura 29 é apresentado um diagrama de componente que já contempla no mesmo encapsulamento os dois circuitos. Já na Figura 30 é apresentado um diagrama de conexão que conta também com um centelhador, além do varistor e termistor. Ambos os circuitos citados estão unidos fisicamente por um contato térmico representado pela letra “T”.

Figura 29 - Varistor com monitoramento de temperatura.

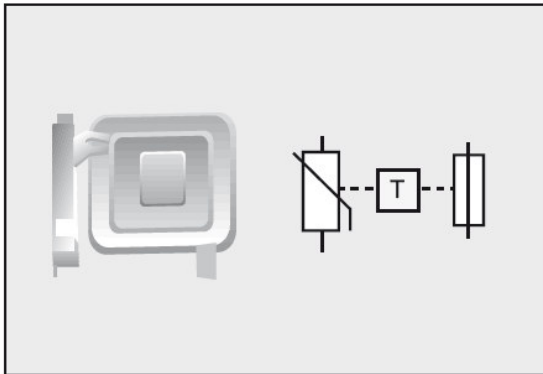
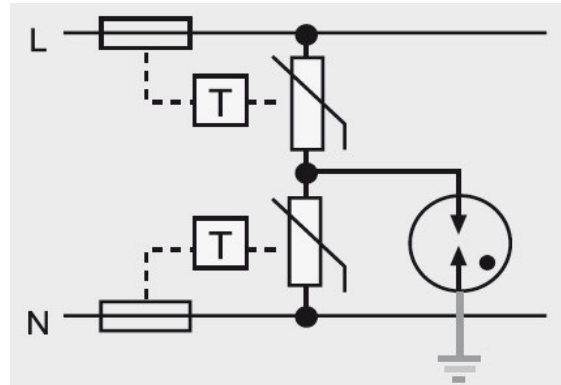


Figura 30 – Circuito típico de proteção com fusível, varistor com fusível térmico e centelhador.

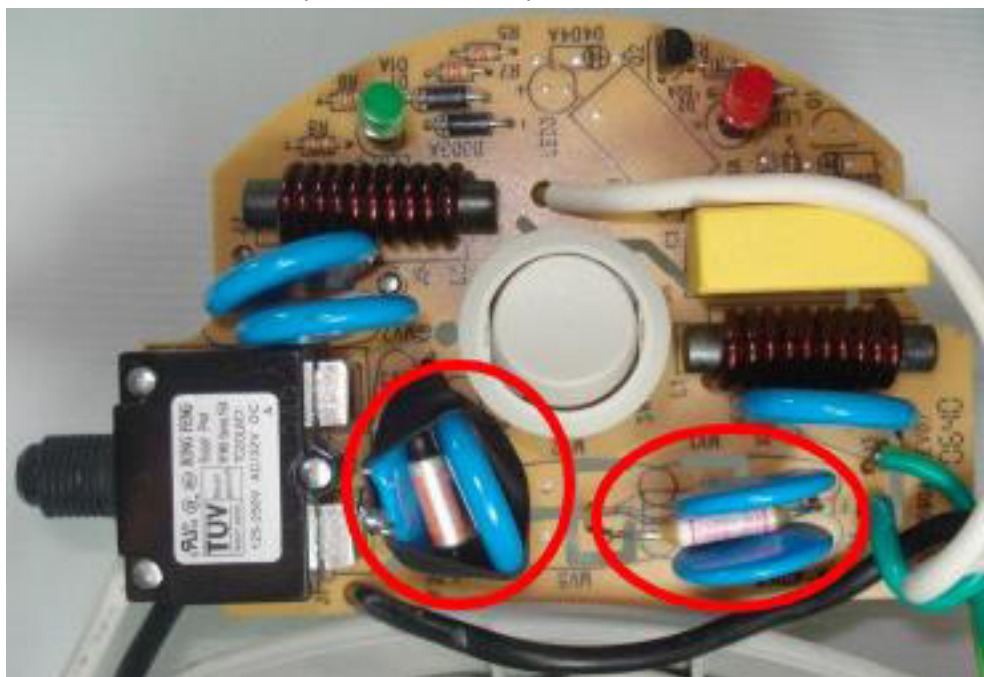


Fonte: [26].

Nesse caso, a indústria costuma utilizar invólucros feitos de material termo retrátil ou através de um tipo de tecido térmico anti-chamas. Para melhorar a transmissão de calor, é possível ainda usar uma pasta térmica entre os componentes.

Como efeitos práticos deste tipo de proteção em invólucros, também há a vantagem de diminuir danos aos demais componentes no caso de atuação do varistor. Se houver uma descarga com maior energia do que pode suportar, o varistor pode romper seu isolante. Um exemplo disso pode ser visto na Figura 31.

Figura 31 – Nos círculos são mostrados conjuntos de varistores com fusíveis térmicos e, no caso da esquerda, envolvidos por termo retrátil.

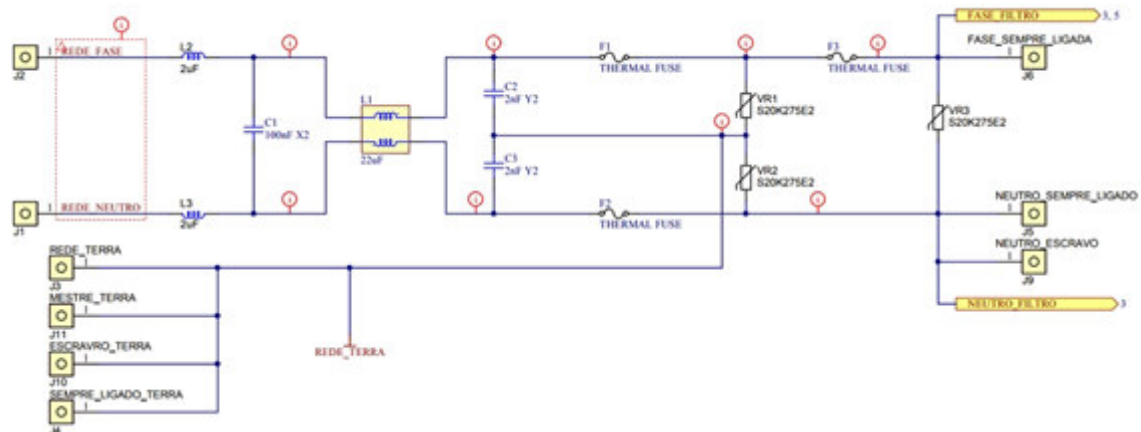


Fonte: <http://www.hardware.com.br/guias/fontes-protecao/filtros-linha.html>

4.1.3.2. Circuitos de proteção implementados

A medida que os circuitos de proteção estavam sendo projetados, considerou-se seu uso em outros circuitos necessários, não somente para surtos, mas também para filtragem de ruídos da rede. Foram então projetadas bobinas (L1) e capacitores (C1, C2 e C3), a fim de implementar um filtro passa baixa conforme Figura 32.

Figura 32 - Circuito de proteção projetado.



Autores: Alexandre Correa Nunes e Ronaldo João Borges.

No circuito apresentado na Figura 32, optou-se ainda pela remoção do Fusível Térmico F3, por estar redundante no mesmo circuito do F1.

Considerando fatores como custo e aplicação do produto, esse trabalho se limitará a utilização de Varistores, Termistores, Disjuntores Térmicos, Fusíveis e possivelmente Faiscador a Ar (como elemento equivalente ao Centelhador). Este último pode ser detalhado na Figura 33 e seu funcionamento é apresentado na Figura 34.

Figura 33 - Detalhe do faiscador a ar no círculo impresso na própria placa.



Fonte: https://youtu.be/vfP_65gSSBU

Figura 34 - Detalhe do faiscador a ar em ação com alta tensão.



Fonte: https://youtu.be/vfP_65gSSBU

4.1.4. Fontes

Para possibilitar o uso de microcontroladores e outros componentes, se faz necessário adequar a tensão alternada (AC) para uma corrente contínua (CC). Para isso, neste item são apresentados o projeto de uma fonte principal AC-CC *full range* e uma fonte CC-CC, que por sua vez é conectada em série com a fonte principal.

O Filtro de Linha Inteligente requer que a tensão de rede seja retificada e abaixada para uma faixa de tensão contínua de 12 V e 3 V. Neste item são descritos estes circuitos e suas escolhas.

4.1.4.1. Fonte principal

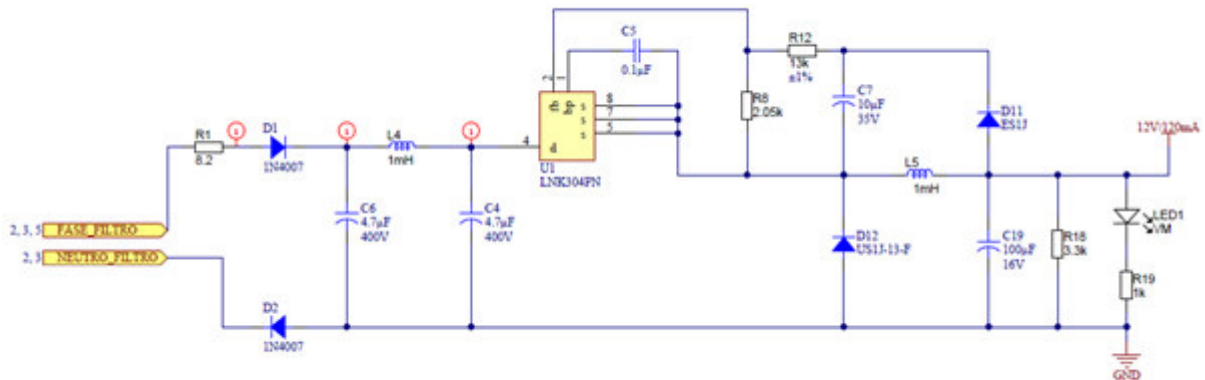
Inicialmente buscaram-se opções de fontes isoladas e fontes capacitivas. Devido ao espaço necessário para alocação do circuito, as fontes isoladas baseadas em transformadores se mostraram inviáveis devido ao seu tamanho e consumo de energia, ineficiente nos modelos comerciais de baixo custo.

Sendo assim, verificaram-se opções de fontes não isoladas, conhecidas como fontes capacitivas, por utilizarem capacitores para abaixar a tensão. Porém após inúmeros testes, estas não se mostraram estáveis na faixa de 12 V para fornecer uma corrente na faixa de 100 mA e operar em uma faixa de entrada *full range* (100-240 V).

Por fim, escolheu-se utilizar uma fonte chaveada baseada em um conversor *Buck* não isolado LNK304. Entre os fatores que definiram sua escolha, pode-se citar:

- a) Tamanho reduzido e número de componentes externos pequeno;
- b) Tensão ajustável e potência variável de acordo com o modelo;
- c) Proteções contra alta temperatura e curto-circuito com auto restart;
- d) Grande faixa de operação de tensão de entrada (85 a 265 Volts);
- e) Suporta até 700 V no caso de surtos de tensão;
- f) Alta eficiência energética em *standby*.

Figura 35 – Esquema do circuito externo ao LNK304 baseada no próprio *datasheet* do componente.

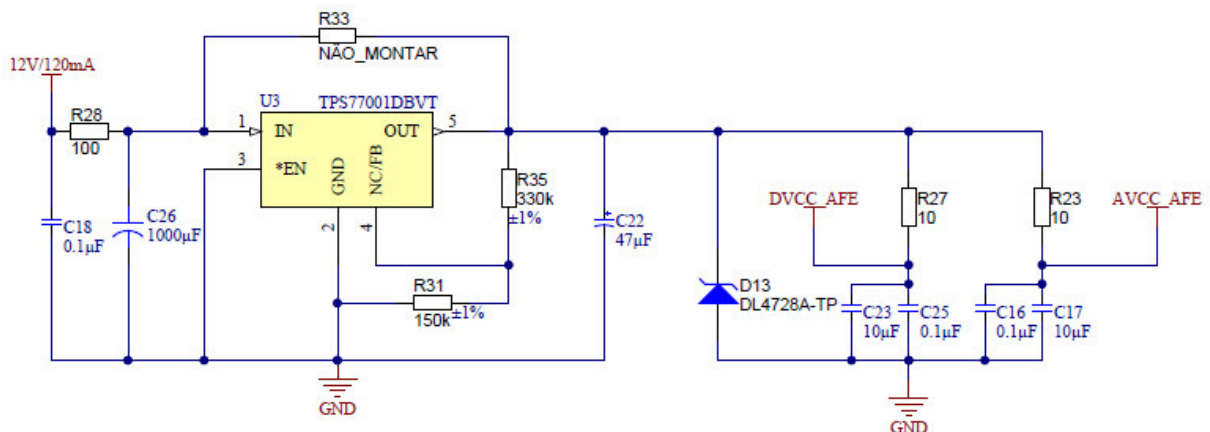


Autor – Alexandre Correa Nunes.

4.1.4.2. Fonte auxiliar

Além da fonte principal, mostrou-se necessária uma fonte auxiliar, a fim de prover a tensão ideal para o microcontrolador MSP430, que requer referências na faixa de +3Vcc. Para isso, escolheu-se um regulador integrado, recomendado pelo mesmo fabricante do microcontrolador, conforme Figura 36.

Figura 36 – Esquemático da fonte auxiliar de 3V baseada em *datasheet* do componente.



Autor – Alexandre Correa Nunes.

Apesar do funcionamento adequado e praticidade do circuito TPS77001DBVT, concluiu-se ao longo do projeto que existem outros reguladores no mercado, que apresentam melhor custo benefício e menor número de componentes externos.

4.1.5. Processamento e Indicação Visual

Inúmeras são as discussões e disputas sobre vantagens e desvantagens de determinadas famílias de diversos fabricantes de Microcontroladores (Anexo D – Comparativo PIC x MSP). Na indústria destes circuitos integrados se destaca a fabricante Microchip Technology com a família PIC, que compete diretamente em algumas categorias com a fabricante Texas Instruments, em sua linha MSP.

Conforme descrito em [23], inicialmente foi utilizado um microcontrolador da família MSP, porém devido a fatores de domínio da tecnologia pela equipe, optou-se pelo uso da família PIC16 na criação do protótipo dos produtos aqui apresentados.

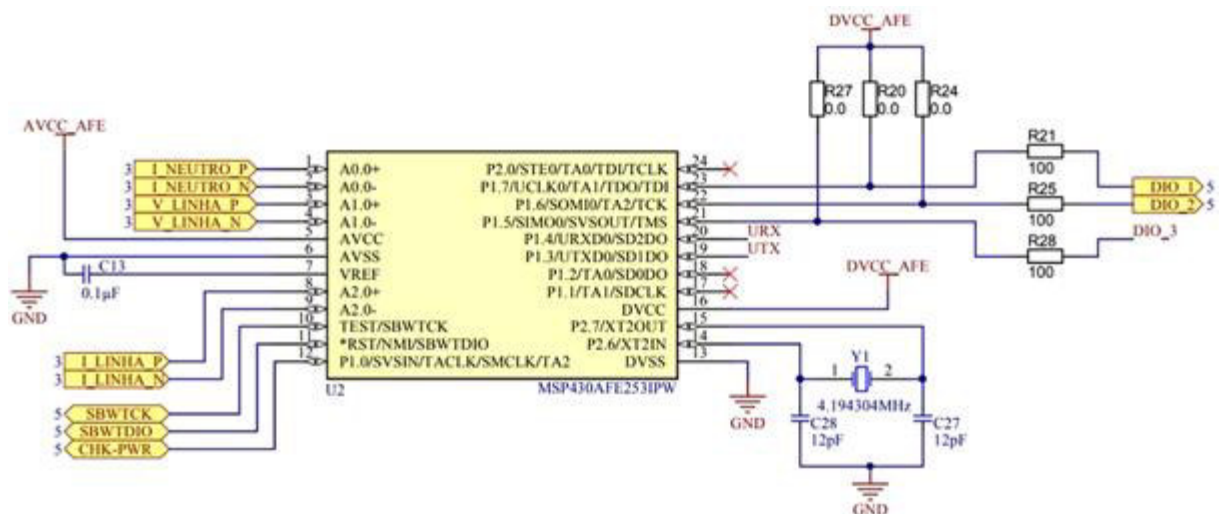
Após a nova equipe analisar questões de custos e em especial de eficiência energética (Anexo D – Comparativo PIC x MSP), optou-se pela utilização de uma linha específica do MSP para desenvolvimento do Filtro de Linha Inteligente.

O microcontrolador escolhido foi o MSP430AFE2531, microcontrolador de 16 bits RISC que possui funcionalidades específicas para medição de energia, e também:

- Consumo *Ultra-Low Power* (Modo ativo: 230 μA a 1 MHz, 2.2 V. Modo *Standby*: 0.5 μA . Modo desligado (com retenção de RAM): 0.1 μA);
- Conversores Analógico-Digital (A/D) de 10 bits com 200 kbps;
- Comunicação Serial, I²C, SPI, IrDA;
- Clock* interno de até 16 Mhz.

Na Figura 37 é apresentado o esquemático de ligação deste componente, bem como suas interfaces de saída já apontadas para itens referenciados neste capítulo.

Figura 37 – Microcontrolador com suas principais saídas para os periféricos.

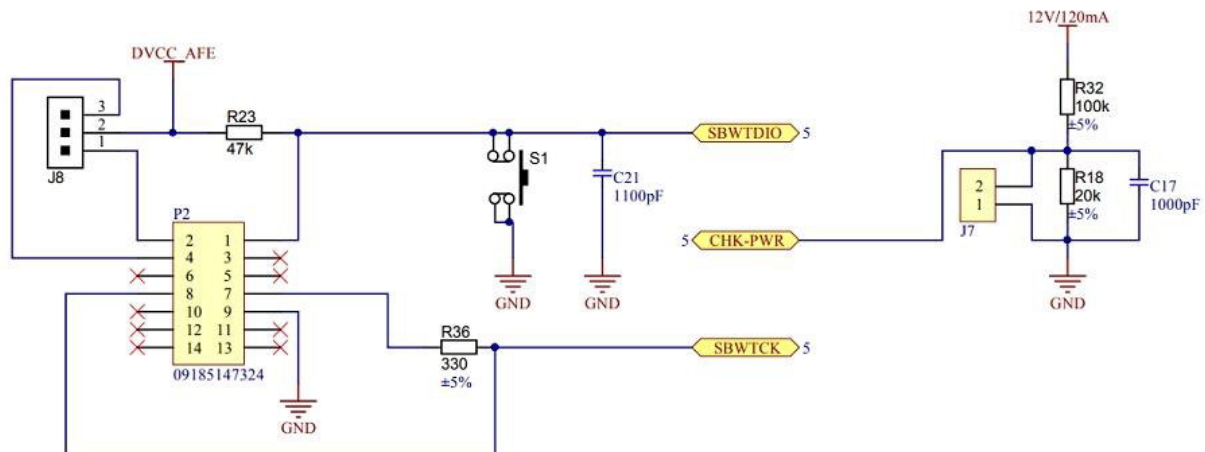


Autor – Alexandre Correa Nunes e Dyego de Campos.

4.1.6. Circuitos de monitoramento e depuração

O microcontrolador MSP430 possui um circuito para sua gravação, monitoramento e depuração em tempo de execução. Por se tratar de um projeto em desenvolvimento, fez-se necessário manter os circuitos e conectores da Figura 38.

Figura 38 – Circuito JTAG para gravação e depuração do MSP430.

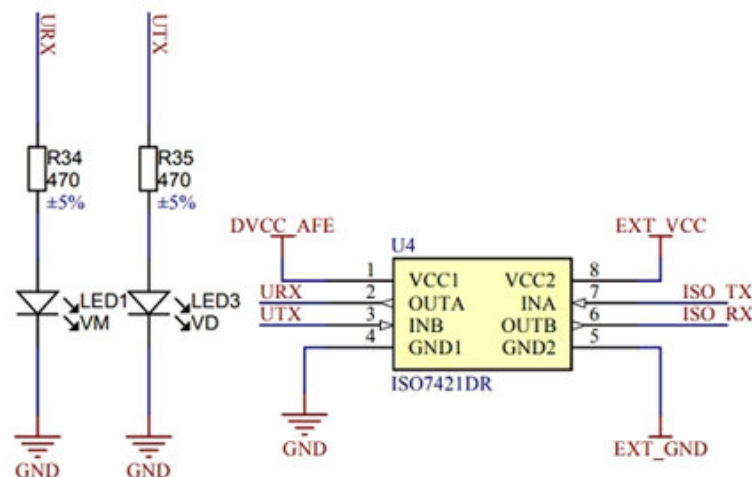


Autores: Alexandre Correa Nunes e Dyego de Campos.

Cabe citar que após o desenvolvimento do produto e início da manufatura, o procedimento de gravação pode ser feito em gravador específico, antes mesmo da soldagem do componente na placa de circuito impresso. Acelerando assim, o processo de gravação do *software*, eliminando estes conectores e componentes.

Na Figura 39 é mostrado o circuito de comunicação e troca de dados, muito utilizado para as etapas de calibração das medições de tensão e corrente. Com uma comunicação serial foi possível receber os dados lidos nos conversores analógicos digitais, para que fosse possível aferir as medidas das grandezas.

Figura 39 – Circuito de coleta de medidas através de serial com sinalização de TX e RX com LEDs.



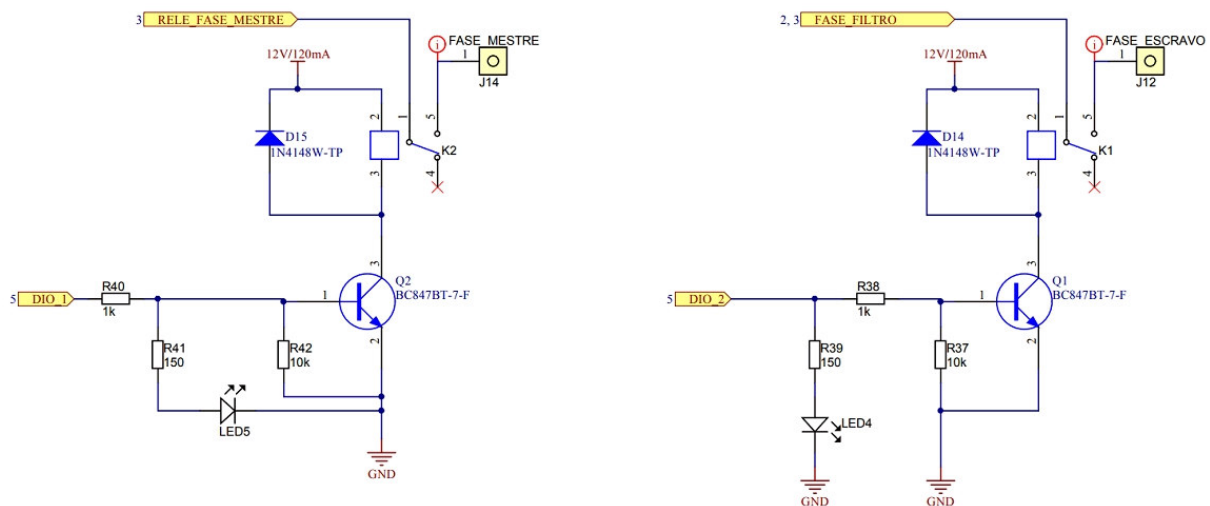
Autor – Alexandre Correa Nunes.

Apesar do interesse de monitoramento e coleta de dados de tensão e corrente dos equipamentos acionados, esse circuito também não será montado na versão final do produto. Isso se deve às especificações definidas nas etapas de escolha dos requisitos, na qual não foi estipulada saídas ou *log* de dados.

4.1.7. Acionamento filtro de linha automático

Uma das principais funcionalidades do Filtro de Linha Inteligente é o acionamento de cargas externas aqui denominadas Tomadas Secundárias. Na Figura 40 são apresentados os circuitos responsáveis pelo acionamento de relés, bem como os demais componentes para sua proteção e também para sinalização com LEDs.

Figura 40 – Circuitos de acionamento através de relés.



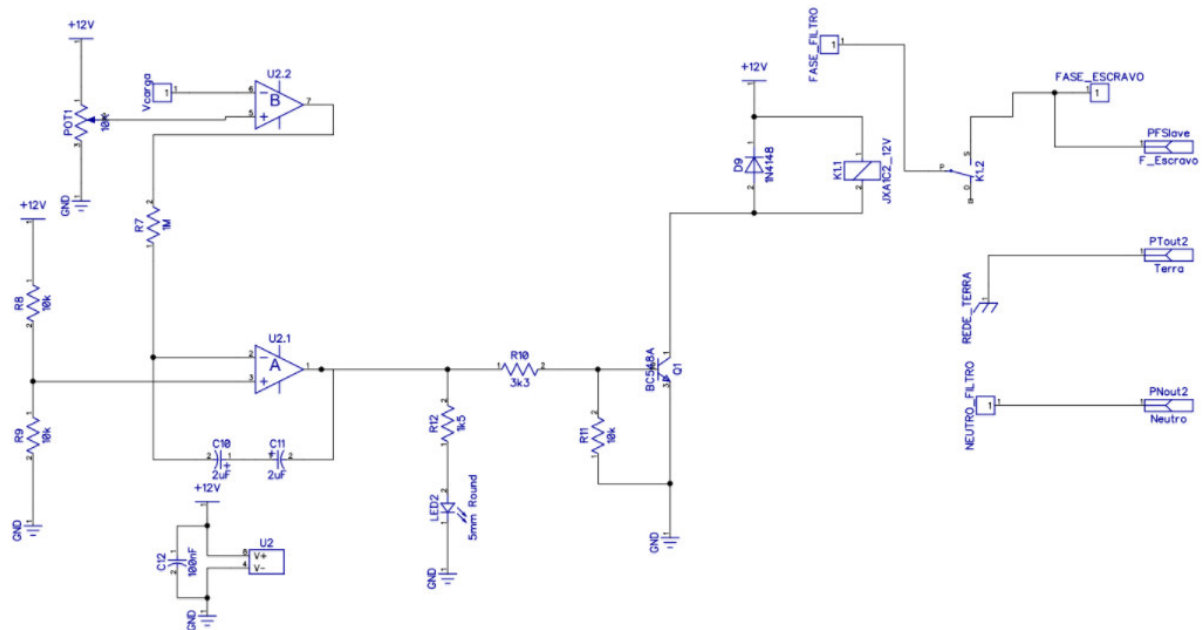
Autor: Alexandre Correa Nunes.

A escolha por acionamentos mecânicos ao invés de eletrônicos, deu-se pelo baixo custo e pelo fato de não serem necessários baixos tempos de resposta, para ligar e desligar as tomadas secundárias. Também foi criado um circuito idêntico que não será montado na versão de produção, mas este visa funcionalidades futuras.

4.1.8. Acionamento filtro de linha ajustável

Além do acionamento das saídas através do circuito microcontrolado, também foi desenvolvido um circuito totalmente analógico, que utiliza um ajuste para correta definição do nível de consumo do equipamento em uso. O circuito apresentado na Figura 42, em conjunto com demais circuitos de proteção, fonte de 12 V e medidor de corrente com TC, foi chamado do Filtro de Linha Ajustável.

Figura 41 – Esquemático do circuito comparador analógico para acionamento



Autoria: Everson Osvanir da Silva.

Neste circuito, são utilizados amplificadores operacionais (AMPOP), para correta identificação dos níveis de consumo dos equipamentos. Um deles está configurado como simples comparador de tensão para acionamento e outro está configurado como integrador de tensão, com objetivo de gerar atrasos configuráveis ao desligar as tomadas secundárias.

4.1.9. Projeto do leiaute da PCI (Placa de Circuito Impresso)

Partindo dos circuitos projetados, foi possível desenvolver diferentes versões de produtos baseados nos mesmos conceitos. Nesse sentido, buscou-se ao longo do projeto criar versões intermediárias do produto final, que buscam sua inserção rápida no mercado e então verificar a aceitação do consumidor.

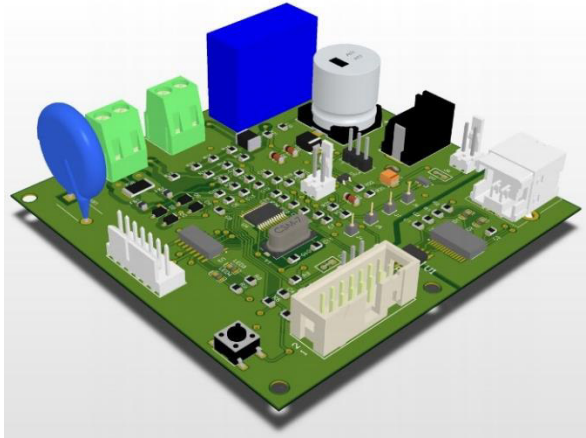
Inicialmente, devido a questões de prazo, foi projetada uma placa quase que exclusivamente para programação do *software*. Essa placa de desenvolvimento é apresentada, e posteriormente são apresentadas outras duas versões, divididas em:

- Filtro de Linha Automático: É a versão que possui microcontrolador e componentes predominantemente SMD (Tecnologia de Montagem Superficial do inglês *Surface-Mount Device*);
- Filtro de Linha Ajustável: Versão do produto que possui um botão para ajustar o nível de *standby* e que possui circuitos comparadores, totalmente com componentes PTH (*Pin Through Hole*).

4.1.9.1. Placa de desenvolvimento

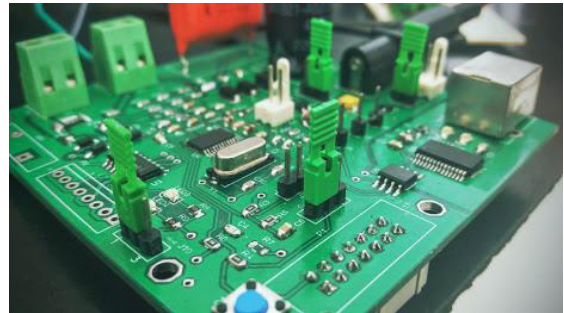
Na Figura 42 é apresentado o modelo 3D da placa de desenvolvimento criada no *software* Altium Designer. Após a criação da placa em computador, foi confeccionada pela empresa Digicart Indústria e Comércio de Circuitos Impressos, conforme mostrado na Figura 43 já com seus componentes montados.

Figura 42 – Modelo 3D da placa do Filtro de Linha Automático.



Autoria: Dyego de Campos.

Figura 43 – Placa confeccionada pela empresa Digicart.

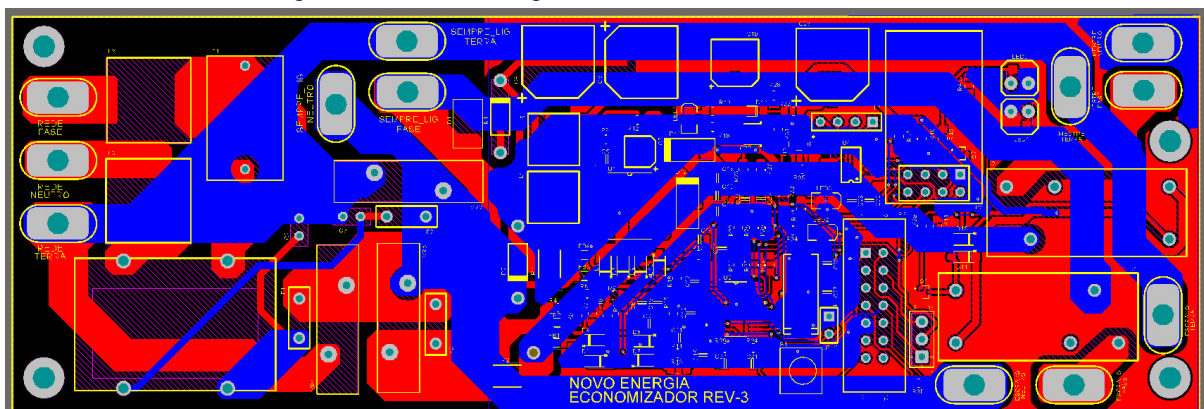


Montagem: Mateus Santana e Johann Bielemann.

4.1.9.2. Filtro de Linha Automático

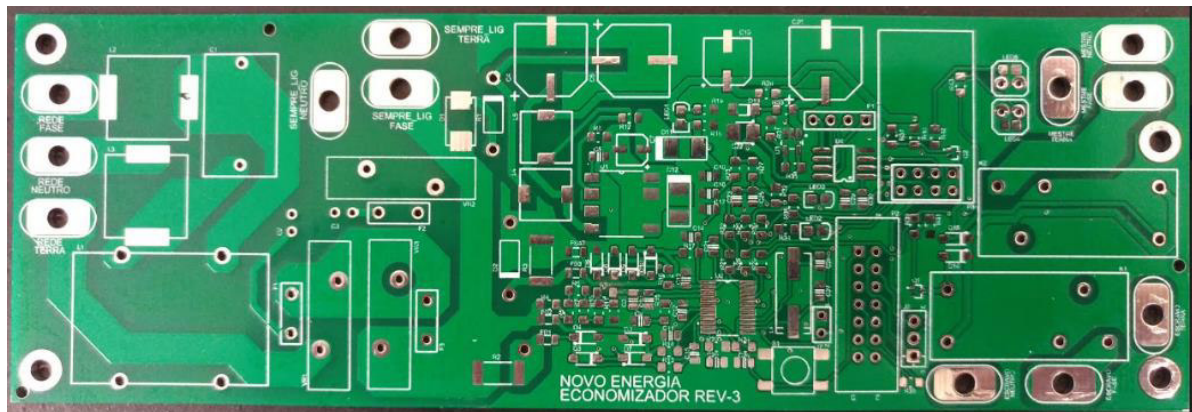
Na Figura 44 e Figura 46 é apresentada a PCI criada no *software* Altium Designer, a fim de ser utilizada no modelo de gabinete em plástico. Após a criação da placa em computador, também foi enviada para confecção na empresa Digicart, e é apresentada na Figura 45 e Figura 47 a placa já com os componentes montados.

Figura 44 – PCI da segunda versão do Filtro Automático.



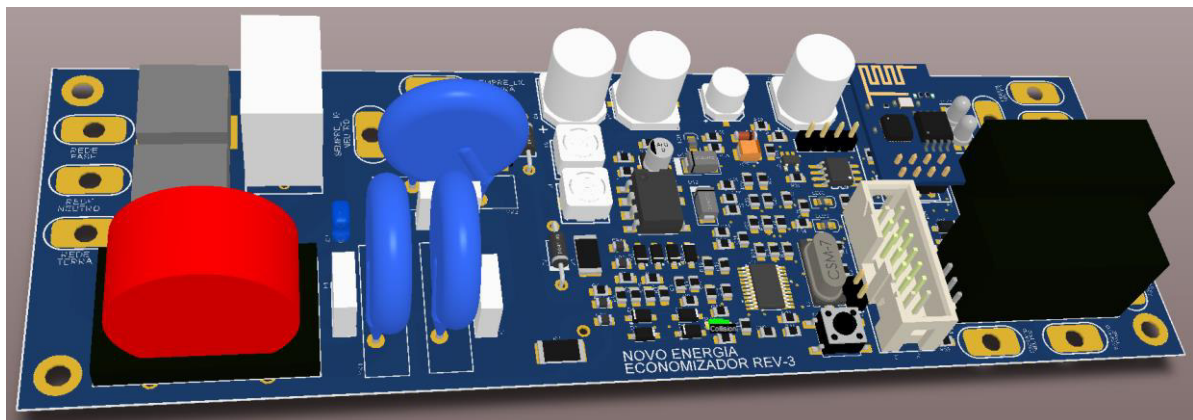
Autor: Dyego de Campos.

Figura 45 – Placa confeccionada pela empresa Digicart.



Autoria: Dyeogo de Campos.

Figura 46 – Modelo 3D da PCI projetada para a segunda versão do Filtro Ajustável.



Autoria: Dyeogo de Campos.

Figura 47 – Placa confeccionada pela empresa Digicart.



Montagem: Lucas Camargo e Vitor Marthendal.

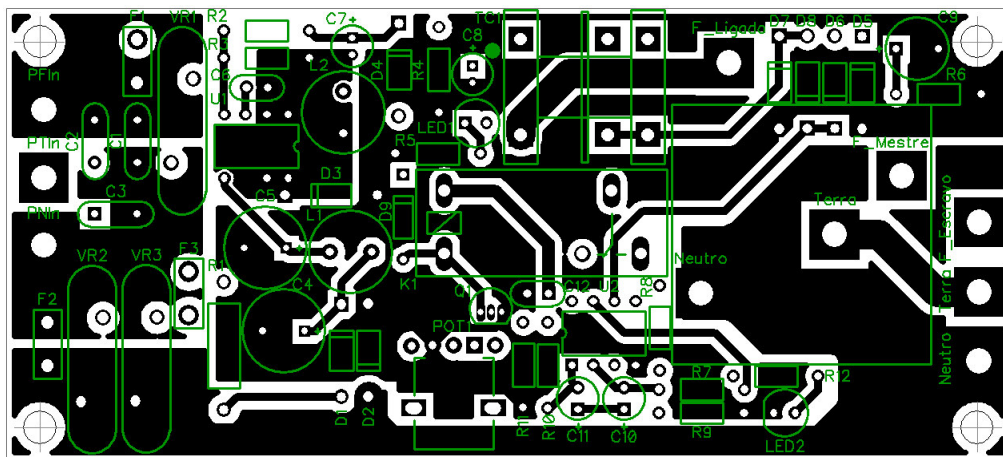
4.1.9.3. Filtro de Linha Ajustável

No momento que foi verificada a complexidade de montagem da placa com componentes SMD, buscou-se desenvolver uma versão somente com componentes PTH. Outro objetivo de criar uma versão do produto que facilita a manufatura, é possibilitar a empresa Novo Energia o início da comercialização do produto em menor

tempo. Este conceito é conhecido como MVP (*Minimum Viable Product* - Produto Mínimo Viável), e permite que pequenas empresas testem o mercado que desejam entrar, bem como rentabilizam capital financeiro necessário para desenvolvimento de novos produtos.

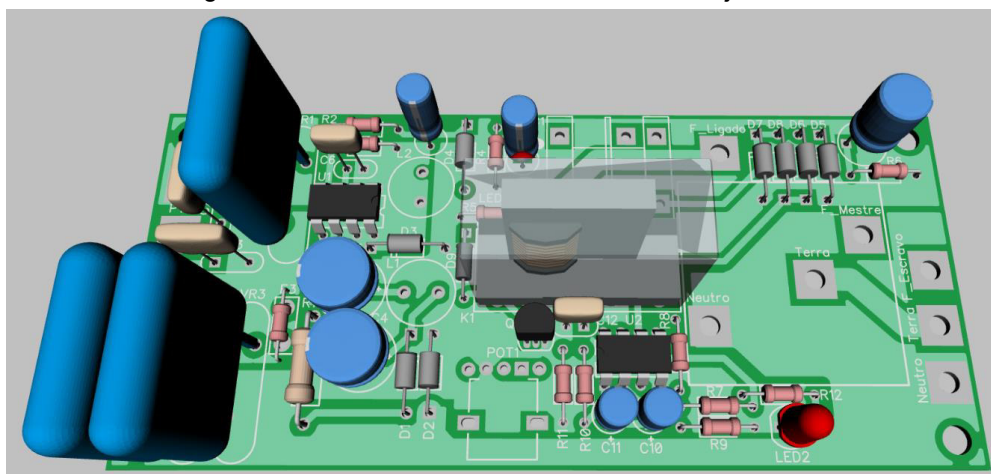
Como o gabinete plástico se mostrou inviável devido aos altos custos de usinagem de moldes para injetoras de plástico, optou-se pelo uso do gabinete em chapas de metal dobrado. Para isso foi criada uma placa no *software* DipTrace, apresentada na Figura 48 e o seu modelamento 3D com componentes mostrados na Figura 49. Já na Figura 50 é apresentada a placa confeccionada pela empresa Digicart, e na Figura 51 sua montagem com os componentes.

Figura 48 – PCB do novo produto Filtro de Linha Ajustável.



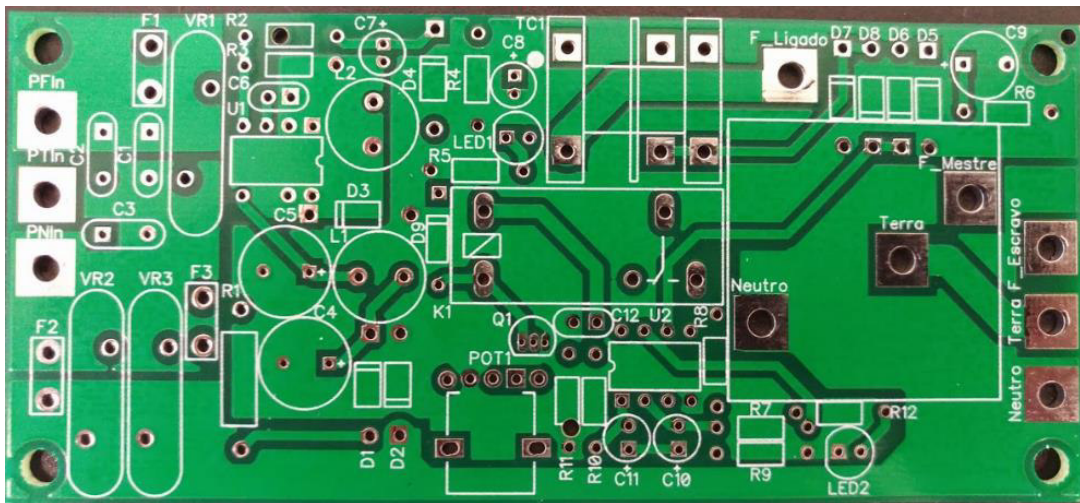
Autor: Everson Osvanir da Silva.

Figura 49 – Vista 3D do novo Filtro de Linha Ajustável.



Autor: Everson Osvanir da Silva.

Figura 50 – Placa produzida pela empresa Digicart.



Autor: Everson Osvanir da Silva.

Figura 51 – Placa com componentes montados.



Autor: Everson Osvanir da Silva.

4.2. Software

O processo de programação de microcontroladores envolve inúmeros conhecimentos de integração entre *software* e *hardware*, nos quais há influência mútua de alterações de parâmetros entre si. No projeto em questão, por vezes pequenos equívocos no *hardware* impossibilitaram o funcionamento do *software*. Bem como erros de programação, acabaram por inviabilizar o funcionamento do *hardware*.

Sendo assim, nesse item são apresentadas algumas das formas buscadas para desenvolvimento do *software* neste projeto, bem como seus desafios e dificuldades que visam contribuir com o programa.

4.2.1. Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE)

A versão protótipo apresentada em MINOZZO [23], utilizou plataforma de programação voltada para microcontroladores PIC, como MPLAB e mikroC.

No momento que se buscou transformar o protótipo em produto, escolheu-se o microcontrolador MSP e suas plataformas de programação, como CCS (Code Composer Studio).

Além disso, foram realizados experimentos com plataformas ATMEL, em especial no modelo de Microcontrolador ATtiny, em IDEs como Atmel Studio.

4.2.2. Sistema de versionamento

No processo de desenvolvimento de qualquer programa, é fundamental o controle de versões e suas modificações, especialmente em equipes com mais de um programador. Nesse sentido, buscou-se ferramentas para auxiliarem no controle de versões, bem como no registro de modificações e documentação de código.

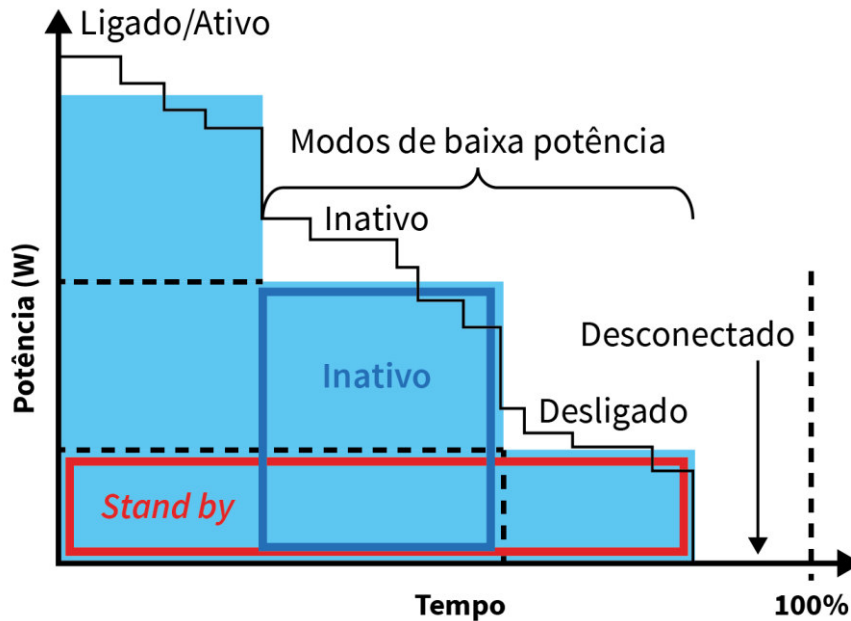
A plataforma escolhida para isso foi a GitHub, um serviço online muito popular atualmente que congrega milhares de códigos enviados por programadores das mais diversas linguagens. Entre os fatores que definiram essa escolha, pode-se citar:

- a) Plataforma que funciona em nuvem, não necessitando servidores locais;
- b) Uso em múltiplos sistemas operacionais (Linux, Windows e MAC);
- c) Possibilidade de utilização de repositórios privados (código fechado);
- d) Interesse dos membros em aprender a utilizar a tecnologia.

Basicamente seu funcionamento é feito através de alguns comandos que enviam o código programado localmente para um servidor remoto, no qual podem ser armazenados também toda documentação do projeto e até mesmo um website como pode ser visto em <https://github.com/farleir/novoenergia.github.io>

4.2.3. Funcionamento do *software*

Um dos maiores desafios no desenvolvimento do algoritmo de detecção de *standby*, é definir qual o nível do modo de baixo consumo (em inglês *low power mode*) que o produto se encontra. Na Figura 52 é possível verificar uma representação gráfica de 4 modos: o modo *On/Active* (Ligado/Ativo), modo *Sleep* (Inativo), modo *Off* (Desligado) e modo *Unplugged* (Desconectado).

Figura 52 – Definição gráfica dos modos de *standby*.

Fonte: www.energy.ca.gov/reports/2004-10-13_500-04-057.PDF. Adaptado pelo autor.

Para resolver esse problema, foram estudadas formas de medições que buscam utilizar proporções de corrente, medidas ao longo de períodos que são relacionadas a capturas futuras e caso ultrapassem a percentagem pré-definida, é confirmado o *standby*. Outros artifícios buscados, trazem relação com níveis pré-definidos de *standby* por órgãos internacionais como a Energy Star que na regulamentação Europeia N° 1275/2008, utiliza a norma IEC62301 como padrão para medição de *standby*, conforme apresentada no próximo capítulo.

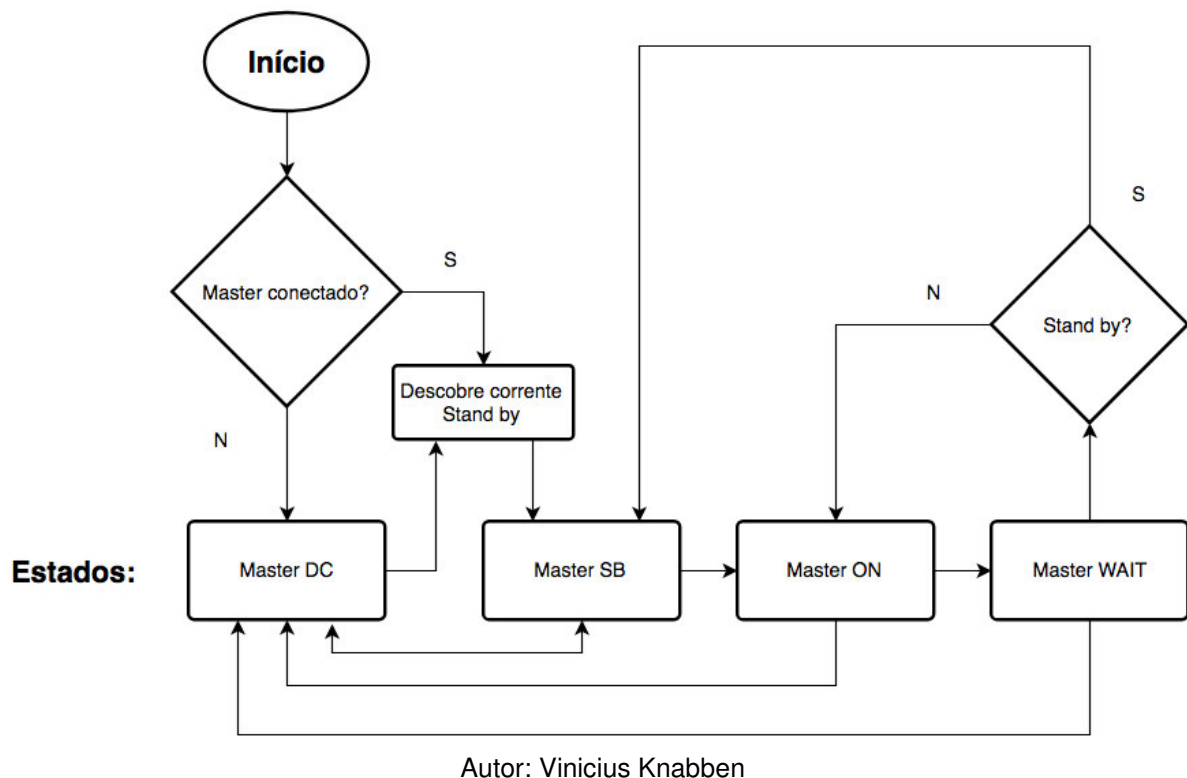
Por fim, também foram feitos testes com algoritmos nos quais há interação com usuário através de um botão do tipo *push button*. Nesse caso, é colocado o equipamento em modo *standby*, pressionado um botão pelo utilizador é gravado o nível de corrente em memória não volátil. Garantindo assim, que não somente o nível seja assertivo, como também não seria necessária a reconfiguração do equipamento após queda de energia ou desligamento da tomada.

Averiguou-se também a possibilidade de estudar algoritmos de aprendizado, para que seja possível definir uma espécie de “pegada” (*footprint*) de consumo de corrente, mas estes são sugeridos como trabalhos futuros.

4.2.4. Algoritmo

Uma das formas de iniciar processo de desenvolvimento de *softwares* é através de diagramas de blocos ou fluxogramas, que exemplificam rapidamente o funcionamento das rotinas. Seu esquemático é baseado na entrada de dados, processamento e saída de dados. Cada bloco do esquemático tem formatos baseados em padrões e tem uma descrição, conforme Figura 53.

Figura 53 – Exemplo de fluxograma básico das rotinas do Filtro de Linha Inteligente.



Entre as principais etapas apresentadas no fluxograma, há uma máquina de estados composta por quatro estados, conforme descrito a seguir:

- Master DC: Estado no qual a tomada principal está desconectada;
- Master SB: Estado em que as tomadas secundárias estão acionadas;
- Master ON: Estado no qual a tomada principal (Master) é acionada;
- Master WAIT: Estado no qual deve-se esperar para acionar a tomada principal (Master).

Estes estados foram convertidos em códigos de Linguagem C, nos quais foram utilizados laços de repetição *switch/case*, conforme Anexo F – Código fonte citado.

4.3. Resultados do projeto detalhado

Considera-se que em todo processo de desenvolvimento do produto, houve aprendizado e contribuições, que saíram do universo teórico para o campo prático. Um exemplo disso, é evidenciado ao verificar na prática técnicas de montagem de componentes, como aproximar fisicamente um varistor de um termistor a fim de obter o funcionamento desejado. Outro exemplo de conhecimento empírico obtido através de ensaios de demonstração de funcionamento foi o elemento faiscador, que está presente em placas de produtos como fontes de baixa tensão.

Além disso, no processo de criação das placas em computador também foi possível testá-las na prática, possibilitando assim a descoberta de novas combinações de circuitos e até mesmo erros de projeto, como no caso do circuito de medição de corrente no condutor fase, que foi removido do projeto por gerar curto-circuito.

A assertividade no projeto dos demais circuitos se deve a experiência dos projetistas em avaliar notas de aplicações dos próprios fabricantes dos circuitos integrados escolhidos. Isso garante também longevidade ao projeto, pois ao fazer isso corre-se riscos menores de descontinuidade da linha de produtos e componentes acessórios, devido a estes ainda serem recomendados pelos grandes fabricantes.

Também foram notáveis as dificuldades apresentadas ao longo da programação dos microcontroladores. Porém, mesmo nesse caso, considera-se que o processo de aprendizado foi e tem sido importante, para evolução do projeto e em especial, dos membros. Pois, buscaram-se formas para executar o desenvolvimento do *software* através de algumas plataformas com viabilidade comercial. Assim, passaram pelo projeto bolsistas com diferentes habilidades na programação diversos microcontroladores e devido aos atrasos nas entregas, foi contratada uma consultoria especializada na plataforma escolhida a fim de concluir as funcionalidades.

Cabe por fim ressaltar que os testes do produto resultante dos circuitos apresentados aqui, serão relatados no capítulo de resultados a seguir.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os testes realizados nos circuitos após sua montagem, bem como os detalhes de suas funcionalidades e aplicações, o pedido de patente depositado e, ao final, são listadas sugestões de trabalhos futuros relacionados.

5.1. Testes

Ao longo do desenvolvimento do produto, foram testados individualmente seus circuitos. Nos testes da fonte por exemplo, foi possível averiguar que o conversor escolhido pode suportar uma tensão estável de 12 V até um consumo de 150 mA, que seria o requisitado para o acionamento dos componentes de maior consumo, como o relé e do microcontrolador.

Além dos testes procedimentais baseados em normas apresentados no item a seguir, também foram efetuados testes básicos de funcionamento, utilizando equipamentos disponíveis em laboratório para comprovação de correto funcionamento das especificações básicas dos circuitos.

5.1.1. Testes de proteção

Além dos testes gerais, foram realizados testes normatizados de proteção do filtro de linha na versão ajustável. Estes testes foram executados no MagLab (Laboratório de Eletromagnetismo para Engenharia Elétrica), mantido na UFSC pelo Grupo de Engenharia em Compatibilidade Eletromagnética (GEMCO).

Desde 2008, o MagLab é acreditado pelo INMETRO para realização de inúmeras certificações e pré-certificações de equipamentos eletroeletrônicos, como compatibilidade eletromagnética, análise de qualidade de energia, monitoramento de radiação eletromagnética e avaliação de campos elétricos e magnéticos.

Todos os procedimentos de testes e equipamentos certificados, utilizam como base normas e regulamentos IEC, CISPR (*International Special Committee on Radio Interference*), FCC (*Federal Communications Commission*), ANATEL, etc. Considerando o produto desenvolvido nesse projeto, foram recomendados pelo laboratório somente alguns testes baseados em normas IEC que são incorporadas e traduzidas pelo INMETRO.

Sendo assim, foram realizados os testes na sequência descrita a seguir. Sendo que nos dois primeiros itens que seguem, o cenário de teste foi o produto conectado

com sua tomada diretamente ao equipamento de teste, conforme Figura 54.

Figura 54 – Foto dos cenários de teste para IEC61000-4-4 e IEC61000-4-5.

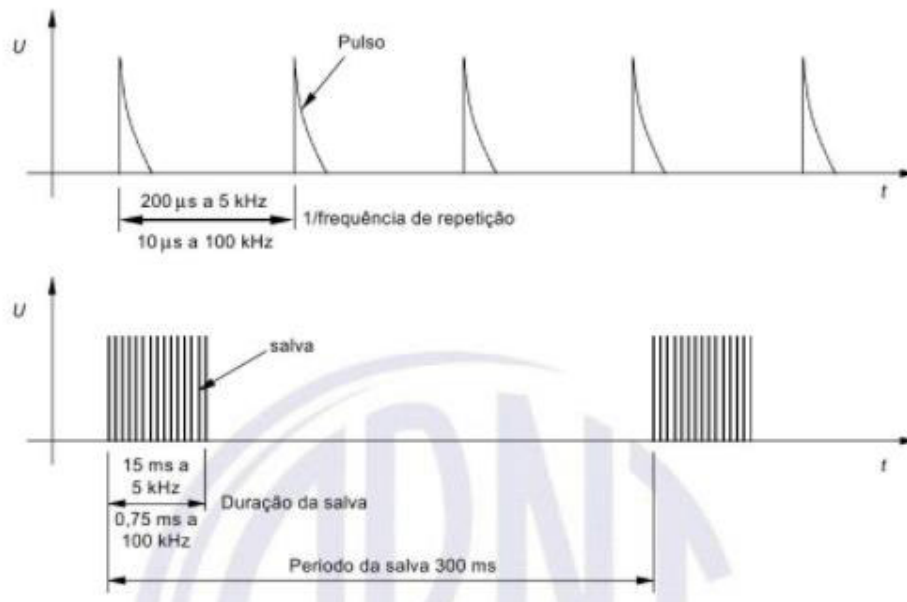


Fonte: Do autor.

5.1.1.1. IEC61000-4-4 – Imunidade a transientes elétricos rápidos e repetitivos

O teste de EFT (*Electrical Fast Transient*) ou *Burst* (Rajada) tem seu funcionamento apresentado na Figura 55.

Figura 55 - Representação de um transiente elétrico rápido/salva



Fonte: Norma NBR/IEC61000-4-4:2015

Conforme exemplificado, a cada 15 ms ocorrem pulsos de tensão na ordem de 1 kV espaçados entre períodos de salva de 300 ms, antes de repetir o processo em um intervalo total de 2 minutos.

Neste teste, o produto funcionou corretamente e não apresentou falhas.

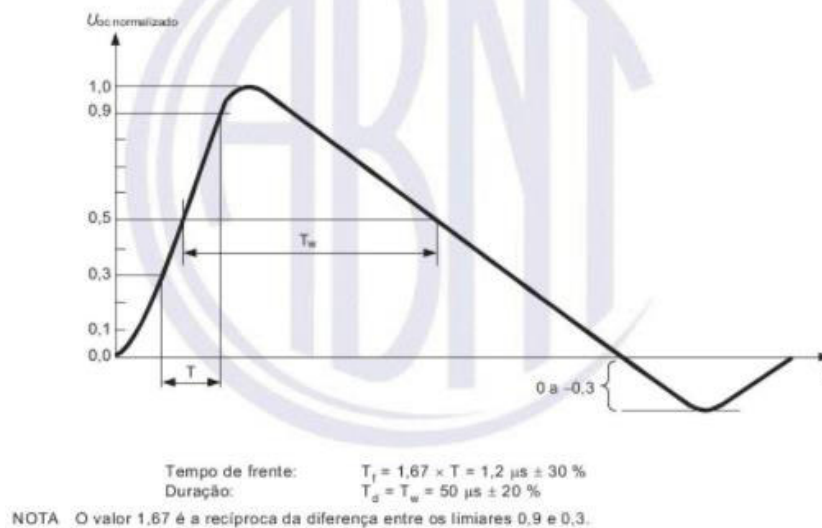
5.1.1.2. IEC61000-4-5 – Imunidade a surtos de tensão

O teste de surtos (*surge*) tem seu funcionamento dependente da classe de classificação do produto. Conforme apresentado no segundo capítulo, este produto está na Classe III e nela estão definidos os tempos de 1,2/50 μs conforme Figura 56.

Nestes testes, são executados 5 ciclos com pulsos 2 kV no intervalo de 60 s. Para cada período, os pulsos são emitidos em diferentes ângulos do ciclo de onda, variando a cada 90° (90°, 180°, 270°, 0°). Estes testes são repetidos por 4 vezes em Modo Comum (do fio fase e neutro para o fio terra e vice-versa).

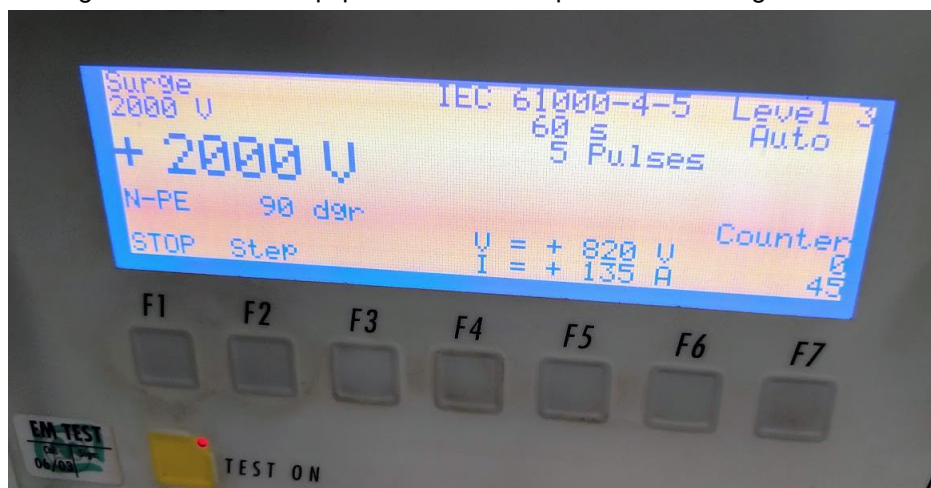
Após, são feitos 5 ciclos de 1 kV nos mesmos tempos de 1,2/50 μs , em um intervalo de 60 s novamente a cada 90°, porém em Modo Diferencial (entre os fios neutro/fase e vice-versa) conforme se observa na Figura 57.

Figura 56 - Forma de onda da tensão de circuito aberto (1,2/50 μs).



Fonte: Norma NBR/IEC61000-4-5:2015.

Figura 57 – Tela do equipamento de teste para 2 kV em ângulo de 90°.



Fonte: Do autor. Créditos: MagLab.

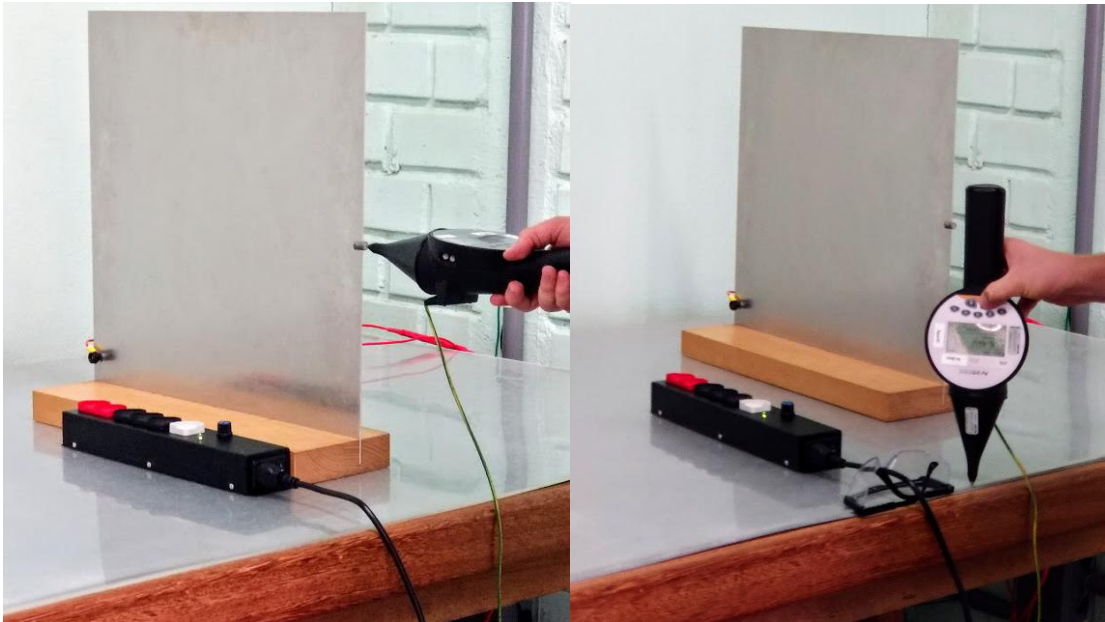
Os resultados neste teste também foram positivos e não causaram avarias no produto, conforme foi verificado em teste de funcionamento executado em seguida.

5.1.1.3. IEC61000-4-2 – Imunidade a descargas eletrostáticas

O teste de ESD (*Electrostatic Discharge*) é realizado com auxílio de um equipamento no qual são geradas descargas eletrostáticas com uma tensão de 6 kV, induzidas em planos metálicos verticais e horizontais através de duas ponteiros, uma pontiaguda e outra com ponta arredonda.

Conforme observado na Figura 58, no cenário as placas metálicas estão isoladas do produto em teste. Primeiro utilizando madeira, no caso do plano metálico vertical, e depois utilizando acrílico, no caso do plano metálico horizontal.

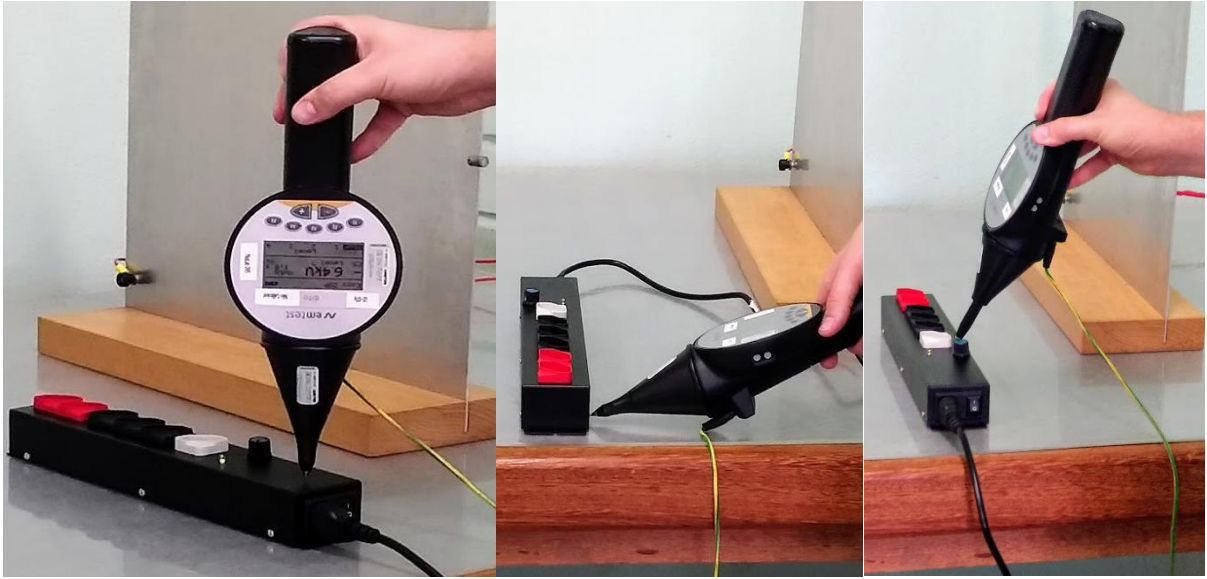
Figura 58 – Fotos do procedimento de testes ESD realizados no MagLab – UFSC.



Fonte: Do autor. Créditos: MagLab.

Ao iniciar o teste, foram feitas descargas de 6 kV diretamente em contato com as partes metálicas acessíveis a um dedo humano. Por fim, é aumentada a tensão para 8 kV e são testadas as partes não metálicas. Porém, a descarga é feita somente nos pontos onde é possível e necessário o toque humano, como por exemplo, nos botões de ajuste mostrados na Figura 59.

Figura 59 – Fotos do procedimento de testes realizados no MagLab – UFSC.



Fonte: Do autor. Créditos: MagLab.

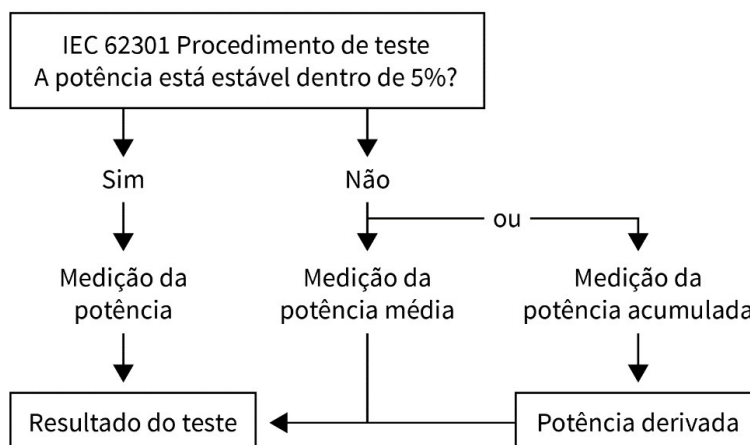
Nestes testes, os resultados do funcionamento do produto foram registrados através de vídeos. Neles foi possível identificar que nas últimas descargas em contato com o gabinete metálico, aconteceram breves desligamentos do LED. Indicando assim, que as descargas afetaram o funcionamento do produto, mas não danificaram os circuitos.

5.1.2. Testes de consumo

Considerando que o próprio produto possui um consumo de energia, foram feitas medições em Modo Ligado com um ajuste manual, a fim de verificar se sua eficiência energética atende aos limites definidos em recomendações internacionais.

Conforme apresentado na Tabela 3 do segundo capítulo, a norma IEC62301 (*Household Electrical Appliances - Measurement of Standby Power*) teve sua 1ª edição publicada em 2005 e a 2ª revisada em 2011. Sendo assim, no diagrama da Figura 60, é possível verificar um procedimento geral de testes, o qual é seguido para garantir uma medição confiável.

Figura 60 – Diagrama do procedimento geral de testes da norma IEC62301.



Fonte: <http://www.newtons4th.com/wp-content/uploads/2010/03/APP015-Standby-Power-Measurement-IEC62301.pdf>. Adaptado pelo autor.

5.1.2.1. Modos de medição de consumo

Ao contrário das demais normas IEC utilizadas nesse projeto, a IEC62301 não foi incorporada às normas ABNT. Então, neste projeto foi utilizado o medidor de potência PA1000 da empresa Tektronix (Figura 61 e Figura 62), que já possui *software* pré-programado para efetuar os testes e aprovar ou não seus resultados, de acordo com a referida norma.

Figura 61 – Foto do PA1000 efetuando medições com o produto completamente ligado.



Fonte: Do autor. Créditos: IFSC Campus Florianópolis.

Figura 62 – Foto do PA1000 efetuando medições com o produto em modo *standby*.



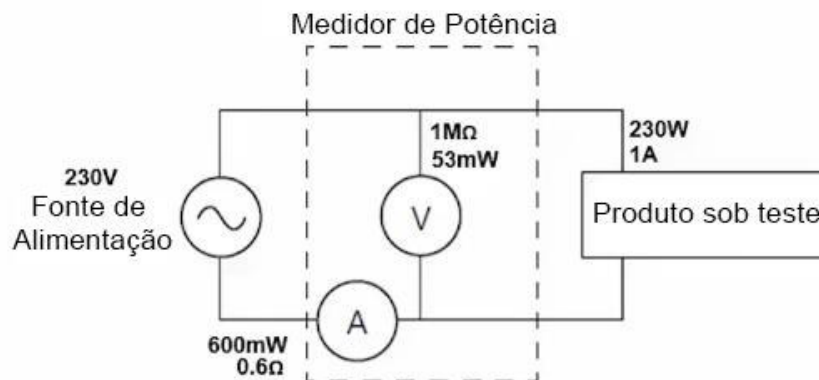
Fonte: Do autor. Créditos: IFSC Campus Florianópolis.

Para ajuste do equipamento e correta ligação, foram utilizados materiais disponíveis em vídeos de *workshops* da empresa Tektronix, nos quais é demonstrado o funcionamento do seu equipamento PA1000 ao executar os chamados testes de *compliance* (conformidade).

O procedimento de teste em si é apresentado no Apêndice G – Tutorial para teste de *standby*, no qual é possível verificar passo-a-passo como iniciar os testes da IEC62301 Ed.2, pré-programados no equipamento PA1000 da empresa Tektronix.

Nesse material, foi possível verificar que o modo correto do teste de consumo em *standby* deve levar em conta as perdas de medição do próprio equipamento. No caso de um medidor de tensão, por mais que seja um circuito de alta impedância, ainda assim há uma perda de 53mW no voltímetro do equipamento (Figura 63).

Figura 63 – Diagrama de ligação para medição de alta potência no equipamento PA1000.

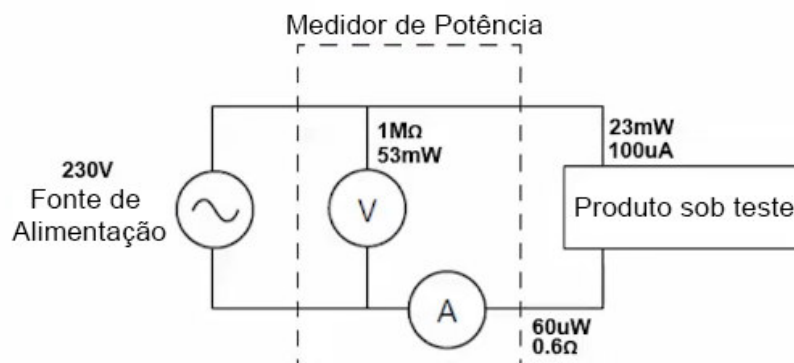


Fonte: <https://youtu.be/R-IXa-HoGMc?t=93> [33]. Adaptado pelo autor.

5.1.2.2. Consumo em modo de espera (*standby*)

Considerando a primeira Lei de Kirchhoff e as perdas no voltímetro, faz-se necessário posicionar o circuito de medição de corrente (*shunt* no caso do PA1000), após a entrada de medição de tensão, conforme apresentado na Figura 64.

Figura 64 – Diagrama de ligação para medição de baixa potência no equipamento PA1000.



Fonte: <https://youtu.be/R-IXa-HoGMc?t=93> [33]. Adaptado pelo autor.

Ambos os esquemas de ligação podem ser feitos através de um acessório vendido separadamente ao equipamento medidor. Mas estes foram construídos com simples conjuntos de tomadas e conectores do tipo “banana”. Após correta ligação, o medidor PA1000 foi conectado a um computador através da porta USB e configurado para efetuar testes normativos conforme o Anexo G – Relatório de testes.

Figura 65 – Resultados dos testes apresentados no *Software* do PA1000 em rede elétrica adequada.

Results

All values in this table refer to results from the last 2/3 of the test	Average	Minimum	Maximum	Min.Limit	Max.Limit	Status
Power	303.62 mW	293.20 mW	310.90 mW	N/A	1.0000 W	PASS
Voltage	220.99 V	220.51 V	221.21 V	217.80 V	222.20 V	PASS
Current	8.4488 mA	7.4026 mA	9.4030 mA	N/A	N/A	N/A
Frequency	60.030 Hz	59.963 Hz	60.099 Hz	59.400 Hz	60.600 Hz	PASS
Power Factor	162.68 m	146.25 m	184.41 m	N/A	N/A	N/A
Voltage Crest Factor	1.4356	1.4316	1.4399	1.3400	1.4900	PASS
Current Crest Factor	16.756	14.874	19.732	N/A	N/A	N/A
Voltage THC	1.6956 %	1.4332 %	1.9164 %	N/A	2.0000 %	PASS
Uncertainty Ratio*	2.7698	2.4280	3.2310	1.0000	N/A	PASS
Result Interval	N/A	N/A	0.5070 s	N/A	1.0000 s	PASS

* Uncertainty Ratio is the ratio of 'Ulim/Ures', where 'Ures' is the uncertainty of each power measurement, due only to the accuracy of the reference instrument used. 'Ulim' is the absolute allowed uncertainty, calculated for each power measurement in accordance with IEC63201 Ed. 2.0 / EN 50564:2011 standards. If Uncertainty Ratio is marked as FAIL it means that at least one power measurement uncertainty in the last 2/3 of the test exceeded the limit prescribed in the standard.

Fonte: Do autor.

Neste último teste, pode-se concluir que o funcionamento do produto foi aprovado dentro da norma IEC62301 2ª Edição, pois:

- e) A potência (*power*) está abaixo do nível recomendado de 500 mW, atingindo em média 302,62 mW;
- f) A tensão (*voltage*) está dentro das faixas de variação recomendadas ($\pm 1\%$);
- g) O parâmetro *Voltage Crest Factor* (CF) ou Fator de Crista de Tensão, indica o quão extremos podem ser os picos de tensão em relação a forma de onda. O valor 1.00 indica que não há picos, sendo que esta norma recomenda um valor entre 1.34 e 1.49. Portanto, o valor de 1.4356 está dentro da faixa.
- h) *Voltage THC* (*Total Harmonic Content*) ou Conteúdo Harmônico Total da Tensão, é um parâmetro modificado do THD (*Total Harmonic Distortion* – Distorção Harmônica Total), no qual é levado em conta somente as 13 primeiras harmônicas. Conforme verificado nos manuais do PA1000, esse valor dependente das condições da rede elétrica onde o equipamento foi testado, e caso não sejam obtidos os níveis de qualidade aceitáveis, deve-se utilizar um condicionador de tensão ou fonte de tensão sintética.

- a) *Uncertainty Ratio* ou Fator de Incerteza leva em conta as dificuldades de medidas simultâneas dos níveis de potência e distorção com deslocamento de fase da forma de onda. Para isso, é definida a *Maximum Current Ratio* (MCR) ou Relação Máxima de Corrente, que é o resultado de uma divisão direta entre o Fator de Crista (CF) e o Fator de Potência. Seus limites são variáveis e definidos através de um algoritmo, mas pode-se dizer que devem ficar próximos a 2%. Portanto, 2.7698 é considerado aprovado.

5.1.3. Conclusão dos Testes

Ao longo dessa etapa, pôde-se verificar a importância das normas para garantia da padronização dos mesmos procedimentos a todos os produtos da categoria, assegurando assim, uniformidade e segurança aos usuários.

Cabe reforçar que normas ABNT ainda não são obrigatórias nessa categoria de produtos (Filtros de Linha), porém já trazem inúmeras características que esperamos atender no produto, caso venham a se tornar mandatórias futuramente.

Considerando as normas que o autor obteve acesso através da instituição, pode-se dizer que as buscas retornaram dados relevantes, sendo que somente em um caso não foi possível acesso ao conteúdo na íntegra da norma IEC62301. Porém, através do material disponibilizado pela empresa fabricante do equipamento de testes, foi possível detalhar e até aprofundar no funcionamento da norma.

Verificando os cenários de testes executados no MagLab, pôde-se também aferir a robustez do produto, que suportou até mesmo os testes chamados de “destrutivos”, como o teste de ESD.

5.2. Aplicações do produto

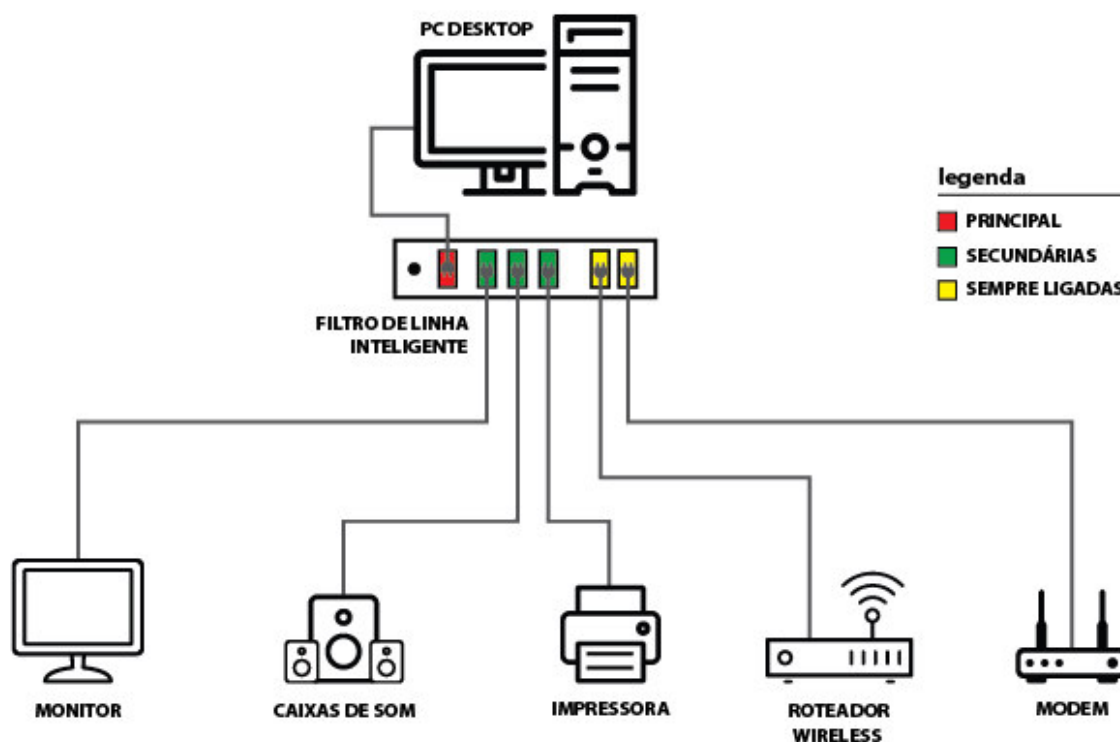
De fato, o produto pode ser utilizado em qualquer conjunto de eletroeletrônicos no qual faça sentido o desligamento de equipamentos secundários através de um principal. No entanto, nesse item são apresentados apenas dois cenários mais comuns encontrados em residências e escritórios brasileiros.

5.2.1. Computadores e periféricos

Pode-se afirmar que a maioria dos computadores atuais não possuem mais chave geral de desligamento, sejam eles *notebooks* ou *desktops*, eles ainda mantêm suas fontes ou carregadores conectados à rede elétrica consumindo em modo de espera, aguardando o usuário acionar um botão para sair do *standby*.

Tendo computadores como acionadores de periféricos, pode-se sugerir que monitores, caixas de som, impressoras e até mesmo lâmpadas de bancada possam ser acionadas assim que o computador for ligado. Além disso, pode-se manter modems e roteadores sem fio nas tomadas sempre ligadas, para que seja possível a utilização de dispositivos como celulares conectados à internet, conforme Figura 66.

Figura 66 – Diagrama com sugestão de uso do produto junto a um computador e seus periféricos.



Autor: Fariel André Minozzo.

5.2.2. Televisores e acessórios

O percentual de domicílios com televisores passou de 82% no ano de 1991 para 94% no ano de 2005, segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Estes equipamentos têm evoluído para modelos maiores e que consomem mais energia. Por exemplo, um aparelho de 20 polegadas consome, em média, 150 kWh/ano, ao passo que o consumo médio de um modelo de 29 polegadas é de 200 kWh/ano [29].

Na Figura 67 é demonstrado um cenário composto por um monitor atuando como equipamento principal, um porta retrato digital como secundário e um telefone sem fio com modem roteador, como sempre ligados.

Figura 67 – Cenário prático com o produto em funcionamento.



Fonte: Do autor.

5.3. Pedido de patente

As buscas iniciais apresentaram ao longo do tempo uma clara evolução que acompanhou o desenvolvimento do produto, deixando de ser um substituto ao Estabilizador de Tensão, para se tornar um produto similar ao Filtro de Linha.

Nesse sentido, torna-se evidente a negativa por parte da primeira pesquisa patentária realizada em 2014. Acredita-se que, naquela época o produto ainda não apresentava os diferenciais que surgiram posteriormente àquela versão do produto.

Portanto, na versão do produto submetida ao Edital do Inventor de 2015, o produto teve anuência para ser registrado como um modelo de utilidade. Assim, foi depositada no INPI sob o número BR 20 2016 015119 3 conforme extrato no Apêndice F – Patente Depositada.

5.4. Contribuições

Neste item são elencados algumas das contribuições deste projeto.

5.4.1. Para a comunidade escolar

Foram beneficiadas com este projeto inúmeras pessoas e instituições, entre elas pode-se destacar:

- a) 6 bolsistas de pesquisa (CNPq) entre alunos e egressos do IFSC;
- b) 4 alunos técnicos em eletrônica formados, garantindo permanência e êxito;
- c) 4 relatórios de estágio obrigatório no IFSC referentes ao projeto;
- d) 4 alunos aprovados em vestibulares da UFSC/IFSC (denotando assim que o estágio obrigatório no projeto não atrapalhou o desempenho dos alunos nas suas futuras carreiras);
- e) 1 aluno escolhido para competir na Olimpíada de Eletrônica de 2016;
- f) 1 TCC de Graduação em Design de Produto criando um novo produto baseado no projeto do Filtro de Linha Inteligente;
- g) 8 alunos/servidores como inventores na Patente de Modelo de Utilidade;
- h) Participação de alunos e servidores em Eventos e Congressos Nacionais;
- i) Artigo sobre parcerias do IFSC com empresas aprovado no SEPEI 2017;
- j) Entrada do ecossistema de inovação de Florianópolis através da ACATE;
- k) Avaliação positiva em visita de representante da SETEC/MEC;
- l) Apresentação do projeto e produto para a comissão da EMBRAPPII, no qual o IFSC foi aprovado como pólo de inovação;
- m) Equipamentos adquiridos através do CNPq doados ao Campus Florianópolis do IFSC;
- n) Apresentação do projeto como case na Semana da Eletrônica do IFSC;
- o) Notícias e matérias televisivas feitas nos laboratórios do IFSC.

5.4.2. Para a sociedade

Pode-se dividir as contribuições para a sociedade nos seguintes aspectos:

- a) Técnicos
 - Solução técnica que busca ser inovação no mercado nacional;
 - Aplicação dos conhecimentos acadêmicos em problemas reais;
 - Automação residencial com custo acessível para brasileiros.

b) Econômicos

- Geração de valor para a cadeia produtiva local;
- Empresa disposta a produzir os produtos, gerando empregos;
- Possibilita proteção do patrimônio pessoal em equipamentos.

c) Sociais e Ambientais

- Produtos que buscam diminuição de recursos naturais utilizados na geração de energia elétrica;
- Aumento do tempo de vida de equipamentos eletrônicos e consequentemente diminuição do descarte;
- Traz retornos financeiros aos consumidores de energia elétrica.

5.5. Etapas Futuras

Neste item são apresentadas sugestões de melhorias e trabalhos futuros:

- a) Implementação do módulo sem fio, já previsto na placa do Filtro de Linha Automático, para envio de dados de consumo para Internet das Coisas⁵;
- b) Implantação da plataforma *opensource* de monitoramento de energia OpenEnergyMonitor e conexão sem fio com o Filtro de Linha Inteligente;
- c) Nova pesquisa de consumo de energia com dados estatísticos baseados na realidade dos consumidores brasileiros em amostragem adequada;
- d) Novos testes no MagLab da UFSC com a versão do produto microcontrolada, fazendo o monitoramento de consumo em tempo real;
- e) Estudo e desenvolvimento de um algoritmo de aprendizagem de padrões comuns de consumo em standby de determinados equipamentos;
- f) Miniaturização da placa de circuito do Filtro de Linha Automático, para que seja possível implementar o novo produto (Anexo E – Novo produto “Ulti”).

⁵ Internet das Coisas (*Internet of Things – IoT*) foi um termo criado por Kevin Ashton, que concebeu um sistema de sensores onipresentes conectando o mundo físico à Internet, enquanto trabalhava em identificação por rádio frequência (RFID). Hoje o conceito é aplicado a inúmeros dispositivos que se conectam através de qualquer rede.

6. CONCLUSÃO

Considera-se que o projeto atingiu seus objetivos específicos, em especial os que dizem respeito a buscar atingir níveis de consumo em *standby* na ordem de 400 mW (± 100 mW), menor que os 500 mW previstos em recomendações internacionais. Isso demonstra que o produto possui potencial para economizar energia, nos casos em que o equipamento secundário consumir mais de 300mW. Os demais objetivos também foram alcançados, pois foi criada uma das versões do produto com especificações baseadas nas demandas de consumidores e também no comparativo de funcionalidades com produtos concorrentes a nível mundial, chegando a um protótipo funcional do Filtro de Linha Ajustável já em teste em residências.

Além da execução financeira, o projeto proporcionou através de editais públicos (CNPq e FAPESC), diversas oportunidades para alunos e servidores do IFSC. O que culminou no nascimento da empresa Novo Energia Ltda, que já possui depósito de patente de Modelo de Utilidade no INPI e contrato de *royalties* com seus inventores e os departamentos envolvidos no IFSC.

Apesar da extensa pesquisa bibliográfica sobre o consumo em *standby* no mundo, não foram encontrados estudos disponíveis com levantamentos nos dias atuais, sendo publicados muitos dados históricos passados que podem não mais refletir a realidade. Portanto, em tempos de aumento da automação residencial com advento da Internet das Coisas, se mostram necessárias novas pesquisas sobre consumo em *standby*, em especial no Brasil.

No que diz respeito ao projeto de circuitos de proteção, pode-se dizer que os testes realizados no MagLab/UFSC garantiram a confiabilidade dos circuitos, demonstrando sua robustez até em testes considerados destrutivos. Também, notou-se oportunidades na evolução do produto para atender especificações consideradas opcionais, como atenuação de ruídos da rede elétrica. Permitindo assim, a inserção de novos produtos tecnicamente diferenciados no mercado, o que garantiria atendimento às normas ABNT que possam se tornar de certificação compulsória, e não mais opcional como as normas dos Filtros de Linha são atualmente.

Conclui-se também que, etapas como o desenvolvimento do *software* devem ser aprimoradas, bem como testes controlados em cenários reais se fazem necessários. Com o monitoramento de consumo, seria possível comprovar a eficácia do produto através de amostragem adequada e nos cenários comuns ao público alvo.

Outros produtos e oportunidades de modelo de negócio surgiram ao longo do projeto, demonstrando assim possibilidades de continuação da linha de produtos no portfólio da empresa Novo Transformadores, empresa parceira deste trabalho. Com isso, espera-se entregar para a sociedade produtos que possam agregar valores como: Proteção para o patrimônio de seus clientes e também economia de energia elétrica (e conseqüentemente de recursos naturais).

Por fim, acredita-se que o interesse do consumidor por novos produtos mais eficientes e robustos até pode aumentar com o passar do tempo. Mas devido a rápida evolução tecnológica, sempre haverá eletroeletrônicos defasados com baixa eficiência energética ou com demanda para proteção, justificando assim o uso de produtos externos a eles como o Filtro de Linha Inteligente.

REFERÊNCIAS

- [1] ABREU, Hereo Íris de. **Eficiência energética de equipamentos elétricos residenciais: como reduzir o consumo de energia elétrica**. Disponível em: <http://faip.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/AnqG5Jid7wv2BCx_2016-6-11-15-26-21.pdf>. Acesso em 13 jul. 2017.
- [2] AMARAL, Daniel Capaldo, [et al.]. **Gestão de desenvolvimento de produtos. Uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.
- [3] BACK, Nelson, [et al.]. **Projeto Integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri, SP: Manole, 2008.
- [4] CCK, Automação. **Alto Consumo De Energia Elétrica Dos Eletrodomésticos Em Stand By: Mito Ou Verdade?** <<http://www.cck.com.br/blog/?action=view&url=alto-consumo-de-energia-elétrica-dos-eletrodomésticos-em-stand-by-mito-ou-verdade>>. Acesso em 12 jul. 2017.
- [5] CEMIG, Energia Inteligente. **Guia do melhor consumo. Dicas de economia de energia e segurança com a rede elétrica**. Março de 2014. Disponível em: <http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/sustentabilidade/nossos_programas/Eficiencia_Energetica/Documents/GUIA_MELHOR_CONSUMO_CARTILHA.pdf>. Acesso em 19 jul. 2017.
- [6] CHAKRABORTY, Arindam. PFAELZER, Arthur. **An overview of standby power management in electrical and electronic power devices and appliances to improve the overall energy efficiency in creating a green world**. JOURNAL OF RENEWABLE AND SUSTAINABLE ENERGY, 2011. American Institute of Physics. Publicado em 26 Abril 2011.
- [7] DANTAS, Bruno Farias. **Estimativa do impacto no consumo de energia causado pelo *standby* dos aparelhos eletroeletrônicos**. Dissertação de Mestrado pela PUC-RJ. Agosto de 2014. Disponível em: <http://www.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/1121827_2014_completo.pdf>. Acesso em 13 jan. 2015.
- [8] ELETROBRAS, PROCEL. **Informativo Eletrobrás do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica**. Ano XVIII, Número 76. Março de 2007. Disponível em: <<http://www.eletrobras.gov.br/ELB/services/DocumentManagement/FileDownload.EZTSvc.asp?DocumentID=%7BE6DA20FD-EEF0-4600-99AB-4C378625A64E%7D&ServiceInstUID=%7BD9E9641F-7183-44FF-82AB-266B7D307318%7D>>. Acesso em 14 ago. 2017.
- [9] HAMAD, Aldwin; MINOZZO, Farleir Luís; VALLI, Mateus Just; "**NOVO – Filtro de Linha Inteligente: O Design em uma Equipe Multidisciplinar**", p. 5339-5350. In: Anais do 12º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design [Blucher Design Proceedings, v. 9, n. 2]. São Paulo: Blucher, 2016.
- [10] BELKIN, Brochure. **Características técnicas do produto SmartAV**. Disponível em: <<https://www.belkin.com/conserva/smartav/>>. Acesso em: 31 jul. 2014.

- [11] FINDER. **Guia para aplicação de Dispositivos de Proteção Contra Surtos – DPS**. Novembro de 2012. Disponível em: <<http://www.instalacoeseltricas.com/Findernet/download/section/PDFs/guia-dps.pdf>>. Acesso em 20 jan. 2017.
- [12] IDEC, Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor. **Energia Desperdiçada**. Revista do IDEC. Julho de 2008. Disponível em: <http://www.idec.org.br/uploads/revistas_materias/pdfs/2008-07-ed123-capa-standby.pdf>. Acesso em 04 jul. 2017.
- [13] 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> Acesso em: 05 jul. 2014.
- [14] _____. NBR14936. **Plugues e Tomadas para Uso Doméstico e Análogo até 20 A/250 V em Corrente Alternada – Padronização**. Outubro de 2012.
- [15] _____. NBR16008. **Extensões Elétricas, Protetores e Filtros De Linha – Requisitos Particulares**. Dezembro de 2011.
- [16] _____. NBR16188. **Plugues e Tomadas para Uso Doméstico e Análogo - Adaptadores Providos de Protetor e/ou Filtro de Linha - Requisitos Específicos**. Julho de 2013.
- [17] _____. **Verão: consumidor deve optar por produtos mais eficientes**. <http://www.inmetro.gov.br/imprensa/releases/consumidor_produtos_mais_eficientes.pdf>. Acesso em 12 jul. 2017.
- [18] INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Incidência de raios no Brasil gera pesquisas e inovações**. Disponível em: <http://www.inpe.br/webelat/elatMidia/arquivos/CREA-RS_no_54_Incidencia_de_raios.pdf>. Acesso em 04 jul. 2017.
- [19] IEA, Agência Internacional de Energia. **More Data, Less Energy. Making Network Standby More Efficient in Billions of Connected Devices**. IEA Publications, 2014.
- [20] LEITE, Duílio Moreira. LEITE, Carlos Moreira. **Proteção contra descargas atmosféricas**. Volume I – Edificações, Baixa Tensão e Linha de Dados. 2ª Edição. São Paulo, 1994.
- [21] MEIER, Alan K. **Standby: where are we now?**. In Proceedings of the ECEEE 2005 Summer Study: Energy Savings: What works & who delivers? Mandelieu, França. Páginas 847-854. 2005.
- [22] _____. **A Worldwide Review of Standby Power Use in Homes**. Proceedings of the International Symposium on Highly Efficient Use of Energy and Reduction of its Environmental Impact. 2002. Disponível em: <<https://pubarchive.lbl.gov/islandora/object/ir:118581/datastream/PDF/download/citation.pdf>>. Acesso em 19 ago. 2016.
- [23] MINOZZO, Farleir Luís. **Equipamento de Proteção Elétrica Bivolt com Medição de Tensão e Detecção de Consumo de Corrente para**

Eletroeletrônicos. Monografia de Pós Graduação *Latu Sensu*. Instituto Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina. 2014.

[24] MAMADE FILHO, João. **Proteção de equipamentos eletrônicos sensíveis: aterramento.** 2ª Edição – São Paulo. Editora Érica, 2010.

[25] SANTO, Katia Gregio Di. **Avaliação da implantação de tecnologias de percepção de uso no ambiente residencial: uma proposta de metodologia.** Dissertação de Mestrado em Sistemas de Potência - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-18082014-113127/pt-br.php> Acesso em: 07 mai. 2017.

[26] SIEMENS. **Lightning current and overvoltage protection device.** BETA Low-Voltage Circuit Protection Technology Primer. Alemanha, 2010. Disponível em: [https://w3.siemens.com.br/automation/br/pt/downloads-bt/Documents/Dispositivos_de_Proteção_contra_Surtos_\(DPS\)/Manual/Manual_Técnico_DPS_2010_EN.pdf](https://w3.siemens.com.br/automation/br/pt/downloads-bt/Documents/Dispositivos_de_Proteção_contra_Surtos_(DPS)/Manual/Manual_Técnico_DPS_2010_EN.pdf). Acesso em 10 Ago. 2017.

[27] PAULINO, José Osvaldo Saldanha, *et al.* **Proteção de equipamentos elétricos e eletrônicos contra surtos elétricos em instalações.** Lagoa Santa: Editora Clamper, 2016.

[28] PHLLIPS, Peter L. **Briefing: a gestão do projeto de design I;** Tradução e revisão técnica Whang Pontes Teixeira. - São Paulo: Edüora Blucher, 2007.

[29] PNE. **Plano Nacional de Energia.** Ministério de Minas e Energia, Brasília, 2007.

[30] PNEE. **Plano Nacional de Eficiência Energética.** Ministério de Minas e Energia, Brasília, 2011.

[31] PROCEL, Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. **Dicas da Eletrobras Procel para economizar energia elétrica em residências e condomínios.** ELETROBRAS - Superintendência de Eficiência Energética. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/services/DocumentManagement/FileDownload.EZTSvc.asp?DocumentID=%7B367B9C63-5C2B-4686-9A4E-7108C08CF79F%7D&ServiceInstUID=%7B46764F02-4164-4748-9A41-C8E7309F80E1%7D>. Acesso em 17 jul. 2017.

[32] RODRIGUES, Jean Ronir Ferraz. **Avaliação da utilização do modo *standby* em eletrodomésticos e de propostas de soluções mitigadoras para redução do seu consumo energético.** Dissertação de Mestrado, UFPR. Setembro de 2009. <http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/21564/Dissert;jsessionid=6F5D15BC8C95CF6D726E07F4C0EC141E?sequence=1>. Acesso em 12 jul. 2017.

[33] TEKTRONIX. **Standby Power Primer.** The definitive guide to making standby power measurements on electrical equipment PA1000 Series. 2016. Disponível em: <http://info.tek.com/www-making-standby-power-measurements.html>. Acesso em 24 jul. 2017.

APÊNDICE A – FOMENTO CNPQ



CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico



0950940680914692

TERMO DE ACEITAÇÃO DE APOIO FINANCEIRO A PROPOSTA DE NATUREZA CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA E/OU DE INOVAÇÃO

Processo: 468656/2014-6
 Título do Projeto: Desenvolvimento de produto para proteção de eletroeletrônicos e economia de energia elétrica de modo de espera (stand by)
 Instituição de Vínculo: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina/IF/SC-SC
 CNPJ: 11402887000160
 Instituição de Execução: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina
 CNPJ: 11402887000160
 Chamada: Chamada CNPq-SETEC/MEC Nº 17/2014 - Linha 1: PD&I
 Eu, Clóvis Antônio Petry, 892.070.419-87, declaro conhecer, concordar e atender integralmente às exigências Nº CPF (ou PASSAPORTE, se estrangeiro) da Chamada acima especificada e às Condições Gerais para Apoio Financeiro que regem a concessão dos recursos especificados abaixo:

AUXÍLIO FINANCEIRO

Custeio: R\$ 19.373,00

Capital: R\$ 46.381,40

Valor Global: R\$ 65.754,40



Membros do projeto junto com Coordenador do MEC/SETEC no Campus Florianópolis.

APÊNDICE B – FOMENTO FAPESC

Detalhamento da proposta
 Chamada Pública FAPESC Nº 03/2015 - PROGRAMA SINAPSE DA INOVAÇÃO OP SC V
 Título do projeto: **Novo Energia - Filtro de Linha Inteligente**
 Coordenador(a): **Farleir Luís Minozzo**
 Protocolo: **FAPESC861/2016**
 Termo de subvenção nº: **2016TR2070**

Selecione a versão da proposta
 Versão atual [Visualizar o plano de trabalho](#)

Proposta | Documentação | Avaliação | Orçamento | **Contratação** | Histórico de alterações | Prestação de contas

Quadro geral de despesas

Fonte		Despesas correntes	Despesas de capital	Total
Fapesc	Valor solicitado	R\$ 141.000,00	R\$ 0,00	R\$ 141.000,00
	Valor aprovado	R\$ 99.000,00	R\$ 0,00	R\$ 99.000,00
	% de corte	30,00%	0,00%	30,00%
Contrapartida	Valor solicitado	R\$ 3.000,00	R\$ 0,00	R\$ 3.000,00
	Valor aprovado	R\$ 3.000,00	R\$ 0,00	R\$ 3.000,00
	% de corte	0,00%	0,00%	0,00%
Total	Valor solicitado	R\$ 144.000,00	R\$ 0,00	R\$ 144.000,00
	Valor aprovado	R\$ 102.000,00	R\$ 0,00	R\$ 102.000,00
	% de corte	30,00%	0,00%	30,00%

Cronograma de desembolso

Parcela	Categoria econômica	Valor	Previsão de pagamento	Data de pagamento	
1	Corrente	R\$ 20.000,00	30/09/2016	10/10/2016	Visualizar
2	Corrente	R\$ 42.000,00	30/09/2016	Não informado	Visualizar
3	Corrente	R\$ 37.000,00	31/03/2017	20/02/2017	Visualizar

Evidência de fomento FAPESC, sendo R\$42.000,00 para Bolsista Mestrado, R\$57.000,00 para investimento em serviços para o Projeto e R\$3.000,00 em Contrapartida.



Premiação da empresa com uma das 10 empresas destaque na Feira do Sinapse da Inovação. Na foto: Farleir, Günther Pfeifer (Superintendente de Operações da CERTI) e Bolsista Everson Osvanir.

APÊNDICE C – REPORTAGENS TELEVISIVAS

Figura 68 - Reportagem na TV RBS (Afilhada Rede Globo - SC).



Disponível em: https://youtu.be/_Mjt4O2Zb3w

Figura 69 - Reportagem na TV BAND (Afilhada Rede Bandeirantes – SC).



Disponível em: <https://youtu.be/Bn2-YkzN0h0>

Figura 70 - Reportagem sobre a final do concurso Darwin Starter 2015 publicada no IFSC TV



Disponível em: <https://youtu.be/lxQU92kb71c>

APÊNDICE D - DADOS TABULADOS

Tabela 13 – Consumo residencial aproximado por casa e por país.

País	Média de consumo em <i>standby</i> W/hora	Média total anual do consumo de eletricidade (kW h/Ano)	Relação de consumo <i>standby</i> anual com o total consumido (%)
Austrália	70	615	12
Brasil	30	265	6
China	30	265	5
França	50	440	14
Alemanha	55	500	12
Japão	70	615	12
Índia	25	220	8
Nova Zelândia	100	880	11
Estados Unidos	50	440	10

Fonte: [6]

Tabela 14 – Medições de potência *standby* em residências ao redor do mundo

País/Região	Casas	Ano	Potência (W)	Energia gasta (kWh/ano)
Austrália	64	2000	87	760
Austrália	1	2001	112	980
Canadá/Nova Escócia	79	2001	38	329
China/Beijing	42	2001	33	n.a.
China/Guangzhou	115	2001	35	n.a.
Dinamarca	100	2001	60	530
França	178	1999	38	235
França/Paris	1	1999	70	600
Grécia	100	2001	50	440
Itália	100	2001	57	500
Japão	36	1997	60	530
Japão	42	2000	45	398
Japão/Tóquio	1	1999	80	700
Nova Zelândia	29	1999	100	880
Nova Zelândia/Ilha Norte	1	2001	125	1100
Portugal	100	2001	46	400
Suécia	1	1997	80	475
Reino Unido	32	2000	32	277
USA/Califórnia	10	2000	67	590
USA/Califórnia	4	2001	115	1010
USA/Colorado	5	2001	46	405

Fonte: [6]

Tabela 15 – Equipamentos de Vídeo. Fonte: [6]

	Potência em modo Standby (Watts)	Média de consume em Standby (Watts)
Televisor	0.1-10	80
Vídeo Recorder	3-12	40
CD player	1-5	30
DVD player	1-7	40
Vídeo games	1-8	25
Sistemas de Som Digital	1-3	30
Aparelhos de TV por Satélite	5-15	20
Aparelhos de TV a Cabo	5-17	20

Tabela 16 – Computadores e seus acessórios. Fonte: [6]

	Potência em modo Standby (Watts)	Média de consumo em Standby (Watts)
CPU	1-2	60
Monitor	1-10	40
Desktop Completo	1-20	100
Laptop/notebooks	1-12	35
Modems	2-6	20
Impressoras	1-7	75
Scanners	2-6	50
FAX	5-10	100
Caixas de Som	1-5	30

Tabela 17 - Estimativas de potência usada em Standby no modelo de análise *bottom-up*

País (ano)	Média de Standby por Residência (W)	Porção do total de uso da eletricidade residencial	Outros Itens Incluídos além de televisores, VCRs, set-top boxes
Argentina (2000)	7	3%	Nenhum
Austrália (2000)	86	12%	Todos e incluídos alguns dispositivos de aquecimento
Canadá (2001)	41		Todos
França (2000)	38	7%	Todos
Alemanha (2001)	52	n.a.	Todos e pode não incluir aquecedores com <i>standby</i>
Holanda (1995)	37	10%	Nenhum
Suíça (1999)	19	3%	Som estéreo e alguns dispositivos recarregáveis, PCs
Estados Unidos (1996)	50	5%	Todos

Fonte: [21]

APÊNDICE E – PESQUISA DE PATENTES

Pesquisa realizada pelo Co-orientador em conjunto com o Autor em 2014:

Tabela 1 – Resultado da pesquisa na base de patentes do INPI pelo termo “estabilizador de tensão”.

Processo	Depósito	Título
PI7909019-2	03/07/1979	Circuito estabilizador de tensão de uma fonte de energia
PI8201556-2	17/03/1982	Estabilizador eletrônico de tensão ac para alimentação de sistemas eletrônicos
PI8203326-9	31/05/1982	Estabilizador eletrônico de dois estágios de tensão ac para alimentação de sistemas eletrônicos
PI8203386-2	02/06/1982	Estabilizador eletrônico de tensão ac de dois estágios para alimentação de sistemas eletrônicos
PI8403047-0	22/06/1984	Estabilizador eletroeletrônico de tensão ac por indução
MU6500024-2	03/01/1985	Aperfeiçoamento de um estabilizador de tensão elétrica ac
MU6500054-4	17/01/1985	Aperfeiçoamento de um estabilizador de tensão ac
PI8500493-6	24/01/1985	Estabilizador eletrônico de tensão
PI8606454-1	15/12/1986	Aperfeiçoamento de um estabilizador eletrônico de tensão ac
PI8704028-0	22/07/1987	Aperfeiçoamento em regulador e estabilizador de alta ou baixa tensão elétrica alternada
PI8703927-3	30/07/1987	Estabilizador eletrônico de tensão
MU6800528-8	07/03/1988	Estabilizador digital de tensão
MU6800672-1	23/08/1988	Estabilizador condicionador eletrônico de tensão
PI8903208-0	29/06/1989	Distribuição específica de taps (ddps) em autotransformador ou transformador e estabilizador eletrônico de tensão ac por indução
PI9001562-2	04/04/1990	Equipamento estabilizador condicionador de tensão com dispositivo de segurança contra intrusão
PI9001562-2	04/04/1990	Equipamento estabilizador condicionador de tensão com dispositivo de segurança contra intrusão
MU8001842-4	24/08/2000	Nobreak e estabilizador de tensão elétrica integrados baseado em microprocessamento por logica fuzzy empregando algoritmos wavelets para proteção contra sobre tensões elétricas e sobre correntes elétricas
MU8203016-2	22/10/2002	Disposição construtiva introduzida em estabilizador de tensão
PI0701473-2	09/05/2007	Estabilizador eletrônico de tensão para equipamentos de refrigeração
PI 0802755-2	03/09/2008	Equipamento de interrupção automática do estabilizador de tensão em microcomputadores e similares
BR 11 2012 027397 3	19/12/2011	Dispositivo regulador de tensão para uma máquina elétrica rotativa, suporte de uma tal máquina equipada de um tal dispositivo, e uma tal máquina que tem um tal suporte
BR 11 2013 018587 2	06/02/2012	Comutador de derivação para regulagem de tensão com unidades de comutação semicondutoras num transformador regulador com uma bobina de regulagem.
BR 10 2012 004428 5 A2	28/02/2012	Condicionador e controlador de tensão de linha ac

Processo	Depósito	Título
BR 10 2012 006699 8 A2	26/03/2012	Regulador de tensão para uso em máquinas elétricas
BR 11 2014 010904 4	07/11/2012	Mecanismo de disparo para estabilizador de pico de tensão e estabilizador de pico de tensão

Tabela 2 – Resultado da pesquisa na base de patentes do INPI pelo termo “filtro de linha”.

Processo	Depósito	Título
MU 8302078-0	30/09/2003	Disposição técnica introduzida em tampa com sistema de abertura rápida, destinada a sistema hidráulico tais como filtro de linha
MU 8303494-3	27/11/2003	Filtro de linha de alimentação
MU 8403101-8	21/12/2004	Filtro de linha modular
PI 0502128-6	07/06/2005	Filtro de faixa de passagem de microondas do tipo linha de barbatana
PI 0600879-8	09/03/2006	Aperfeiçoamento introduzido em filtro de linha
PI 0603885-9	11/09/2006	Filtro de linha comandado a distância para automação residencial e comercial
MU 8701059-3	06/06/2007	Disposições introduzidas em filtro de linha extensões e plugue
MU 8701504-8	18/07/2007	Engate manual com filtro de linha
MU 8701614-1	10/09/2007	Filtro de linha antichoque
PI 0900354-1	04/02/2009	Método para a regeneração de filtro de partículas alojado na linha de gás de escape de um motor diesel veicular
PI 0901614-7	14/05/2009	Funcionalidade aplicada em estabilizadores, nobreaks, filtro de linha, protetor eletrônico e similares
MU 9001785-4	29/09/2010	Disposições construtivas introduzidas em filtro de linha
BR 11 2012 024012 9	28/03/2011	Método de compensação de falta momentânea de segmentos de filtro na linha de fabricação de filtros de múltiplos segmentos, e dispositivo possibilitando a compensação da falta momentânea de segmentos de filtro na linha de fabricação de filtros de múltiplos segmentos.
BR 21 2013 004271 6	12/05/2011	Arranjo de filtro de comunicação de linha de força
MU 9101257-0	17/06/2011	Linha de costura aplicada a filtro de papel
BR 11 2014 000704 7	14/07/2011	Filtro de linha removível para distribuição de energia elétrica e método para a produção de um filtro de linha removível para a distribuição de energia elétrica
MU 9101729-7	01/08/2011	Configuração construtiva aplicada a filtro desidratador de linha para bomba de abastecimento de óleo diesel
MU 9101672-0	29/08/2011	Régua de tomadas e filtro de linha com tomadas multiface
BR 20 2012 007658 1	03/04/2012	Aprimoramento introduzido em filtro de linha com pontos conectáveis e flexíveis, alimentado por cabo de força extensível
BR 20 2012 007663 8	03/04/2012	Aprimoramento introduzido em filtro de linha com pontos conectáveis, extensíveis e retráteis

Tabela 3 – Resultado da pesquisa na base de patentes do INPI pelo termo “protetor de surto”.

Processo	Depósito	Título
PI 9806508-4	03/07/1998	Protetor de surto de voltagem para circuitos eletrônicos com componentes semicondutores.
PI 0101105-7	21/03/2001	Protetor de surto de faixa larga provido de braço de reatância em curto

Processo	Depósito	Título
PI 0808571-4	22/02/2008	Protetor de surto tendo um arranjo de varistor, e módulo de varistor para uso em um protetor de surto
MU 9001929-6	07/10/2010	Dispositivo protetor de surto para câmeras de vigilância

Tabela 4 – Resultado da pesquisa na base de patentes da ESPACENET pelo termo “line conditioner”.

Processo	Depósito	Título
JP20120259304 20121128	09/06/2014	Power conditioner device
JP20120260868 20121129	09/06/2014	Control method of power conditioner, and power conditioner
US201214348549 20120925	07/08/2014	Power conditioner system and power-storage power conditioner
US201414260400 20140424	21/08/2014	Power conditioning circuit to maximize power delivered by a non-linear generator
US201314082964 20131118	28/08/2014	Power conditioner and power conditioning method
WO2014JP01370 20140311	25/09/2014	Power converter and power conditioner

Tabela 5 – Resultado da pesquisa na base de patentes da ESPACENET pelo termo “surge protector”.

Processo	Depósito	Título
TW19950107847 19950728	11/08/1996	Protector device
KR20130000617 20130103	28/05/2014	Surge protection breaker
TW20120145751 20121205	16/06/2014	Connection apparatus circuits and high voltage surge protection method thereof
KR20120141901 20121207	17/06/2014	A surge protector for sources of electricity
KR20120147171 20121217	25/06/2014	System and method for monitoring lightning protection apparatus
US201414162078 20140123	31/07/2014	Surge protector

Tabela 9 – Resultado da pesquisa do Google Patents pelo termo “surge protector standby”.

Processo	Depósito	Título
US20130140894 A1	16/04/2012	Dynamic energy-saving socket
US7973425 B2	10 /07/2007	Power strip device for powering a master load and multiple slave loads
WO2011149128 A1	27/05/2010	Adaptive power strip for cutting off overpower and standby power

APÊNDICE F – PATENTE DEPOSITADA

Neste item é apresentado um extrato do documento de depósito da patente, a fim de comprovar os depositantes e inventores citados neste trabalho.



27/06/2016 870160031775
16:47



00.000.2.2.16.0481858.6

Pedido nacional de Invenção, Modelo de Utilidade, Certificado de Adição de Invenção e entrada na fase nacional do PCT

Número do Processo: BR 20 2016 015119 3

Dados do Depositante (71)

Depositante 1 de 3

Nome ou Razão Social: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

Tipo de Pessoa: Pessoa Jurídica

CPF/CNPJ: 11402887000160

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Jurídica: Instituição de Ensino e Pesquisa

Endereço: Rua 14 de Julho, 150, Coqueiros

Cidade: Florianópolis

Estado: SC

CEP: 88075-010

País: Brasil

Telefone: (48) 3877 9053

Fax: (48) 3877 9060

Email: inovacao@ifsc.edu.br

Depositante 2 de 3**Nome ou Razão Social:** ADEMIR LUIZ MINOZZO - ME**Tipo de Pessoa:** Pessoa Jurídica**CPF/CNPJ:** 13228203000181**Nacionalidade:** Brasileira**Qualificação Jurídica:** Microempresa assim definida em lei**Endereço:** Rua João Carlos Espíndola, 186, sala 01**Cidade:** Palhoça**Estado:** SC**CEP:** 88134-407**País:** BRASIL**Telefone:** (48) 335 74485**Fax:****Email:** contato@novotransformadores.com.br**Depositante 3 de 3****Nome ou Razão Social:** NOVO ENERGIA LTDA - ME**Tipo de Pessoa:** Pessoa Jurídica**CPF/CNPJ:** 24806573000175**Nacionalidade:** Brasileira**Qualificação Jurídica:** Microempresa assim definida em lei**Endereço:** Rua Antônio Alfredo da Silva, n° 1330, Fazenda Santo Antônio**Cidade:** São José**Estado:** SC**CEP:** 88104-500**País:** BRASIL**Telefone:** (48) 997 72757**Fax:****Email:** contato@novoenergia.com

Nesta seção, faz-se necessário destacar que todos os 8 membros participantes do projeto em 2016 foram citados como inventores, e com percentuais proporcionais à contribuição com o invento. A seguir são listados somente os dois membros diretamente citados neste trabalho.

Inventor 3 de 8

Nome: FARLEIR LUÍS MINOZZO

CPF: 05171657912

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Analista de sistemas, desenvolvedor de software, administrador de redes e bancos de dados e outros especialistas em informática (exceto técnico)

Inventor 4 de 8

Nome: CLÓVIS ANTONIO PETRY

CPF: 89207041987

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Professor do ensino superior

Dados do Pedido

Natureza Patente: 20 - Modelo de Utilidade (MU)

Título da Invenção ou Modelo de Utilidade (54): DISPOSIÇÃO CONSTRUTIVA APLICADA EM FILTRO DE LINHA

Resumo: "DISPOSIÇÃO CONSTRUTIVA APLICADA EM FILTRO DE LINHA", apresenta uma disposição construtiva para filtro de linha com várias tomadas, tipo fêmea, para conectar e alimentar equipamentos eletrônicos. Consiste num corpo, em formato predominantemente trapezoidal da seção transversal, com faces laterais inclinadas, prevendo aberturas, nestas faces inclinadas, onde são encaixadas uma régua modular contendo um tipo de tomada fêmea. Os ditos multiplicadores de tomadas podem ter padrões de diversos países, respeitando as normas brasileiras, ou internacionais por exemplo. O posicionamento inclinado próximo de 45° destas tomadas, permite ainda uma menor interferência entre conectores volumosos adjacentes. Esta disposição prevê maior facilidade em sua aplicação, uma vez que um único filtro de linha pode ser configurado com dois, ou até mais, tipos diferentes de tomadas, facilitando a utilização pelo usuário.

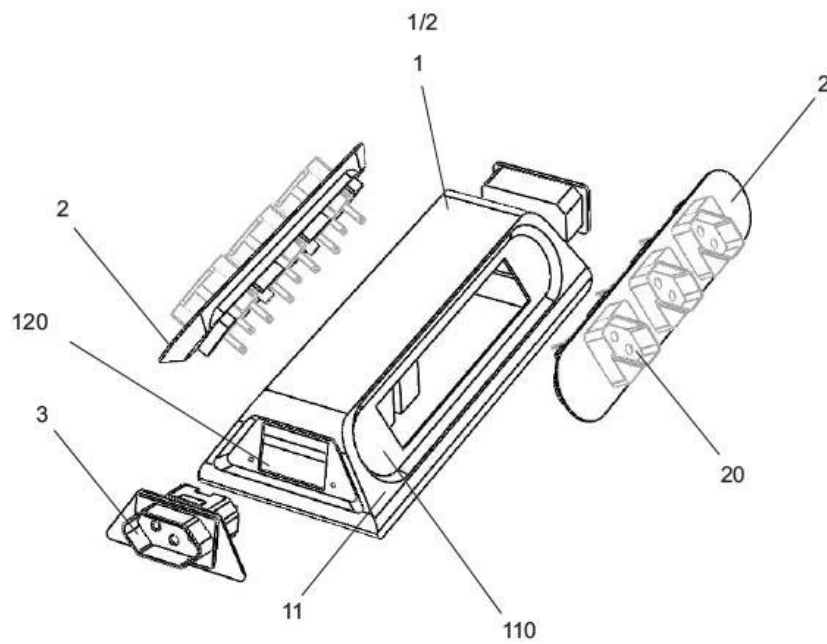
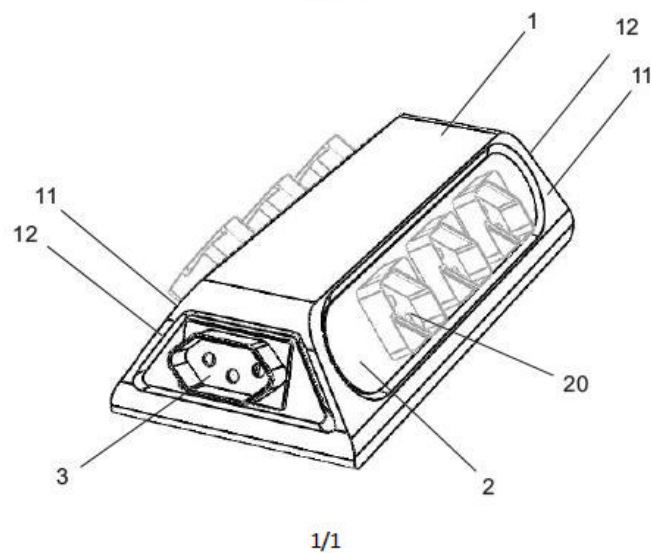


FIG. 1



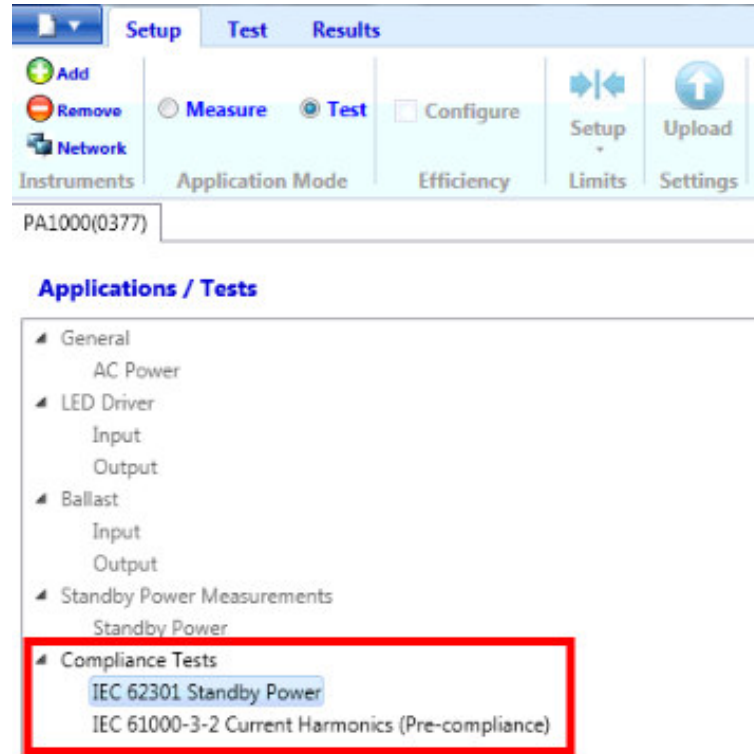
REIVINDICAÇÕES

1. "DISPOSIÇÃO CONSTRUTIVA APLICADA EM FILTRO DE LINHA" caracterizado por um corpo(1), em formato predominantemente trapezoidal em sua secção transversal, com faces laterais(11) longitudinais inclinadas, e faces laterais(12) e por prever aberturas(110), nestas faces laterais(11) e aberturas(120) nas faces laterais(12), com dimensões e encaixes compatíveis para se encaixarem ajustadamente, respectivamente, um multiplicador de tomadas(2) e outro multiplicador de tomadas(3), modular, contendo um conjunto de pelo menos um tipo de tomada; e prever encaixado em seu interior, um módulo de controle(4), do filtro de linha.

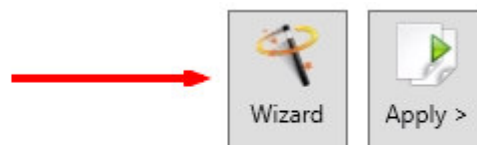
APÊNDICE G – TUTORIAL PARA TESTE DE STANDBY

Passos para execução de testes no *Software* PWRVIEW do Tektronix PA1000.

1) Selecionar o modo de “Test” na aba Setup;

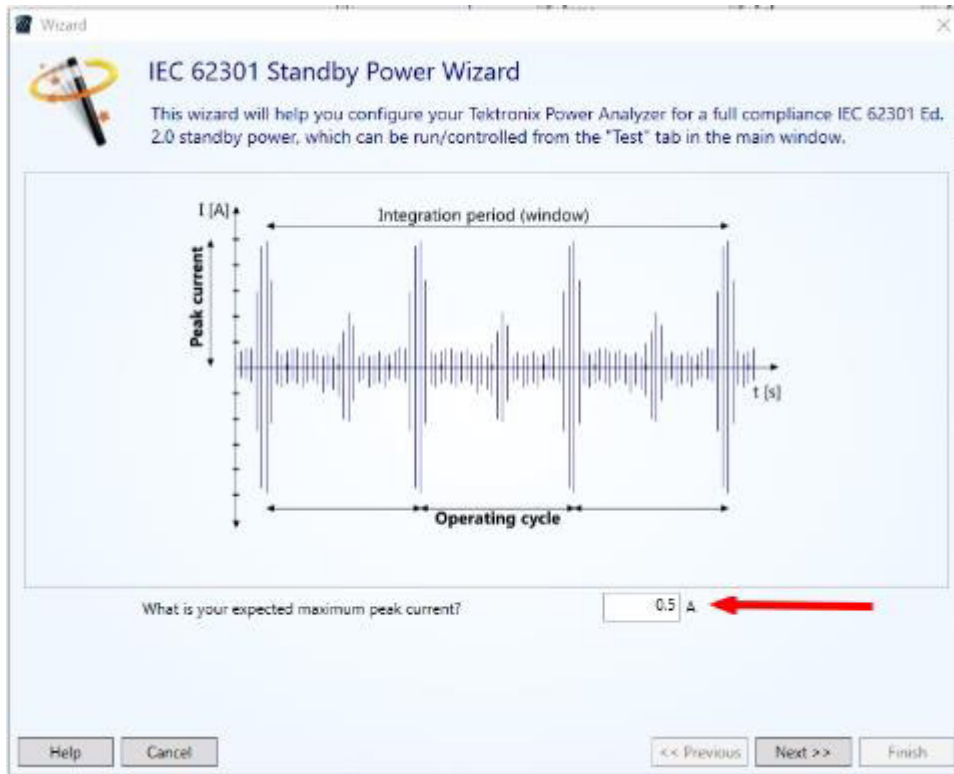


2) Clicar no botão Wizard:

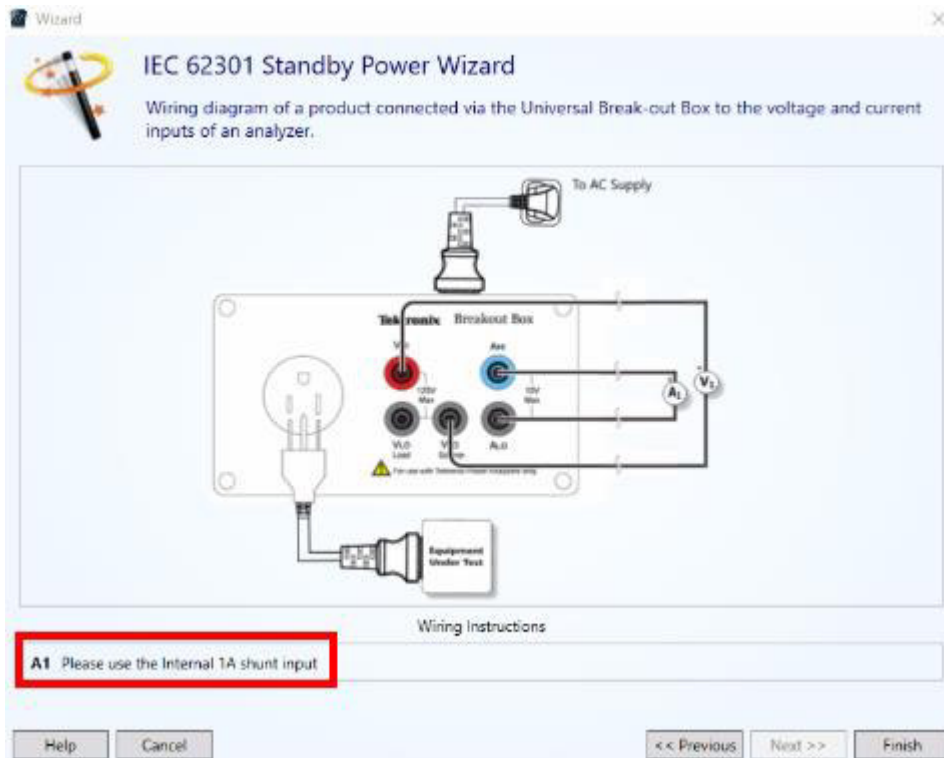


Instrument	PA1000
Connection	TCP/IP TekVISA64 4.1.1.22
Serial Number	C030377
Firmware Ver.	1.3.15

3) Definir a corrente máxima consumida pelo equipamento em *standby*



4) Finalizar o Wizard, reparando na mensagem de indicação do Shunt adequado para a corrente definida.



5) Selecionar o Shunt recomendado no próximo passo

Mode: IEC 62301 Filter: High Frequency Source: Voltage
 Frequency Filter: Auto

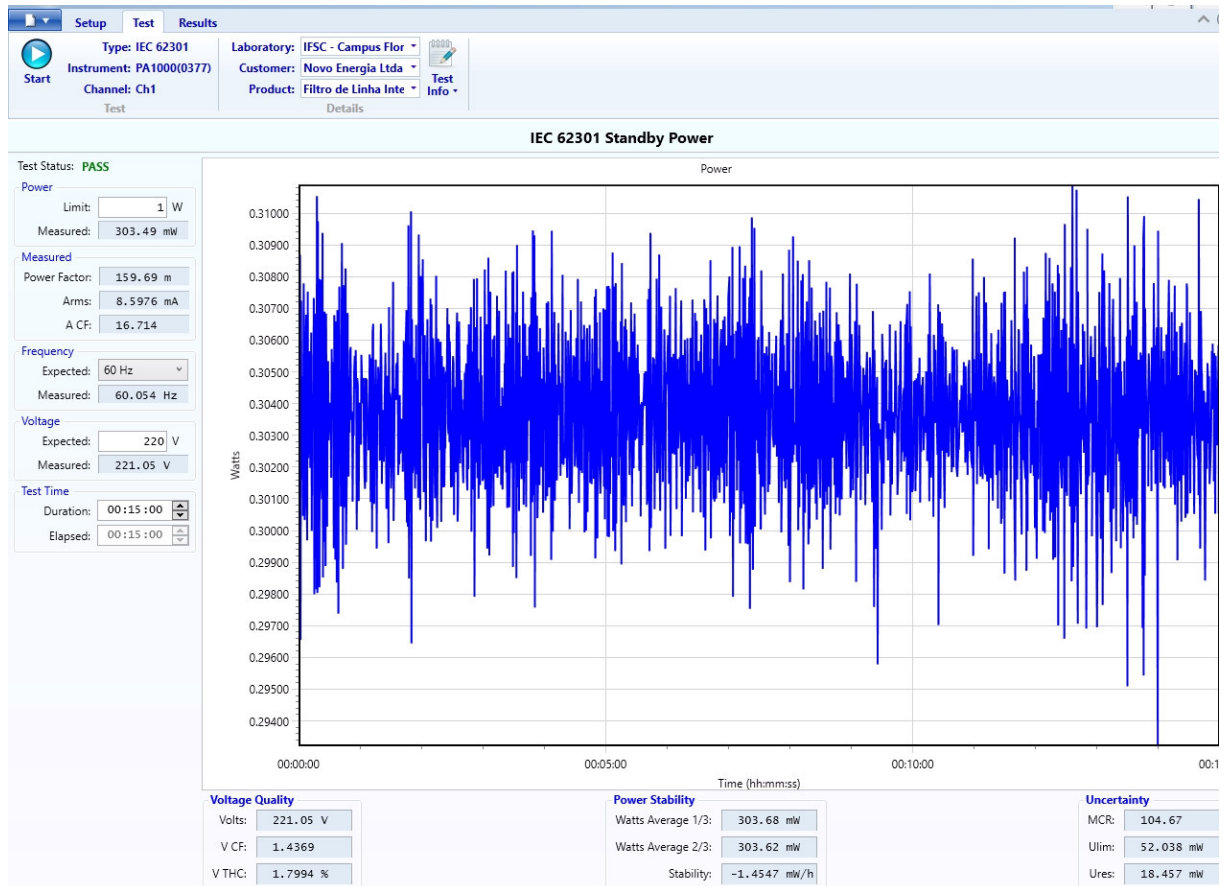
Voltage Channel
 Range: Auto Scaling: 1

Current Channel
 Range: Auto Up Only Scaling: 1 Shunt: Internal (1A)

Measurement Selections Select All Clear All

<input checked="" type="checkbox"/> Vrms	<input checked="" type="checkbox"/> Vcf	<input type="checkbox"/> Vdc
<input checked="" type="checkbox"/> Arms	<input checked="" type="checkbox"/> Acf	<input type="checkbox"/> Adc
<input checked="" type="checkbox"/> Watts	<input type="checkbox"/> Vpk+	<input type="checkbox"/> Z
<input type="checkbox"/> VA	<input type="checkbox"/> Vpk-	<input type="checkbox"/> R
<input checked="" type="checkbox"/> PF	<input type="checkbox"/> Apk+	<input type="checkbox"/> X
<input checked="" type="checkbox"/> Freq	<input type="checkbox"/> Apk-	<input type="checkbox"/> VAr
		<input type="checkbox"/> Vrng
		<input type="checkbox"/> Arng

6) Iniciar o teste no botão Start em testes de 15 minutos conforme recomendado.



ANEXO A - CARTA DE APOIO DO IFSC



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

Ministério Técnico
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

CARTA DE APOIO

De: Prof. Luiz Henrique Castelan Carlson
Chefe do Departamento de Inovação – Núcleo de Inovação Tecnológica/IFSC

Para: Empresa Novo Energia

O Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC, instituição pública federal de educação profissional e tecnológica, vem por meio desta carta manifestar que apoia, desde setembro de 2014, o projeto doravante denominado Novo Energia.

Ressaltamos que o proponente Farleir Luís Minozzo possui projeto aprovado na Chamada CNPq-SETEC/MEC N° 17/2014 - Apoio a Projetos Cooperativos de Pesquisa Aplicada e de Extensão Tecnológica, com repasses do MCT/CNPq, ainda em vigência junto ao Campus Florianópolis do IFSC.


Sendo assim, para fins de cumprimento da chamada pública FAPESC N° 03/2015 - PROGRAMA SINAPSE DA INOVAÇÃO - OPERAÇÃO SC V, nos Itens 8.2 e 8.3:

8.2. Por ocasião da assinatura do contrato, o empreendedor deverá apresentar documento comprobatório de associação a uma incubadora, parque tecnológico ou NIT que assegure potencial apoio para o desenvolvimento do projeto.

8.3. Essa associação não implica, necessariamente, incubação, porém deve ficar evidenciado que haverá apoio ao empreendedor, mesmo que virtualmente, por uma incubadora ou assemelhada.

Por fim, manifestamos que o NIT do IFSC continuará apoiando, dentro de suas atribuições legais e competências, o projeto Novo Energia nas atividades futuras junto ao Programa Sinapse da Inovação subsidiado pela FAPESC.

Florianópolis, 12 de maio de 2016.


 Luiz Henrique Castelan Carlson
 Chefe do Depto de Inovação
 Assuntos Internacionais do IFSC
 Port. 2070, D O - 19/12/2011
 Dr. Eng. Luiz Henrique Castelan Carlson
 Chefe do Departamento de Inovação
 Núcleo de Inovação Tecnológica - NIT

ANEXO B - CONTRATO JUNTO AO IFSC

Devido à natureza do projeto e ao fato de ter sido desenvolvido em parceria público/privada, também fora celebrado um contrato de utilização de tecnologia e pagamento de *royalties*, conforme extrato que é apresentado neste item.

CONTRATO PARA DEFINIR OS TERMOS DE APROPRIAÇÃO, A TITULARIDADE, OS DIREITOS DE PROPRIEDADE INTELECTUAL, COMERCIALIZAÇÃO, USO, LICENÇA E CESSÃO PARA TERCEIROS DA CRIAÇÃO "DISPOSIÇÃO CONSTRUTIVA APLICADA EM FILTRO DE LINHA".

PARTES CONTRATANTES:

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA, doravante denominada **IFSC**, pessoa jurídica de direito público, autarquia federal, inscrita no CNPJ sob nº 11.402.887/0001-60, com sede na Rua 14 de Julho, nº 150, Enseada dos Marinheiros – Coqueiros – Florianópolis/SC, CEP 88075-010, representada neste ato pela sua Reitora Prof^a. MARIA CLARA KASCHNY SCHNEIDER, CPF nº 591.649.809-87;

ADEMIR LUIZ MINOZZO - ME, doravante denominada de acordo com seu nome fantasia **NOVO TRANSFORMADORES**, pessoa jurídica de direito privado, inscrita no CNPJ 13.228.203/0001-81, com sede na Rua João Carlos Espíndola, 186, sala 01, Barra do Ariú, Palhoça/SC, CEP: 88.134-407, representada neste ato por sócio-gerente Sr. Ademir Luiz Minozzo, CPF nº 396.247.229-00;






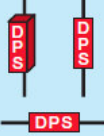




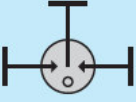








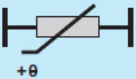
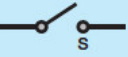



NOVO ENERGIA LTDA., doravante **NOVO ENERGIA**, pessoa jurídica de direito privado, inscrita no CNPJ 24.806.573/0001-75, com sede na Rua Antônio Alfredo da

Página 1



Silva, 1330, Fazenda Santo Antônio, São José/SC, CEP: 88104-500, representada neste ato por sócio-gerente Sr. Fariel André Minozzo, CPF nº 009.949.519-81.


ANEXO C - SIMBOLOGIA DOS ELEMENTOS ELÉTRICOS

	Impedância		Aterramento		Protetor de sobrecorrente
	Resistência de aterramento		Centelhador		DPS
	Indutor		Centelhador bipolar a gás		DPS em estado de condução
	Resistor		Centelhador tripolar a gás		DPS Multiproteção
	Capacitor		Varistor		Fusível
	Fonte impulsiva		Diodo supressor		RELÉ
	Fonte senoidal		Termistor		Chave
	Transformador monofásico		Transformador		LED

Fonte: [11]

ANEXO D – COMPARATIVO PIC X MSP

A seguir são apresentados dois artigos dos próprios fabricantes que comparam entre si a eficiência energética de suas linhas de microcontroladores.




MICROCHIP

The Truth about Power Consumption in PIC[®] MCUs with XLP Technology vs. TI's MSP430

Authors: Jason Tollefson Microchip Technology Inc.	CLAIM 1: ALL MSP430 MCUs ARE CONSISTENTLY LOW POWER
---	---

WHITE PAPER

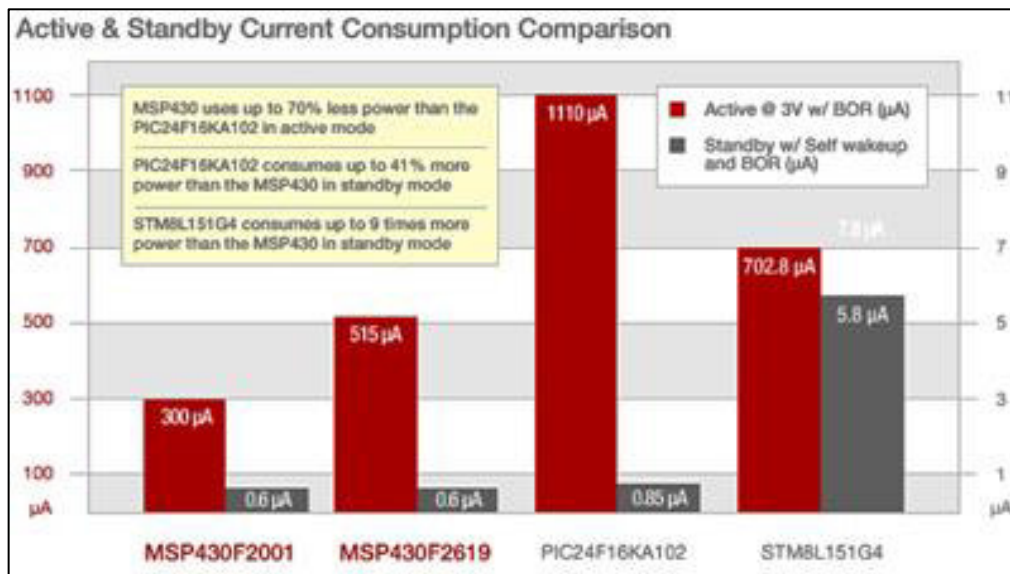
Zack Albus,
Applications Engineer;
Adrian Valenzuela,
Product Marketing Engineer;
Mark Buccini
Texas Instruments



TEXAS INSTRUMENTS

Ultra-Low Power Comparison: MSP430 vs. Microchip XLP Tech Brief

A Case for Ultra-Low Power Microcontroller Performance



Acima é apresentado um gráfico comparativo entre o consumo do MSP (à esquerda) e a linha PIC (à direita), denotando assim a melhor eficiência no MSP.

ANEXO E – NOVO PRODUTO “ULTI”

Imagens da monografia de Design de Produto do aluno Mateus Just Valli, mostrando um produto novo gerado através da utilização das ideias iniciais do Filtro de Linha Inteligente em um novo conceito de “T” ou Multiplicador de Tomadas.



ANEXO F – CÓDIGO FONTE CITADO

```

/*
  Autor: Vinicius Knabben
  10/06/2016
  Última modificação 15/06/2016
  Rotina de funcionamento para um filtro de linha
*/
// variável de controle de estado
volatile int master_status;
int main()
{
  int i_master;    // corrente do master
  int i_sb;        // corrente de stand by

  // inicializações
  timerA_init();
  // slaves on
  // i_master = Ler corrente

  if(i_master == 0) // Leitura inicial para verificar se o master esta conectado
    master_status = MASTER_DC;
  else
  {
    i_sb = standby_read();
    master_status = MASTER_WAIT;
  }
  // Rotina de funcionamento
  while(1)
  {
    switch(master_status)
    {
      case MASTER_DC:
        if(i_master > 0)
        {
          i_sb = standby_read();
          master_status = MASTER_SB;
        }
        break;
      case MASTER_SB:
        if(i_master > i_sb)

```

```
{
    master_status = MASTER_ON;
    // slaves on
    break;
}
if(i_master == 0)
{
    master_status = MASTER_DC;
    // slaves on
}
break;
case MASTER_ON:
    if(i_master == i_sb)
    {
        timerA_start();
        master_status = MASTER_WAIT;
        break;
    }
    if(i_master == 0)
    {
        master_status = MASTER_DC;
        // slaves on
    }
    break;
case MASTER_WAIT:
    if(i_master > i_sb)
    {
        timerA_stop();
        master_status = MASTER_ON;
        break;
    }
    if(i_master == 0)
    {
        master_status = MASTER_DC;
        // slaves on
    }
    break;
}
}
```

ANEXO G – RELATÓRIO DE TESTES

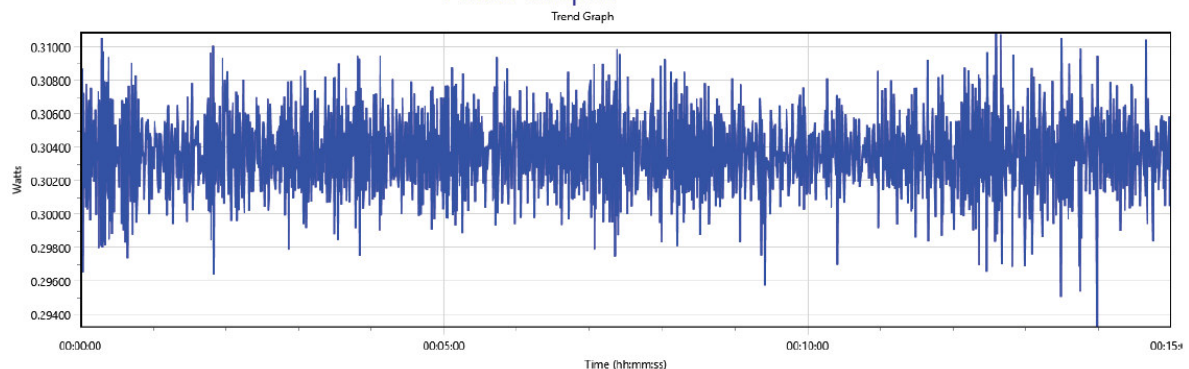
Test Report No 170928-073246-F Measurement of Standby Power to IEC 62301 Ed. 2.0

Customer		Issuer	
Name:	Novo Energia Ltda	Name:	IFSC - Campus Florianópolis
Address:	R. Antonio Alfredo da Silva São José SC	Address:	Av. Mauro ramos Florianópolis SC Brazil
		Date of issue:	2017-Sep-28
Unit Under Test		Reference Instrument	
Manufacturer:	Novo Energia	Manufacturer:	Tektronix
Description:	Filtro de Linha Inteligente	Description:	Power Analyzer
Model:	Ajustável	Model:	PA1000
Serial Number:		Serial Number:	C030377
Rated Voltage:	100-240V	Firmware Version:	Ver.1.3.15
Rated Frequency:	60Hz	Test Software:	PWRVIEW ver. 3.1.0.14
Documentation ref:			
Configuration:			
Test Conditions		Test Summary	
Time of Test:	2017-Sep-28 07:32:46 PM	Average Power:	303.62 mW
Test Voltage:	220V ±1%	Power Limit:	1.0000 W
Test Frequency:	60Hz ±1%	Power Stability:	-1.4547 mW/h
Voltage Distortion:	< 2% THD	Uncertainty*:	18.505 mW
Voltage Crest Factor:	1.34 < Vcf < 1.49	Test Period:	00:15:00
Temperature:	23°C ±3°C	Test Method:	Sampling (IEC 62301 Ed. 2.0)
Humidity:	< 75%	Test Status:	PASS

Power measurements were carried out in accordance with the requirements of IEC 62301 Ed. 2 "Measurement of standby power" and EN 50564:2011 "Electrical and electronic household and office equipment - Measurement of low power consumption" in the laboratory environment, using equipment traceable to national or international standards. All testing was performed under computer control.

* Uncertainty quoted is an average of power measurement uncertainties from the last 2/3 of the test which are due only to the accuracy of the reference instrument used. If Uncertainty is marked as FAIL it means that at least one power measurement uncertainty in the last 2/3 of the test exceeded the limit prescribed in the standard.

Power Graphs



IFSC - Campus Florianópolis

2017-Sep-28 07:32:46

Report No 170928-073246-F

ANEXO H – VARIAÇÕES DE CORES DO PRODUTO

Figura 71 - Modelagem renderizada do gabinete plástico com opções de cores.



Autor: Mateus Just Vali