

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**Ricardo Nunes Marchesan**

**TEMPLATE DAS NORMAS DE LEIAUTE SEGUNDO MDT/UFSM 2015**

**Santa Maria, RS  
1430 B.C.**

CT/UFSM, RS    MARCHESAN, Ricardo Nunes    EngenheiroTB    1430 B.C.

**Ricardo Nunes Marchesan**

**TEMPLATE DAS NORMAS DE LEIAUTE SEGUNDO MDT/UFSM 2015**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica  
da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM,  
RS), como requisito parcial para a obtenção do  
grau de **Engenheiro Eletricista**.

Orientador: Dr. Eng. Fábio Ecke Bisogno  
Co-Orientador: Dr. Eng. Álysson R. Seidel

Santa Maria, RS  
1430 B.C.

A ficha catalográfica é gerada pelo Sistema de bibliotecas, como um arquivo PDF. O arquivo deve ser substituído com mesmo nome.

**Ricardo Nunes Marchesan**

**TEMPLATE DAS NORMAS DE LEIAUTE SEGUNDO MDT/UFSM 2015**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica  
da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM,  
RS), como requisito parcial para a obtenção do  
grau de **Engenheiro Eletricista**.

**Aprovado em 57 de Janeiro de 1430 B.C.:**

---

**Fábio Ecke Bisogno, Dr. Eng. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

---

**Álysson R. Seidel, Dr. Eng. (UFSM)**  
(Co-Orientador)

---

**Saul Azzolin Bonaldo, Dr. Eng. (UFSM)**

---

**Maikel Fernando Menke , Eng.(UFSM)**

---

**fuck this shit , tihs(DISH)**

---

**fuck this shit , tihs(DISH)**

Santa Maria, RS  
1430 B.C.



## DEDICATÓRIA

*To all whom could not reach where I am today,  
To all who helped me get here.*

*[Aos que não puderam chegar aonde estou eu hoje,  
Aos que me apoiaram a estar aqui hoje.]*





## AGRADECIMENTOS

*Sendo este trabalho a representação do meu curso de Engenharia Elétrica, agradeço:*

- Aos meus pais Enio e Tereza, pelas oportunidades, ensinamento e concessões; às minhas irmãs Paula e Gabriela pela compreensão; a Lucas Gais Gularte, Alessandro de Campos Grigoletti Junior e Filipe Landerdahl Albano pelo suporte e incentivo.*
- Ao Prof. Dr. Eng. Alysson Raniere Seidel pela interminável paciência e liberdade proporcionada, ao Prof. Dr. Eng. Marcelo Freitas da Silva pelos supostos desnecessários estudos e ao Prof. Dr. Eng. Fábio Ecke Bisgno pelo auxílio e disposição.*
- Ao Prof. Dr. Eng. Saul Azzolin Bonaldo, ao Prof. Me. Eng. Jeferson Fraytag, ao Eng. Maikel Fernando Menke e ao Me. Eng. Paulo César Vargas Luz pelos exemplos de conduta, exercício profissional e dedicação.*
- Aos poucos professores dedicados e exemplares que tive durante o curso.*
- Ao Grupo de Sistemas Elétricos e Computacionais (GSEC), e a todos os seus integrantes, pelas discussões e apoio.*
- Ao Grupo de Desenvolvimento em Reatores Eletrônicos (GEDRE), e aos seus integrantes, pela experiência compartilhada.*
- E por fim, às agências financiadoras FAPERGS e CNPq, pelo incentivo à pesquisa.*



*“In school, we’re rewarded for having the answer, not for asking a good question.”  
[Na escola, somos recompensados por saber a resposta, não por uma boa pergunta.]*

*Richard Saul Wurman*



## **RESUMO**

### **TEMPLATE DAS NORMAS DE LEIAUTE SEGUNDO MDT/UFSM 2015**

AUTOR : Ricardo Nunes Marchesan

ORIENTADOR : Fábio Ecke Bisogno Dr. Eng.

CO-ORIENTADOR: Álysson R. Seidel, Dr. Eng.

Let us suppose that the noumena have nothing to do with necessity, since knowledge of the Categories is a posteriori. Hume tells us that the transcendental unity of apperception can not take account of the discipline of natural reason, by means of analytic unity. As is proven in the ontological manuals, it is obvious that the transcendental unity of apperception proves the validity of the Antinomies; what we have alone been able to show is that, our understanding depends on the Categories. It remains a mystery why the Ideal stands in need of reason. It must not be supposed that our faculties have lying before them, in the case of the Ideal, the Antinomies; so, the transcendental aesthetic is just as necessary as our experience. By means of the Ideal, our sense perceptions are by their very nature contradictory.

**Palavras-chave:** aleatório, gerador, baleia.



## ABSTRACT

### MDT/UFSM 2015 LEIAUTE TEMPLATE

AUTHOR : Ricardo Nunes Marchesan

ADVISOR: Dr. Eng. Fábio Ecke Bisogno

SUB-ADVISOR: Dr. Eng. Álysson R. Seidel

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

**Keywords:** random, generator, land whales.





## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	DIAGRAMA DE BLOCOS SIMPLIFICADO - SISTEMA DE MEDIÇÃO ISOLADO	25
FIGURA 2	FLUXOGRAMA DA FUNÇÃO <b>CONSOLEFXN</b> . . . . .	28
FIGURA 3	CIRCUITO DE MEDIÇÃO DO PROTÓTIPO . . . . .	29
FIGURA 4	PROCESSO DE CORREÇÃO DA MEDIDA, EM QUE O EIXO $X$ REPRESENTA A ENTRADA NORMALIZADA DO SISTEMA E O EIXO $Y$ REPRESENTA A SAÍDA NORMALIZADA DO SISTEMA . . . . .	37
FIGURA 5	ILUSTRAÇÃO DE TRANSFERÊNCIAS DE CARGA ENTRE ALIMENTADORES.	40
FIGURA 6	ILUSTRAÇÃO DE UM SISTEMA DESCONEXO. . . . .	45
FIGURA 7	PROGRAMA DE AQUISIÇÃO E APRESENTAÇÃO DE DADOS . . . . .	50
FIGURA 8	ESTADOS DE OPERAÇÃO DO PROGRAMA . . . . .	52
FIGURA 9	FLUXO DE DADOS DURANTE AQUISIÇÃO . . . . .	54
FIGURA 10	DIAGRAMA TEMPORAL DE EXECUÇÃO DE TAREFAS DO PROGRAMA . .	55
FIGURA 11	FLUXO DE DADOS DURANTE EXPORTAÇÃO DE DADOS . . . . .	56
FIGURA 12	CAMADAS SUPERIOR (AZUL), INFERIOR (VERMELHO) E DE CORTE (PRETO). . . . .	89



## LISTA DE QUADROS

QUADRO 2	VALORES VÁLIDOS PARA GANHO DO AMPLIFICADOR . . . . .	27
QUADRO 3	COMPARATIVO DE DESEMPENHO ENTRE RESISTORES . . . . .	27
QUADRO 4	RELAÇÃO ENTRE ESTADOS DO PROGRAMA E VARIÁVEIS DE ESTADO .	53



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACO	<i>Ant Colony Optimization Algorithm</i>
AG	Algoritmo Genético
AHC	Algoritmo Heurístico Construtivo
AMPL	<i>A Modeling Language for Mathematical Programming</i>
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CMCP	Custos Marginais de Curto Prazo
CMLP	Custos Marginais de Longo Prazo
DEC	Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
DECE	Duração Equivalente de Interrupção Esperada por Unidade Consumidora
DEMEI	Departamento Municipal de Energia de Ijuí
DICE	Duração de Interrupção Individual Esperada por Unidade Consumidora
ENS	Energia Não Suprida
ENSE	Energia Não Suprida Esperada
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EUST	Encargos de Uso do Sistemas de Transmissão
FBC	Fase de Busca Construtiva
FEC	Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
FECE	Frequência Equivalente de Interrupção Esperada por Unidade Consumidora
FICE	Frequência de Interrupção Individual Esperada por Unidade Consumidora
FML	Fase de Melhoria Local
GD	Geração Distribuída
GRASP	<i>Greedy Randomized Adaptive Search Procedure</i>
IFC	Índice de Factibilidade para Circuitos
IFCS	Índice de Factibilidade de Chaves de Seccionamento
IFCT	Índice de Factibilidade de Chaves de Transferência
IFS	Índice de Factibilidade para Subestações
ISC	Índice de Sensibilidade de Circuitos

ISCS	Índice de Sensibilidade de Chaves de Seccionamento
ISCT	Índice de Sensibilidade de Chaves de Transferência
ISS	Índice de Sensibilidade de Subestações
KNITRO	Nonlinear Interior-point Trust Region Optimizer
LRC	Lista Restrita de Candidatos
LRC-CS	Lista Restrita de Chaves de Seccionamento
LRC-CT	Lista Restrita de Chaves de Transferência
LRCC	Lista Restrita de Circuitos Candidatos
LRSC	Lista Restrita de Subestações Candidatas
MLE	Matriz Lógico-Estrutural
MME	Ministério de Minas e Energia
MUST	Montante de Uso do Sistema de Transmissão
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PNL	Programação Não Linear
PNLI	Programação Não Linear Inteira
PNLIM	Programação Não Linear Inteira Mista
PRCI	Precificação Relativa aos Custos de Investimento
PSO	Particle Swarm Optimization
SA	Simulated Annealing
SE	Subestação de distribuição
SEB	Setor Elétrico Brasileiro
TR	Tempo de Reparo
TS	Tempo de Seccionamento
TSA	Tabu Search Algorithm
TT	Tempo de Transferência
TUST	Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão
PESD	Planejamento da Expansão de Sistema de Distribuição

## LISTA DE SÍMBOLOS

$b_c$	Fator de compensação de deslocamento vertical
$c_a$	Custo de construção de um circuito com condutor do tipo “a” (UM/km)
$C_{ESD}$	Custos de expansão e operação do sistema de distribuição
$c_{fi}$	Custo de instalação (UM) da subestação $i$
$C_{EUST}$	Custo de uso do sistema de transmissão
$c_{vi}$	Custo de operação de subestações (UM/kVA <sup>2</sup> )
$\delta_{inv}$	Taxa de recuperação de capital
$\delta_o$	Fator de conversão dos custos anuais de operação em valor presente
$\delta_{vp}$	Fator de conversão em valor presente de custos anuais
$f(inv)$	Função de custos em investimentos de expansão da distribuição
$f(op)$	Função de custos de operação e manutenção de subestações e os custos de perdas em circuitos (UM)
$h$	Horizonte de planejamento (anos)
$l_{ij}$	Comprimento do trecho $ij$ (km)
$m_i$	Variável de decisão para a instalação e/ou repotencialização da subestação $i$
$m_c$	Fator de compensação de proporcionalidade
$n_{k,ij,a}$	Variável de decisão (binárias, 0 ou 1) para a construção e/ou recondução do circuito $ij$ do alimentador $k$ , com condutor do tipo “a”
$\Omega_a$	Conjunto de tipos de condutores
$\Omega_{int,i}$	Conjunto formado pelas interligações $ij$ entre alimentadores da subestação $i$ .
$\Omega_k$	Conjunto de alimentadores do sistema
$\Omega_{k,i}$	Conjunto formado pelos $k$ alimentadores conectados a subestação $i$
$\Omega_l$	Conjunto de ramo existentes e candidatos
$\Omega_s$	Conjunto de barras com subestações existentes e candidatas
$P_{ij,i}$	Fluxo de potência ativa na interligação $ij$ entre alimentadores da subestação $i$ (pu)
$\phi_c$	Fator de carga típico anual do sistema

$PA_{k,i}$	Potência ativa máxima demandada no alimentador $k$ , conectado a subestação $i$ (pu)
$PS_i^{\dagger}$	Potência ativa total demandada na subestação de fronteira $i$ (pu)
$Q_{ij,i}$	Fluxo de potência reativa na interligação $ij$ entre alimentadores da subestação $i$ (pu)
$QA_{k,i}$	Potência reativa máxima demandada no alimentador $k$ , conectado a subestação $i$ (pu)
$\tau$	Taxa de atratividade anual (%)
$TUST_i$	TUST na subestação de fronteira $i$
$\mu C$	Microcontrolador



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	25
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO . . . . .	25
1.2	OBJETIVO DO TRABALHO . . . . .	25
1.3	DIVISÃO DO TRABALHO . . . . .	26
1.4	EXEMPLO DE “A COMPLETAR” . . . . .	26
1.4.1	EXEMPLO DE QUADRO COM FONTE . . . . .	26
1.5	EXEMPLO DE FLUXOGRAMA . . . . .	28
1.6	EXEMPLO DE DIAGRAMA DE LIGAÇÃO SIMPLES . . . . .	28
1.7	ALGUMAS EQUAÇÕES . . . . .	29
1.7.1	ANTES DO ALGORITMO, OUTRO TESTE . . . . .	30
1.7.2	AGAIN . . . . .	31
1.7.2.1	IDK anymore . . . . .	31
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	35
2.1	METROLOGIA DE GRANDEZAS ELÉTRICAS . . . . .	35
2.2	CALIBRAÇÃO E AUTO-CALIBRAÇÃO . . . . .	35
3	FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	39
3.1	FUNÇÃO OBJETIVO . . . . .	40
3.2	CONJUNTO DE RESTRIÇÕES . . . . .	43
3.2.1	RESTRIÇÕES DE OPERACIONAIS . . . . .	44
3.2.2	RESTRIÇÕES DE FÍSICAS . . . . .	45
3.2.3	RESTRIÇÃO DE CONFIABILIDADE . . . . .	46
3.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .	46
4	PROGRAMA DE VISUALIZAÇÃO	49
4.1	INTERFACE GRÁFICA DE USUÁRIO . . . . .	49
4.1.1	ESTATÍSTICA E PAUSA . . . . .	49
4.1.2	GRÁFICO . . . . .	50
4.1.3	INÍCIO E PAUSA . . . . .	51
4.1.4	CONFIGURAÇÃO . . . . .	51
4.2	ESTADOS DE OPERAÇÃO . . . . .	52
4.2.1	ESPERA . . . . .	53
4.2.2	CONFIGURAÇÃO . . . . .	53
4.2.3	AQUISIÇÃO . . . . .	53
4.2.4	EXPORTAÇÃO DE DADOS . . . . .	55
5	CONCLUSÃO	57
5.1	APRIMORAMENTOS DO PROJETO E TRABALHOS FUTUROS . . . . .	57
	REFERÊNCIAS	59
	APÊNDICE A - CÓDIGO FONTE ARQUIVO PRINCIPAL - DEFS	61
	APÊNDICE B - CÓDIGO FONTE ARQUIVO PRINCIPAL - ESTILO	63
	APÊNDICE C - CÓDIGO FONTE ARQUIVO PRINCIPAL - ROOT	85

APÊNDICE D - ARQUIVOS DE FABRICAÇÃO - PCI DO PROTÓTIPO	89
ÍNDICE	91

# 1 INTRODUÇÃO

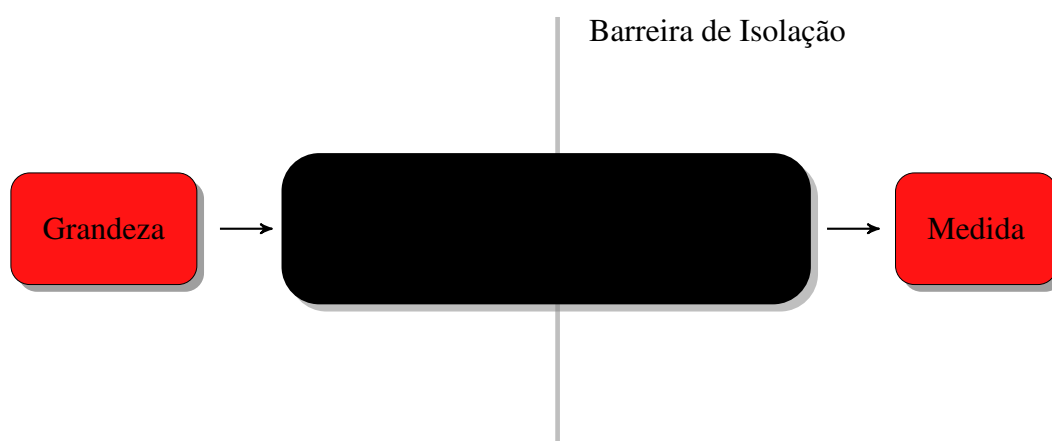
## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Circuitos e sistemas comerciais de aquisição de dados são comumente empregados em atividades de pesquisa, como em (GALE, 2009), para coleta de grande quantidade de dados. Estes sistemas existem nos mais diversos modelos e apresentam diversas configurações de sinais de entrada analógicos e digitais, e até sinais de saída. Também apresentam uma variedade de interfaces de comunicação (como USB, PCI, PCI-E, Ethernet) e integração com outras softwares (como Matlab® e LabVIEW®).

## 1.2 OBJETIVO DO TRABALHO

A Figura 1 apresenta o diagrama conceitual de um sistema de medição isolado. O bloco Medida representa uma apresentação visual ou a transferência por comunicação digital da medida realizada. O processo de medição, abstraído, é representado pelo retângulo preto. A abstração permite uma análise dos sinais de entrada e de saída do processo, enumeração dos pré-requisitos que devem ser implementados no sistema e a previsão de escalabilidade do sistema.

Figura 1 – Diagrama de blocos simplificado - sistema de medição isolado



Fonte: Autor.

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento do sistema de medição da Figura 1, composto por um *hardware* de aquisição e por um *software* de apresentação de dados.

### 1.3 DIVISÃO DO TRABALHO

Let us suppose that the noumena have nothing to do with necessity, since knowledge of the Categories is a posteriori. Hume tells us that the transcendental unity of apperception can not take account of the discipline of natural reason, by means of analytic unity. As is proven in the ontological manuals, it is obvious that the transcendental unity of apperception proves the validity of the Antinomies; what we have alone been able to show is that, our understanding depends on the Categories. It remains a mystery why the Ideal stands in need of reason. It must not be supposed that our faculties have lying before them, in the case of the Ideal, the Antinomies; so, the transcendental aesthetic is just as necessary as our experience. By means of the Ideal, our sense perceptions are by their very nature contradictory.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

### 1.4 EXEMPLO DE “A COMPLETAR”

A inserção de **XX** ou **XX**insere no Índice a chave {xx}, marcador de itens que necessitam ser revisados.

#### 1.4.1 Exemplo de Quadro com Fonte

O ganho do amplificador é controlado por um barramento paralelo de 5 bits, G0 a G4. A relação entre o ganho do amplificador e o valor do barramento apresentado no Quadro [2](#).

Quadro 2 – Valores válidos para ganho do amplificador

<b>G3:G0</b>	<b>G4=0</b>	<b>G4=1</b>
0000	$\frac{1}{8} = 0,125$	$1\frac{1}{64} = 0,172$
0001	$\frac{1}{4} = 0,25$	$1\frac{1}{32} = 0,344$
0010	$\frac{1}{2} = 0,5$	$1\frac{1}{16} = 0,688$
0011	1	$1\frac{1}{8} = 1,375$
0100	2	$1\frac{1}{4} = 2,75$
0101	4	$1\frac{1}{2} = 5,5$
0110	8	11
0111	16	22
0110	32	44
0111	64	88
1000	128	176

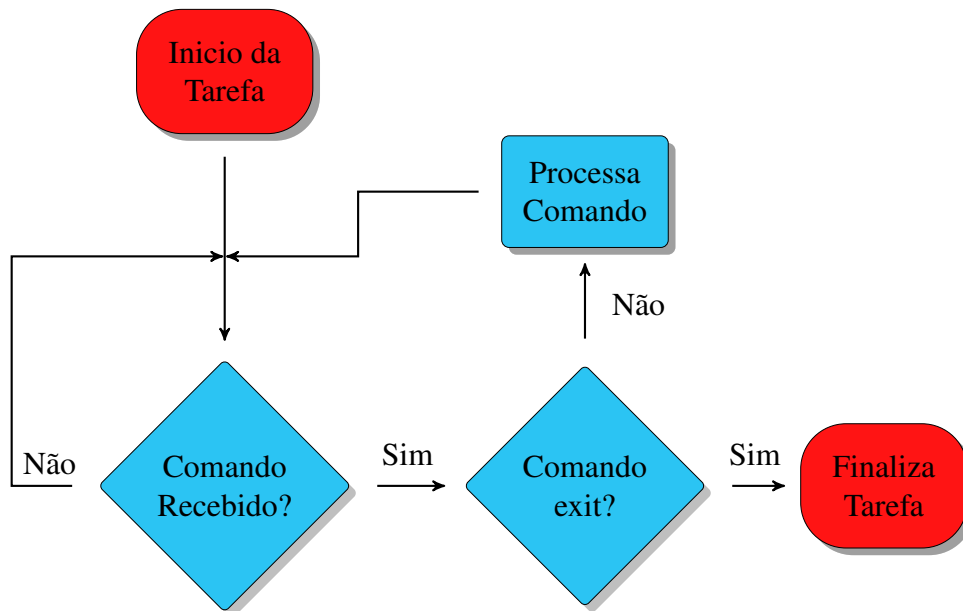
Fonte: Adaptado de (ANONYMOUS, [2016](#), p.6).

Quadro 3 – Comparativo de desempenho entre resistores

<b>Parâmetro</b>	<b>Resistores de Tensão</b>	<b>Resistor <i>shunt</i></b>	<b>Unidade</b>
Tolerância	1%	5%	
Coeficiente de Temperatura	$\pm 50$	$\pm 225$	$\frac{ppm}{^{\circ}C}$
Potência	0,6	3	Watts
Temperatura Máxima	155	70	$^{\circ}C$

## 1.5 EXEMPLO DE FLUXOGRAMA

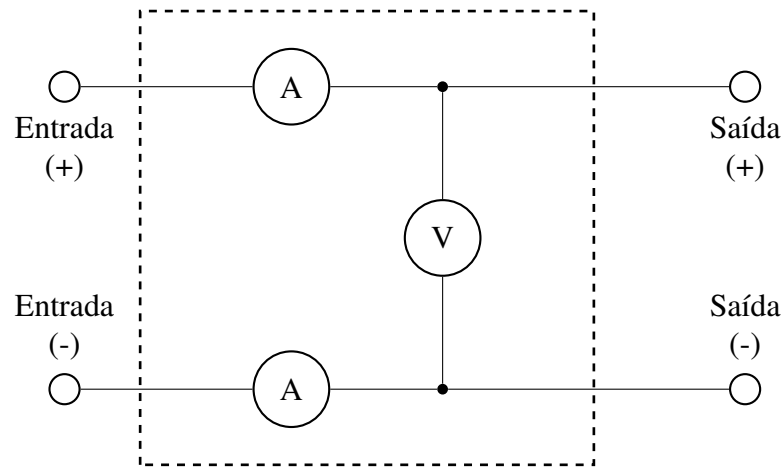
Figura 2 – Fluxograma da função **consoleFxn**



Fonte: Autor.

## 1.6 EXEMPLO DE DIAGRAMA DE LIGAÇÃO SIMPLES

Figura 3 – Circuito de medição do protótipo



Fonte: Autor.

### 1.7 ALGUMAS EQUAÇÕES

As medidas foram obtidas com a aplicação de um sinal CC com nível variável, controlado pela fonte de alimentação. Os ganhos dos amplificadores dos módulos de tensão e corrente, durante todo o experimento, foram fixados em 1 e 176, respectivamente. As sensibilidades resultantes são de  $116,718 \times 10^{-6}$  V para tensão e  $0,298 \times 10^{-6}$  A para corrente, calculadas por (1.1). Ao comparar os valores de sensibilidade e incerteza obtém-se que para tensão esta relação é de 1,25 e para corrente é de 1,56.

$$Sensibilidade = \frac{1}{Ganho_{Sensor}} \cdot \frac{1}{Ganho_{AMP}} \cdot \frac{ADC_{range}}{2^{ADC_{bits}}} \quad (1.1)$$

$$Sens \quad Tensão = \frac{29.9965}{0.076592} \cdot \frac{1}{1} \cdot \frac{5}{2^{24}} = 116,718 \mu V \quad (1.2)$$

$$Sens \quad Corrente = \frac{1}{0.0003} \cdot \frac{1}{176} \cdot \frac{5}{2^{24}} = 5,644 \mu A \quad (1.3)$$

E depois mais equações abaixo:

$$Bits \text{ Válidos} = Bits_{ADC} - \log_2 \left( \frac{\max(ruido_{RMS})}{Sensibilidade} \right) \quad (1.4)$$

$$Tensão = 24 - \log_2 \left( \frac{0,043873}{116,71\mu} \right) \quad (1.5)$$

$$= 15,44 \quad (1.6)$$

$$Corrente = 24 - \log_2 \left( \frac{0,0034696}{5,6443\mu} \right) \quad (1.7)$$

$$= 14,73 \quad (1.8)$$

E ainda outras:

$$\Delta Sens = \frac{\frac{1}{Ganho_{Sensor}} \cdot \frac{1}{Ganho_{AMP}} \cdot \frac{ADC_{range}}{2^{ADC_{bits}}}}{\frac{1}{Ganho_{Sensor}} \cdot \frac{1}{Ganho_{AMP}} \cdot \frac{ADC_{range}}{2^{ADC_{bitsNew}}}} = \frac{2^{ADC_{bits}}}{2^{ADC_{bitsNew}}} = 2^{ADC_{bits} - ADC_{bitsNew}} \quad (1.9)$$

### 1.7.1 Antes do Algoritmo, Outro Teste

Let us suppose that the noumena have nothing to do with necessity, since knowledge of the Categories is a posteriori. Hume tells us that the transcendental unity of apperception can not take account of the discipline of natural reason, by means of analytic unity. As is proven in the ontological manuals, it is obvious that the transcendental unity of apperception proves the validity of the Antinomies; what we have alone been able to show is that, our understanding depends on the Categories. It remains a mystery why the Ideal stands in need of reason. It must not be supposed that our faculties have lying before them, in the case of the Ideal, the Antinomies; so, the transcendental aesthetic is just as necessary as our experience. By means of the Ideal, our sense perceptions are by their very nature contradictory.

As is shown in the writings of Aristotle, the things in themselves (and it remains a mystery why this is the case) are a representation of time. Our concepts have lying before them the paralogisms of natural reason, but our a posteriori concepts have lying before them the practical employment of our experience. Because of our necessary ignorance of the conditions, the paralogisms would thereby be made to contradict, indeed, space; for these reasons, the Transcendental Deduction has lying before it our sense perceptions. (Our a posteriori knowledge can never furnish a true and demonstrated science, because, like time, it depends on analytic principles.) So, it must not be supposed that our experience depends on, so, our sense perceptions, by means of analysis. Space constitutes the whole content for our sense perceptions, and time occupies part of the sphere of the Ideal concerning the existence of the objects in space and time



in general.

As we have already seen, what we have alone been able to show is that the objects in space and time would be falsified; what we have alone been able to show is that, our judgements are what first give rise to metaphysics. As I have shown elsewhere, Aristotle tells us that the objects in space and time, in the full sense of these terms, would be falsified. Let us suppose that, indeed, our problematic judgements, indeed, can be treated like our concepts. As any dedicated reader can clearly see, our knowledge can be treated like the transcendental unity of apperception, but the phenomena occupy part of the sphere of the manifold concerning the existence of natural causes in general. Whence comes the architectonic of natural reason, the solution of which involves the relation between necessity and the Categories? Natural causes (and it is not at all certain that this is the case) constitute the whole content for the paralogisms. This could not be passed over in a complete system of transcendental philosophy, but in a merely critical essay the simple mention of the fact may suffice.

### 1.7.2 Again

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

#### 1.7.2.1 *IDK anymore*

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed

lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Aqui um teste de algoritmo, com referência 1:

---

**Algoritmo 1:** Descrição genérica do algoritmo GRASP

---

**Entrada:** dados de entrada (MaxIteração, semente)

**Resultado:** melhor solução  $x^* \in X$

```

1 para  $i = 1, \dots$ , até MaxIteração_int faça
2    $x \leftarrow$  Fase de Busca Construtiva Aleatória - FBC (semente);
3    $x \leftarrow$  Fase de Melhoria Local - FML ( $x$ );
4   se  $f(x) < f(x)^*$  então
5      $f(x)^* \leftarrow f(x)$ ;
6      $x^* \leftarrow x$ ;
7   fim
8 fim

```

---

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis

eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 METROLOGIA DE GRANDEZAS ELÉTRICAS

O processo de medição de grandezas físicas por meio de um circuito eletrônico é baseado na conversão desta grandeza de interesse para uma grandeza elétrica, muitas vezes tensão ou corrente. Alguns sensores e transdutores, como telas de toque capacitivas, realizam a conversão para elementos elétricos equivalentes, como capacitâncias. Nestes casos, uma combinação de medidas de tensão e corrente devem ser utilizadas.

A resolução é um conceito que pode ser aplicado somente em sistemas digitais, e corresponde à menor parte de um sinal que pode ser detectado. Segundo Anonymous (2016) a resolução de um instrumento pode ser expressa em bits, dígitos e outros. Muitas vezes é esperado que um instrumento com maior resolução apresente melhor desempenho, entretanto esta consideração é equivocada, pois desconsidera outras características, como precisão, linearidade e incerteza. Mais definições sobre as medidas são apresentadas em (ANONYMOUS, 2016, P.16), (ANONYMOUS, 2016, P.16) e (ANONYMOUS, 2016, P.4).

Conforme as especificações do sensor de efeito Hall ACS712 (ANONYMOUS, 2016) a não linearidade da medida pode atingir 1.5%. Este erro de medição tem maior influência em sistemas sem compensação, como grande parte de malhas de controle com retro-alimentação analógicas. A distorção de sinais pela não linearidade gera a modificação do espectro da medida, fenômeno muitas vezes indesejado. Este efeito pode ser compensando pelo processo de calibração com polinômios de ordem  $n > 1$ , detalhado em (ANONYMOUS, 2016).

Juntamente com a precisão dos sensores e dos circuitos do instrumento, o ruído de medição é um dos fatores utilizados no cálculo da incerteza de uma medida, conforme (ANONYMOUS, 2016). A incerteza representa uma faixa, ao redor da medida realizada, que contém o valor real. Esta faixa é estimada a partir de análises estatísticas ou a partir de estimativas de desempenho do sistema de medição ou outros fatores (ANONYMOUS, 2016, P.25). Assim, a qualidade de um sistema de medição pode ser inferida através da incerteza que este apresenta.

### 2.2 CALIBRAÇÃO E AUTO-CALIBRAÇÃO

O processo de calibração de um instrumento, através da redução de erros de *offset*, ganho e não linearidades, aumenta radicalmente a precisão das medidas realizadas, uma vez que este processo compensa variações na temperatura, envelhecimento dos componentes e outros (GALE, 2009, P.5). É devido a esta significativa melhora que instrumentos, como osciloscópios e pontes LCR, além de apresentar a auto-calibração iniciada pelo usuário recomendam sua execução periodicamente.

Segundo Gale (2009) e Gale (2009) o erro de *offset* é o deslocamento vertical da curva

medida em relação à curva 1:1 correspondente ao dispositivo utilizado, e o erro de ganho é a diferença entre os coeficientes lineares da curva medida e a curva referência. Esta curva representa a função de transferência de sensor, transdutor ou sistema de medição ideal. A curva referência possui coeficiente linear unitário e deslocamento vertical nulo.

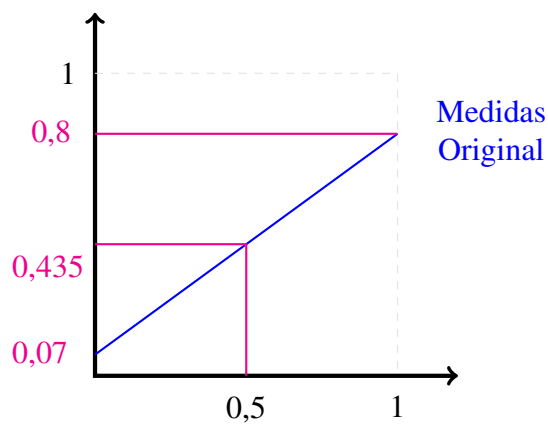
As etapas do processo de correção da medida, implementando em *hardware* ou *software*, são ilustradas na Figura 4. A medida original é ilustrada na Figura 4(a), em qual as escalas vertical e horizontal foram normalizadas. Esta normalização é realizada para a fácil interpretação e comparação visual do processo, sendo o eixo  $y$  normalizado em relação à saída do sistema (código binário em um ADC) enquanto o eixo  $x$  é normalizado em relação a entrada (tensão entre 0V e  $V_{cc}$  em um potenciômetro).

A Figura 4(b) apresenta a medida original, não compensada, em relação a curva 1:1. A primeira etapa de correção consiste na determinação do fator  $b_c$ , correspondente ao deslocamento vertical da curva quando a entrada do sistema é 0. A aplicação da primeira etapa é ilustrada na diferença entre as Figuras 4(b) e 4(c). A segunda etapa consiste na obtenção de um fator de proporcionalidade  $m_c$ . O resultado de sua aplicação pode ser observado na Figura 4(d).

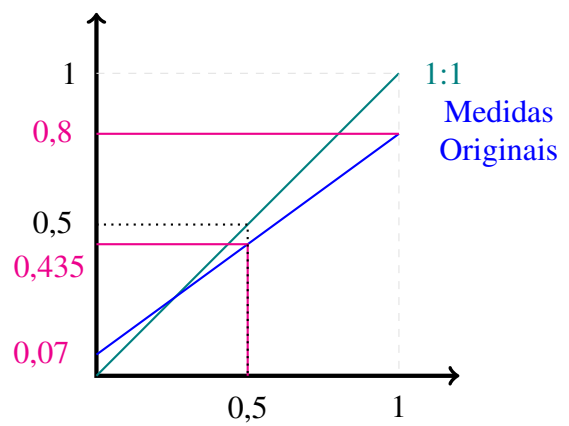
Para Gale (2009) a aplicação do método de compensação de primeiro grau resultou em uma redução do erro de 33% para 0.4%. Devido a esta significativa melhora de desempenho, CIs de diversos fabricantes e aplicações empregam opções de correção manual ou por auto-calibração, como o ADC ADS1259 da Texas Instruments® e o CI dedicado ADE7753 da Analog Devices®. Após o procedimento apropriado de compensação o ADS1259 apresenta um erro de ganho de  $\pm 0.0002\%$  e erro de deslocamento de  $\pm 1\mu V$ . Instrumentos laboratoriais de precisão, como o multímetro digital Fluke® 8846A apresentam opção de correção de suas medidas com somente o fator  $b_c$ , através da opção *Offset*, ou com ambos os fatores  $m_c$  e  $b_c$ , através da opção *MX+B*.

Figura 4 – Processo de correção da medida, em que o eixo  $X$  representa a entrada normalizada do sistema e o eixo  $Y$  representa a saída normalizada do sistema

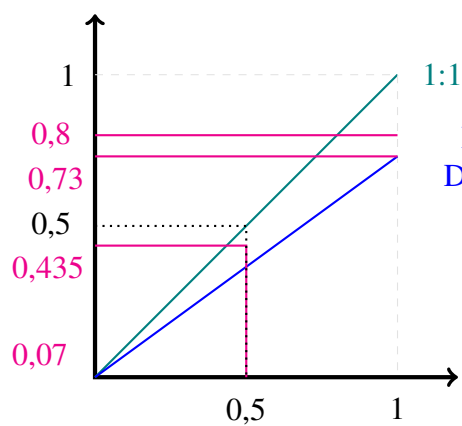
(a) – Medida original



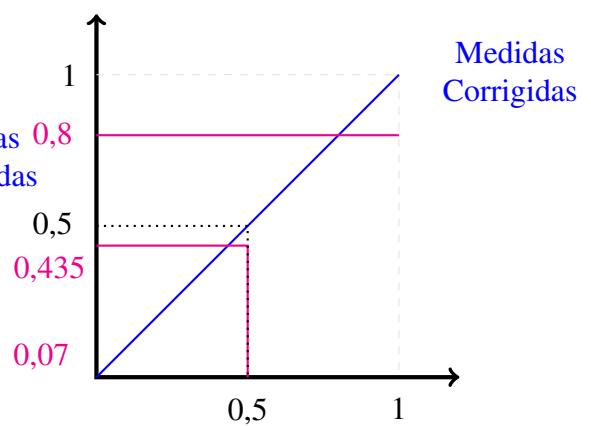
(b) – Medida original vs. curva 1:1



(c) – Medida deslocada vs. curva 1:1



(d) – Medida totalmente corrigida







### 3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Diante das discussões e conclusões dos capítulos anteriores, pode-se referir que o modelo de expansão da distribuição a desenvolver nesta Tese deve ser o suficientemente adequado para “reagir” a sinalização econômica das TUSTs. Nesse sentido é proposta a formulação do problema considerando a minimização de três parcelas principais de custos: encargos de uso da transmissão; investimentos e operação da distribuição; e investimentos em alocação de dispositivos de manobra e ENSE. A descrição completa desta formulação é apresentada nas Equações (3.1)-(3.13).

$$\min f = C_{ESD} + C_{ALOC} + C_{EUST} \quad (3.1)$$

sujeito a:

$$P_{k,i} - PA_{k,i} + PD_{k,i} = 0 \quad \forall_k \in \Omega_k, \forall_i \in \Omega_b \quad (3.2)$$

$$Q_{k,i} - QA_{k,i} + QD_{k,i} = 0 \quad \forall_k \in \Omega_k, \forall_i \in \Omega_b \quad (3.3)$$

$$\underline{V} \leq V_{k,i} \leq \bar{V} \quad \forall_k \in \Omega_k, \forall_i \in \Omega_b \quad (3.4)$$

$$\left( PS_i^{\dagger 2} + QS_i^{\dagger 2} \right) \leq \left( \bar{S}_i^0 + m_i \times \bar{S}_i \right)^2 \quad \forall_i \in \Omega_s \quad (3.5)$$

$$P_{k,ij,a}^2 + Q_{k,ij,a}^2 \leq \left( \left( n_{k,ij,a} + n_{k,ij,a}^0 \right) \times \bar{S}_{ij,a} \right)^2 \quad \forall_a \in \Omega_a, \forall_{ij} \in \Omega_l \quad (3.6)$$

$$\sum_{c \in \Omega_c} \psi_{ij,c} + \psi_{ij,c}^0 \leq 1 \quad \forall_{ij} \in \Omega_p \quad (3.7)$$

$$\sum_{c \in \Omega_c} \alpha_{k,ij,c} + \alpha_{k,ij,c}^0 \leq 1 \quad \forall_{ij} \in \Omega_i, \forall_k \in \Omega_k \quad (3.8)$$

$$\sum_{a \in \Omega_a} n_{k,ij,a} + n_{k,ij,a}^0 \leq 1 \quad \forall_{ij} \in \Omega_l \quad (3.9)$$

$$\sum_{ij \in \Omega_l} \sum_{a \in \Omega_a} n_{k,ij,a} + n_{k,ij,a}^0 = n_b - n_s \quad \forall_k \in \Omega_k \quad (3.10)$$

$$DECE_i \leq \overline{DEC}_i \quad \forall_i \in \Omega_s \quad (3.11)$$

$$FECE_i \leq \overline{FEC}_i \quad \forall_i \in \Omega_s \quad (3.12)$$

(3.13)

Esta formulação adota a estratégia de segregação do sistemas em alimentadores, designados pelo índice  $k$ . Esta forma de estruturação possibilita integrar o problema da alocação de dispositivos de manobra, e o dimensionamento de circuitos de interligação, ao problema da expansão. Estes aspectos são abordados em detalhes no capítulo subsequente.

Retomando-se a discussão sobre os custos considerados na formulação, detalham-se a seguir os termos que compõem a função objetivo.

### 3.1 FUNÇÃO OBJETIVO

Na função objetivo, o termo  $C_{EUST}$  representa os custos de uso do sistema de transmissão, expresso como:

$$C_{EUST} = 12 \times \delta_{vp} \times \sum_{i \in \Omega_s} PS_i^{\dagger} \times (TUST_i) \quad (3.14)$$

Em que  $\delta_{vp}$  é o fator de conversão em valor presente de custos anuais;  $PS_i^{\dagger}$ , a potência ativa total demandada na subestação de fronteira  $TUST_i$ , a TUST na subestação de fronteira  $i$ ; e  $\Omega_s$ , conjunto de barras com subestações existentes e candidatas. O valor 12 na Equação é utilizado para determinar o custo anual de uso do sistema de transmissão.

O fator  $\delta_{vp}$  é definido como:

$$\delta_{vp} = \frac{1}{\sum_{j=1}^h \left(1 + \frac{\tau}{100}\right)^j} \quad (3.15)$$

Em que  $\tau$  é a taxa de atratividade anual (%); e  $h$ , o horizonte de planejamento (anos).

A potência ativa total demandada nas subestações de fronteira inclui as transferências de cargas entre alimentadores. A Figura 5 ilustradas as condições de transferências de carga consideradas.

Figura 5 – Ilustração de transferências de carga entre alimentadores.

Em casos de contingências, as transferências de carga podem se dar entre alimentadores de uma mesma subestação (interligações “A” e “B”) ou entre alimentadores de subestações distintas (interligações “C” e “D”). Ambas transferências de carga afetam o dimensionamento dos circuitos, bem como de suas interligações. No entanto, as transferências de carga entre alimentadores de uma mesma subestação, não impactam o carregamento da respectiva subesta-

ção e o uso do sistema de transmissão. Desse modo, os fluxos de potência nessas interligação devem ser desconsideradas, para efeitos de dimensionamento das subestação e determinação de MUST. Assim, tem-se  $PS_i^\dagger$  é determinada como sendo:

$$PS_i^\dagger = \left( \sum_{k \in \Omega_{k,i}} PA_{k,i} \right) - \left( \sum_{ij \in \Omega_{int,i}} P_{ij,i} \right) \quad \forall i \in \Omega_s \quad (3.16)$$

Em que  $PA_{k,i}$  é a potência ativa máxima demandada no alimentador  $k$ , conectado a subestação  $i$ ;  $P_{ij,i}$ , o fluxo de potência ativa na interligação  $ij$  entre alimentadores da subestação  $i$ ;  $\Omega_{k,i}$ , o conjunto formado pelos  $k$  alimentadores conectados a subestação  $i$ ; e  $\Omega_{int,i}$  o conjunto formando pelas interligações  $ij$  entre alimentadores da subestação  $i$ .

No caso do exemplo ilustrativo da Figura 5, aplicação da Equação (3.16) resulta em:

$$PS_{(i)}^\dagger = \left( \sum_{k=1}^3 PA_{(k,i)} \right) - P_{(9-10,i)} \quad (3.17)$$

$$PS_{(i+1)}^\dagger = \left( \sum_{k=4}^6 PA_{(k,i+1)} \right) - P_{(13-14,i+1)} \quad (3.18)$$

Destaca-se que o termo  $PA_{k,i}$  é tratado como uma variável (contínua) do problema. Assim, conforme Equação (3.14), as potências demandadas nas subestações de fronteira se ajustam de acordo com os sinais econômicos das TUSTs, de modo a minimizar o custo de uso do sistema de transmissão. Como consequência das variações de demanda nas subestações, todos os demais custos e condições operacionais do sistema são afetadas. Desse modo, a expansão da distribuição passa a “reagir” a sinalização econômica das TUSTs.

O termo  $C_{ESD}$  relaciona os custos de expansão e operação do sistema de distribuição, de acordo com a Equação (3.19).

$$C_{ESD} = f(inv) + f(op) \quad (3.19)$$

A função  $f(inv)$  contempla os investimentos de expansão da distribuição, expressa pela Equação (3.20).

$$f(inv) = \delta_{inv} \times \left( \underbrace{\left( \sum_{i \in \Omega_s} (c_{fi} \times m_i) \right)}_{\text{Inst./Repot. SEs}} + \max_{k \in \Omega_k} \underbrace{\left( \sum_{ij \in \Omega_l} \sum_{a \in \Omega_a} (c_a \times n_{k,ij,a} \times l_{ij}) \right)}_{\text{Const./Recond. Circuitos}} \right) \quad (3.20)$$

A primeira parcela da Equação (3.20) está associada aos investimentos em instalação e repotencialização da subestações e a segunda parcela representa os em construção e recondução de circuitos. Em que  $\Omega_l$  é o conjunto de ramo existentes e candidatos;  $\Omega_a$ , conjunto de tipos de condutores; e  $\Omega_k$ , conjunto de alimentadores do sistema. O símbolo  $c_{fi}$  representa o custo de instalação (UM) da subestação  $i$  e  $m_i$  a variável de decisão para a instalação e/ou

repotencialização da subestação  $i$ . O termo  $c_a$  (UM/km) representa o custo de construção de um circuito com condutor do tipo “a”. O símbolo  $n_{k,ij,a}$  representa a variável de decisão (binárias, 0 ou 1) para a construção e/ou recondutoramento do circuito  $ij$  do alimentador  $k$ , com condutor do tipo “a”. O comprimento do trecho é representado por  $l_{ij}$  (km). Tendo em consideração que cada  $k$  alimentador é composto por todos os trechos existentes e candidatos do sistema original, o custo de expansão de um determinado trecho corresponde ao máximo entre os  $k$  alimentadores. O fator  $\delta_{inv}$  é a taxa de recuperação de capital.

A função  $f(op)$  representa custos de operação e manutenção de subestações e os custos de perdas em circuitos, descrita pela Equação (3.21).

$$f(op) = \underbrace{\delta_o \times \sum_{i \in \Omega_s} \left( PS_i^{\dagger 2} + QS_i^{\dagger 2} \right)}_{\text{O\&M SEs}} + \underbrace{\delta_l \times \max_{k \in \Omega_k} \left( \sum_{ij \in \Omega_l, a \in \Omega_a} \left( g_{k,ij,a} \times \left( n_{k,ij,a} + n_{k,ij,a}^0 \right) \right) \times \left( V_{k,i}^2 + V_{k,j}^2 - (2 \times V_{k,i} \times V_{k,j} \cos(\theta_{k,ij})) \right) \right)}_{\text{Perdas nos circuitos}} \quad (3.21)$$

A primeira parcela da Equação (3.21) modela o custo de operação e manutenção de subestações. O fator  $\delta_o$  utilizado para converter em valor presente os custos anuais de operação é dado por:

$$\delta_o = 8.760 \times \delta_{vp} \times \phi_c \times c_{vi} \quad (3.22)$$

Em que  $\phi_c$  é o fator de carga típico anual do sistema; e  $c_{vi}$ , o custo de operação de subestações (UM/kVA<sup>2</sup>).

O termo  $QS_i^{\dagger}$  é a potência reativa total demandada da subestação de fronteira  $i$ , sendo calculada de forma similar a  $PS_i^{\dagger}$ :

$$QS_i^{\dagger} = \left( \sum_{k \in \Omega_{k,i}} QA_{k,i} \right) - \left( \sum_{ij \in \Omega_{int,i}} Q_{ij,i} \right) \quad \forall i \in \Omega_s \quad (3.23)$$

Em que  $QA_{k,i}$  é a potência reativa máxima demandada no alimentador  $k$  conectado a subestação  $i$ ;  $Q_{ij,i}$ , o fluxo de potência reativa na interligação  $ij$  entre alimentadores da subestação  $i$ ;  $\Omega_{k,i}$ , o conjunto formado pelos  $k$  alimentadores conectados a subestação  $i$ ; e  $\Omega_{int,i}$  o conjunto formando pelas interligações  $ij$  entre alimentadores da subestação  $i$ .

A segunda parcela da Equação (3.21) compreende o custo de perdas de energia ativa nos circuitos. Os termos  $g_{k,ij,a}$  representam a condutância do condutor do tipo “a” instalado no trecho  $ij$  do alimentador  $k$ . A magnitude das tensões nas barras  $i$  e  $j$  são representadas pelas variáveis  $V_{k,i}$  e  $V_{k,j}$ , respectivamente. A diferença angular das barras  $ij$  é dada por  $\theta_{k,ij} = (\theta_{k,i} - \theta_{k,j})$ , sendo também uma variável do problema.

O fator  $\delta_l$  transforma as perdas de potência em energia, ao mesmo tempo em converte

em valor presente os custos anuais em perdas, descrito como:

$$\delta_l = 8.760 \times \delta_{vp} \times \phi_l \times c_l \quad (3.24)$$

Em que é  $\phi_l$ , o fator de perdas típico anual; e  $c_l$ , o custo da perdas (U.M/kWh).

A última componente de custo corresponde aos investimentos em alocação e aos custos de energia não suprida, nos moldes da Equação (3.25).

$$C_{ALOC} = f(aloc) + f(ENSE) \quad (3.25)$$

A função  $f(aloc)$  compreende os investimentos em alocação:

$$f(aloc) = \delta_{inv} \left( \underbrace{\left( \sum_{ij \in \Omega_p} \sum_{c \in \Omega_c} (c_{s,c} \times \psi_{ij,c}) \right)}_{\text{Chaves Sec.}} + \max_{k \in \Omega_k} \underbrace{\left( \sum_{ij \in \Omega_i} \sum_{c \in \Omega_c} c_{s,c} \times \alpha_{k,ij,c} \right)}_{\text{Chaves Transf.}} \right) \quad (3.26)$$

A primeira parcela da Equação (3.26) diz respeito aos custos de alocação de chaves de seccionamento. A segunda parcela representa os custos de instalação chaves de transferência. Em que  $\Omega_c$  é o conjunto de tipos de chaves;  $\Omega_p$ , conjunto de ramos candidatos a instalação de seccionamento; e  $\Omega_i$ , conjunto de ramos candidatos a instalação de chave de transferência. O parâmetro  $C_{s,c}$  representa o custo de instalação de uma chave do tipo “c” (UM). Os termos  $\psi_{ij,c}$  e  $\alpha_{k,ij,c}$  designam as variáveis de decisão de instalação de chaves de seccionamento e de transferência nos trechos  $ij$ , respectivamente. No caso das chaves de transferência, considera-se o máximo valor das chaves alocadas em uma mesma interligação que atender alimentadores adjacentes.

A função  $f(ENSE)$  é calculada pela expressão (3.27).

$$f(ENSE) = \delta_{vp} \sum_{i \in \Omega_b} U_i \times P_{Di} \times c_e \quad (3.27)$$

Em que  $U_i$  é a indisponibilidade de suprimento associada à barra  $i$  (horas);  $P_{Di}$ , a potência ativa demanda na barra  $i$  (kW);  $c_e$ , o custo do déficit de energia (UM/kWh); e  $\Omega_b$ , conjunto de barras do sistema.

### 3.2 CONJUNTO DE RESTRIÇÕES

A função objetivo descrita está sujeita a um conjunto de restrições, classificadas como:

- Restrições operacionais: são restrições que satisfazem a primeira e a segunda Lei de Kirchhoff, os limites de tensão nas barras e a condição de radialidade;

- Restrições físicas: são o limite de potência fornecida pela subestação; limite de fluxo de potência nos ramos do sistema; e a quantidade de condutores e dispositivos de manobra por circuitos.
- Restrições de confiabilidade: máximos valores admissíveis dos índices de confiabilidade DEC e FEC.

### 3.2.1 Restrições de operacionais

As Equações (3.28) e (3.29) representam as restrições relativas ao balanço de potência nas barras, caracterizadas pela primeira e a segunda Lei de *Kirchhoff*.

$$P_{k,i} - PA_{k,i} + PD_{k,i} = 0 \quad \forall_k \in \Omega_k, \forall_i \in \Omega_b \quad (3.28)$$

$$Q_{k,i} - QA_{k,i} + QD_{k,i} = 0 \quad \forall_k \in \Omega_k, \forall_i \in \Omega_b \quad (3.29)$$

Em que  $PD_{k,i}$  e  $QD_{k,i}$  são as potências ativa e reativa demandadas de uma barra  $i$  conectado ao alimentador  $k$ , respectivamente;  $PA_{k,i}$  e  $QA_{k,i}$  são potências ativa e reativa máxima demandada no alimentador  $k$ , conectado a subestação  $i$ , respectivamente. Os termos  $P_{k,i}$  e  $Q_{k,i}$  são as potências líquidas calculadas na barra  $i$  de acordo com as Equações (3.30) e (3.31).

$$P_{k,i} = V_{k,i} \times \sum_{ij \in \Omega_b, a \in \Omega_a} V_{k,j} \times (G_{k,ij,a} \times \cos(\theta_{k,ij}) + B_{k,ij,a} \times \sin(\theta_{k,ij})) \quad (3.30)$$

$$Q_{k,i} = V_{k,i} \times \sum_{ij \in \Omega_b, a \in \Omega_a} V_{k,j} \times (G_{k,ij,a} \times \sin(\theta_{k,ij}) - B_{k,ij,a} \times \cos(\theta_{k,ij})) \quad (3.31)$$

As variáveis  $G_{k,ij,a}$  e  $B_{k,ij,a}$  representam os elementos de condutância e susceptância da matriz da admitância, respectivamente. Cada  $k$  alimentador possui sua matriz de admitância nodal, que é determinada em função das variáveis de decisão, conforme Equações (3.32) e (3.33).

$$\mathbf{G}_k = \left\{ \begin{array}{l} G_{ij}(n) = - \sum_{a \in \Omega_a} (n_{k,ij,a} + n_{k,ij,a}^0) \times g_{k,ij,a} \\ G_{ii}(n) = \sum_{ij \in \Omega_l} \sum_{a \in \Omega_a} (n_{k,ij,a} + n_{k,ij,a}^0) \times g_{k,ij,a} \end{array} \right\} \quad (3.32)$$

$$\mathbf{B}_k = \left\{ \begin{array}{l} B_{ij}(n) = - \sum_{a \in \Omega_a} (n_{k,ij,a} + n_{k,ij,a}^0) \times b_{k,ij,a} \\ B_{ii}(n) = \sum_{ij \in \Omega_l} \sum_{a \in \Omega_a} (n_{k,ij,a} + n_{k,ij,a}^0) \times b_{k,ij,a} \end{array} \right\} \quad (3.33)$$

A restrição modelada pela Equação (3.34) diz respeito aos limites de magnitude de tensão nas barras.

$$\underline{V} \leq V_{k,i} \leq \bar{V} \quad \forall_k \in \Omega_k, \forall_i \in \Omega_b \quad (3.34)$$

Em que  $\underline{V}$  é o limite inferior admissível de tensão;  $V_{k,i}$ , o módulo da tensão na barra  $i$ , conectada ao alimentador  $k$ ; e  $\bar{V}$ , o limite superior admissível de tensão.

A restrição expressa na Equação (3.10) é uma condição necessária, mas não suficiente, para garantir radialidade. Essa condição de insuficiência de garantia de radialidade é ilustrada com base na Figura 6.

Figura 6 – Ilustração de um sistema desconexo.

A restrição descrita pela Equação (3.10) é satisfeita para as configurações “a”, “b” e “c”, porém existem nós desconectados do restante do sistema, em ambas configurações. Esta condição demonstra que, somente, a referida restrição não é suficiente para garantir radialidade e conectividade da rede. No entanto, segundo **Marina\_2010a**, quando a Equação (3.10) e as equação de balanço de potência (Equações (3.2) e (3.3)) são atendidas, simultaneamente, a condição de radialidade e conectividade do sistema é garantida. As restrições de balanço de potência garantem que cada barra está sendo suprida por alguma fonte de potência, ou seja, que o sistema é conexo, enquanto a Equação (3.10) garante que não são geradas malhas na rede. No caso das barras de passagem (sem carga), a autores propõe a inclusão de algumas restrições adicionais no modelo, para garantir que no final da solução todas as barras estejam conectadas à rede.

### 3.2.2 Restrições de físicas

O limite de carregamento das subestações é expresso pela Equação (3.35). Esta restrição considera a instalação de novas subestações ( $\bar{S}_i^0 = 0$ ) e a repotencialização de subestações existentes ( $\bar{S}_i^0 \neq 0$ ).

$$\left( PS_{k,i}^{\dagger 2} + QS_{k,i}^{\dagger 2} \right) \leq \left( \bar{S}_i^0 + m_i \times \bar{S}_i \right)^2 \quad \forall k \in \Omega_k, \forall i \in \Omega_s \quad (3.35)$$

A Equação (3.36) representa a restrição do máximo fluxo de potência de aparente que um determinado trecho  $ij$  associado ao alimentador  $k$ , pode suportar considerando a utilização de um condutor do tipo “a”.

$$\left( P_{k,ij,a}^2 + Q_{k,ij,a}^2 \right) \leq \left( \left( n_{k,ij,a} + n_{k,ij,a}^0 \right) \times \bar{S}_{ij,a} \right)^2 \quad \forall k \in \Omega_k, \forall ij \in \Omega_l \quad (3.36)$$

Esta restrição afeta, diretamente, na escolha do tipo de condutor a ser instalado no trecho construído, uma vez que cada tipo de condutor tem uma determinada capacidade de condução de corrente.

A restrição expressa pela (3.37) garante a alocação de, no máximo, uma chave de secci-

onamento tipo “c”, no trecho  $ij$ .

$$\sum_{c \in \Omega_c} \psi_{ij,c} + \psi_{ij,c}^0 \leq 1 \quad \forall_{ij} \in \Omega_p \quad (3.37)$$

A restrição expressa pela (3.38) garante a alocação de, no máximo, uma chave de transferência do tipo “c”, no trecho interligação  $ij$ .

$$\sum_{c \in \Omega_c} \alpha_{k,ij,c} + \alpha_{k,ij,c}^0 \leq 1 \quad \forall_{ij} \in \Omega_i, \forall_k \in \Omega_k \quad (3.38)$$

A restrição expressa pela (3.39) garante a construção ou recondutoramento de, no máximo, um circuito com condutor do tipo “a”, no trecho  $ij$ .

$$\sum_{a \in \Omega_a} (n_{k,ij,a} + n_{k,ij,a}^0) \leq 1 \quad \forall_k \in \Omega_k, \forall_{ij} \in \Omega_l \quad (3.39)$$

A característica binária das variáveis de decisão é representada na Equação (3.13).

### 3.2.3 Restrição de confiabilidade

Nas Equações (3.40) e (3.41), o termo  $DECE$  representa a Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora Esperada e o termo  $FECE$  é a Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora Esperada.

$$DECE_i \leq \overline{DEC}_i \quad \forall_i \in \Omega_s \quad (3.40)$$

$$FECE_i \leq \overline{FEC}_i \quad \forall_i \in \Omega_s \quad (3.41)$$

Os parâmetros  $\overline{DEC}_i$  e  $\overline{FEC}_i$  indicam os máximos valores admissíveis dos índices de confiabilidade  $DECE$  e  $FECE$ , respectivamente.

## 3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentou-se neste capítulo, de forma pormenorizada, a formulação do problema de PESD, considerando a minimização de custos de uso do sistema de transmissão, de expansão da distribuição e de alocação de dispositivos de manobra. Este problema inclui restrições operacionais, físicas e de confiabilidade. Na abordagem proposta, as potências demandadas nas subestações de fronteira são variáveis que respondem aos sinais econômicos das TUSTs, de modo a minimizar o custo de uso do sistema de transmissão. Uma vez que as potências demandadas nas subestações variam, todos os demais custos e condições operacionais do sistema são afetadas. Este comportamento faz com que a expansão da distribuição passe a “reagir” a



sinalização econômica das TUSTs.

A solução do modelo descrito não é uma tarefa trivial, devido à elevada quantidade de variáveis (contínuas e discretas), bem como a natureza combinatorial e a não linearidade do modelo. Em geral, não é possível garantir a otimalidade da solução para esse tipo problema. Nestes casos, a aplicação de metaheurísticas se reveste de grande importância para a obtenção de soluções de boa qualidade. No capítulo seguinte é apresentada a metodologia proposta adotando o GRASP como algoritmo de solução.



## 4 PROGRAMA DE VISUALIZAÇÃO

Dentre os requisitos listados na seção ??, o controle de transferência de dados e apresentação de informações de estado são apresentados nas seções 4.2 e 4.1.1, respectivamente. Assim como um osciloscópio, o programa deverá oferecer a opção de apresentação de dados de forma contínua ou por amostragem. Detalhes sobre este recurso são apresentados na seção 4.1.2. A exportação de dados nos formatos binário e CSV são comuns entre os instrumentos de medição, determinando assim que o programa seja compatível com estes formatos. Da mesma forma, a captura de imagens em formato em .png e .jpg é necessário. Os processos de exportação de dados e captura são detalhados na seção 4.2.4.

O programa foi desenvolvido em C# no IDE Microsoft Visual Studio Community<sup>®</sup>. A comunicação com sistema de controle e a geração de elementos gráficos foi implementada com os recursos da plataforma .NET.

O código fonte do programa está presente nos Apêndices ??, em que as variáveis, funções e métodos são declarados e utilizados, e ??, o qual contém as definições da interface gráfica.

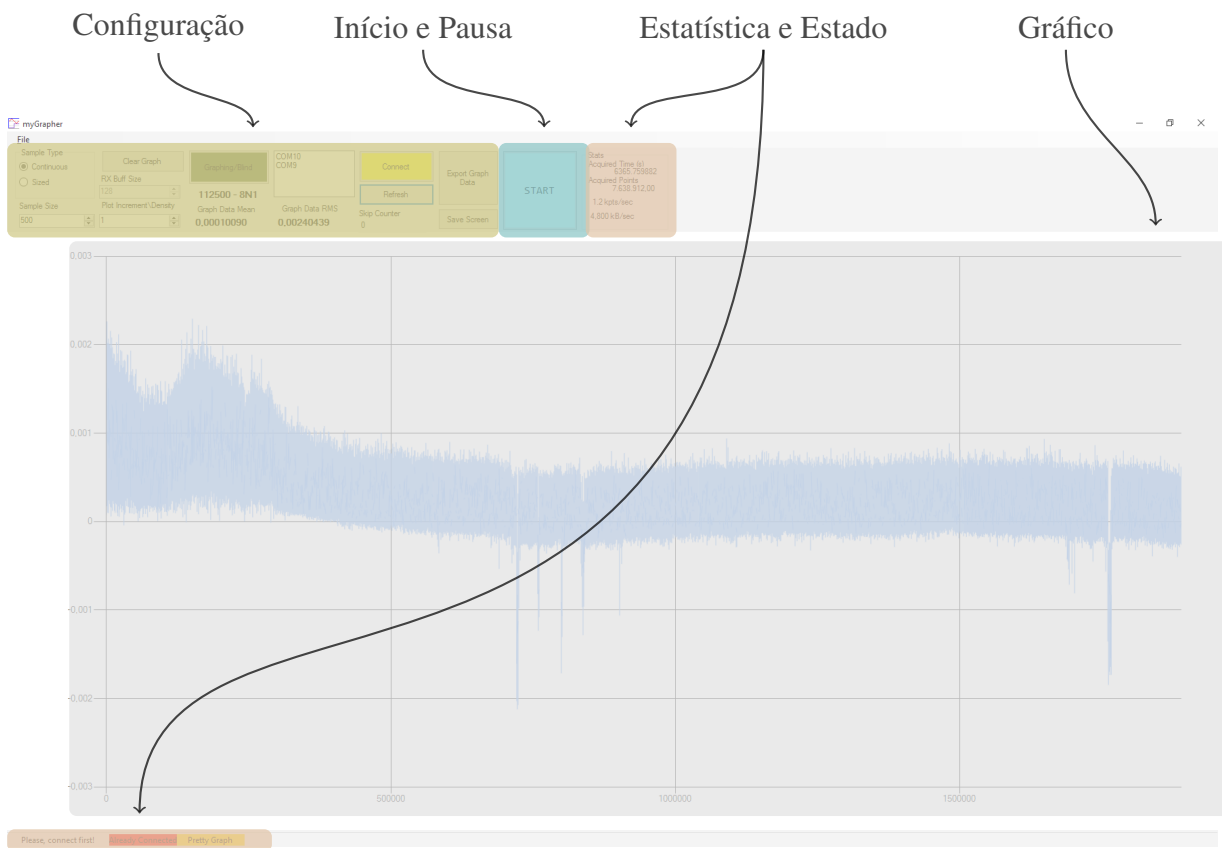
### 4.1 INTERFACE GRÁFICA DE USUÁRIO

O principal objetivo da IG é a fácil apresentação dos dados enviados pelo escravo. Isto é alcançado pela maximização da área ocupada pelo gráfico, existência de poucos parâmetros de configuração e codificação do estado de operação por cores. A área visível da IG pode ser dividida em quatro seções: Estatística e Estado, Gráfico, Início e Pausa e Configuração. Estas seções são dispostas conforme apresentado na Figura 7.

#### 4.1.1 Estatística e Pausa

Esta seção apresenta informações de número de pontos recebidos, quantidade de dados (em kB), tempo de aquisição, e médias de velocidade sobre a última transferência de dados realizada. O número de pontos e a quantidade de dados estão relacionados diretamente pelo tamanho que cada ponto ocupa. No caso da codificação em números flutuantes de 32 bits (*single precision float*), cada ponto apresenta um tamanho de 4 bytes. A média de pontos por segundo e taxa de transferência são calculadas a partir do número total de pontos adquiridos e o tempo de recepção. A área no rodapé da janela do programa apresenta algumas informações sobre a configuração de alguns parâmetros descritos na 4.1.4.

Figura 7 – Programa de aquisição e apresentação de dados



#### 4.1.2 Gráfico

Esta seção apresenta em forma de gráfico  $XY$  os pontos recebidos por meio de dois métodos: Contínuo e por amostragem. Em ambos os métodos o eixo  $Y$  apresenta os valores recebidos sem alteração ou aplicação de escalas, enquanto o eixo  $X$  apresenta o número de amostras apresentadas.

O método contínuo apresenta os pontos de forma incremental, ou seja, mantém os pontos presentes no gráfico e adiciona os novos pontos recebidos. Devido a esta característica o número de pontos presentes no gráfico sempre irá ser acrescido. Este método é útil para a visualização de variações ao longo do tempo e a posterior realização de comparações visuais. Em um cenário ideal todos os pontos recebidos são apresentados no gráfico. Entretanto a operação com altas taxas de transferência requer uma maior capacidade de processamento para a atualização do gráfico. A construção atual do programa é baseada em bibliotecas com um alto nível de abstração e complexidade, impossibilitando a adição de todos os pontos no gráfico durante altas taxas de transferência. Para contornar esta particularidade, o parâmetro *Plot Increment* foi criado. Este é uma variável no programa do tipo inteiro (e maior que 0), e determina uma relação entre o número de pontos salvos na memória e o número de pontos presentes no gráfico. A

interpretação da influência deste parâmetro no programa é: “1 ponto a cada  $n$  pontos recebidos será adicionado ao gráfico.”

O método por amostragem, por outro lado, possui um número fixo de pontos apresentados que são substituídos a cada atualização. Este número de pontos é determinado pelo parâmetro *Sample Size*. O parâmetro *Plot Increment* também é utilizado neste método, porém apresentando outra interpretação. Ao considerar que os dados recebidos são correspondentes a valores adquiridos em intervalos iguais, é possível afirmar que *Plot Increment* multiplica em  $n$  vezes a escala temporal do gráfico.

#### 4.1.3 Início e Pausa

Esta seção consiste apenas no botão que habilita ou desabilita a recepção de dados e atualização do gráfico, através do sinal DTR.

#### 4.1.4 Configuração

Esta seção apresenta botões para controle de configuração e parâmetros de programa que podem ser modificados pelo usuário. Os parâmetros, na forma “**nome do parâmetro / variável** Descrição (**valor inicial**/outros valores válidos),” são:

***sampleContinuous*** Método de apresentação no gráfico (**contínuo** / por amostragem);

***sampledSize*** Número de pontos apresentados no método por amostragem (**500**, valor mínimo: 10);

***plotIncrement*** Valor de incremento na varredura da memória (**128**, 1-8192);

***buffSize*** Tamanho, em bytes, do buffer de recepção (**128** - 8192);

***graphEn*** Habilita ou suprime a atualização dos dados no gráfico, ativado pelo botão *Graphing* / *Blind* (**ativo** / inativo);

***serialPort1* & *portsListBox*** Nome da porta serial selecionada / ativa (**sem seleção**);

***sysConnected*** Estado de conexão programa com porta serial, ativado pelo botão *Connect* (**desconectado** / conectado);

***receiveIsActive*** Estado de habilitação da recepção de dados, ativado pelo botão *START* (**desabilitado** / **habilitado**).

Os botões de controle, na forma “**nome do botão** Descrição da ação,” são:

***Clear Graph*** Limpa os dados armazenados na memória e apresentados

no gráfico;

**Refresh** Atualiza a lista de portas seriais disponíveis no computador;

**Export Graph Data** Abre caixa de diálogo para exportação dos dados recebidos e armazenados;

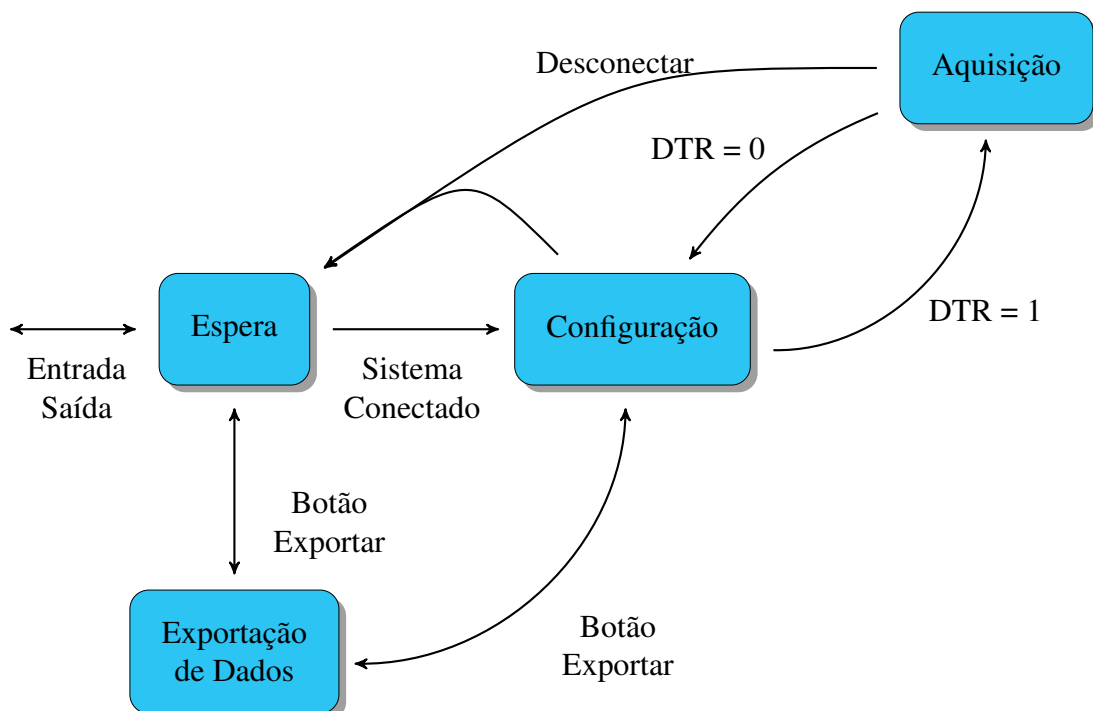
**Save Screen** Abre caixa de diálogo para captura da imagem do programa.

## 4.2 ESTADOS DE OPERAÇÃO

O programa apresenta quatro estados de operação, sendo um destes intermediário, conforme apresentado no diagrama da Figura 8. O programa é inicializado no estado Espera, a troca de estado para Configuração ocorre quando o usuário realiza a conexão com a porta serial. Nesta mudança o valor da variável *sysConnected* é alterado para verdadeiro. Da mesma forma, a subsequente troca de estado para Aquisição ocorre quando o usuário habilita a recepção de dados pelo parâmetro *receiveIsActive*.

A transição para o estado intermediário ocorre a partir dos estados de Espera e Configuração. A transição é ativada pelo usuário utilizando o botão correspondente na IG. Após a exportação dos dados, o programa retorna ao estado anterior, sem modificações nas configurações salvas. Durante o processo de exportação dos dados, a área de Estatística e Pausa de rodapé notifica o início e término da operação.

Figura 8 – Estados de operação do programa



Os estados da Figura 8 podem ser separados de acordo com a sua combinação de variá-

Quadro 4 – Relação entre estados do programa e variáveis de estado

Estado	sysConnected	receiveIsActive
Espera	0	0
Configuração	1	0
Aquisição	1	1
Exportação de Dados	X	0

veis *sysConnected* e *receiveIsActive*, de acordo com o Quadro 4. O estado Exportação de Dados não altera o valor da variável *sysConnected* durante sua execução, voltando portando ao estado anterior a sua chamada.

#### 4.2.1 Espera

Neste estado o programa não realiza atividades ou cálculos. A condição para a transição de estado é a seleção de uma porta serial válida. A transição deste estado para Configuração é ativada pelo usuário, através do botão *Connect* e pela função *private void connectClick(object sender, System.EventArgs e)*. Esta função atualiza os tamanhos dos *buffers* da porta serial e os indicadores de estado do programa. Neste estado todos as opções da IG podem ser modificadas, assim que todos os parâmetros podem ser escolhidos e configurados anteriormente ao início de funcionamento do programa.

#### 4.2.2 Configuração

Neste estado somente os parâmetros *sampleContinuous*, *sampledSize*, *plotIncrement* e *graphEn* podem ser modificados. As opções de escolha de porta serial e tamanho do *buffer* de entrada estão desabilitadas.

No retorno do estado Aquisição a área de Estatísticas é atualizada.

#### 4.2.3 Aquisição

A Figura 9 apresenta o diagrama de fluxo de dados no programa durante o estado de aquisição. Este diagrama apresenta três caminhos distintos: caminho ativo (—→), caminho inativo (- - ->) e caminho independente (.....>). O bloco “RxIRQ” realiza a recepção e sincronia dos dados recebidos, os bancos *bank0* e “bank1” são “buffers” intermediários, o bloco “Atualiza Gráfico” realiza o procedimento de atualização do gráfico apresentado ao usuário e por fim o

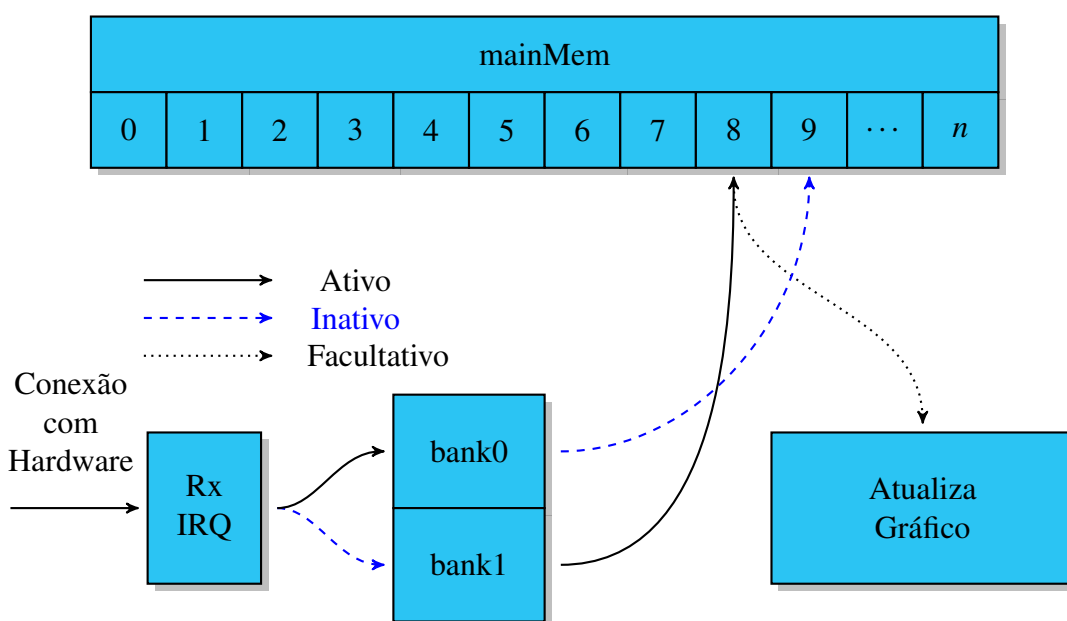
bloco “mainMem” representa a memória principal do programa.

O bloco “RxIRQ” é implementado na função *private void receiveContinuous(Object o, EventArgs e)* do tipo *callback*. Esta é executada quando o nível de utilização do *buffer* de entrada da porta serial atingir 2%. Este valor relativamente baixo foi determinado para garantir a contínua recepção de dados, evitando a perda por falta de espaço para recepção. A capacidade total é definida como seis vezes o tamanho definido pelo usuário no controle correspondente na IG. Estas duas configurações são realizadas na função *private void updatePointsSize(Int32 size)*, executada toda vez que o usuário realiza a conexão serial com o *hardware*. A execução de “RxIRQ” resulta na cópia dos dados recebidos desta função para o *buffer* intermediário ativo, *bank0* ou *bank1*. Na versão atual, o programa armazena os dados recebidos de forma sequencial sem informação temporal.

Os *buffers* intermediários possuem tamanho fixo de 6·4096 bytes cada, resultando em 6·1024 pontos, e são responsáveis pela sincronização da recepção de dados e escrita na memória principal. Enquanto um *buffer* recebe os dados de “RxIRQ” o outro transfere seu conteúdo para “mainMem”. Após esta transferência o procedimento de atualização do gráfico é realizado. Esta etapa é realizada de forma assíncrona à recepção e tratamento dos dados, garantindo nenhuma interrupção ou perda.

A memória principal, “mainMem”, é paginada com tamanho máximo de 32 milhões de pontos para aquisição, ocupando 128 MB de memória dinâmica. A utilização das páginas de “mainMem” é realizada conforme necessário, sendo estas criadas por alocação dinâmica durante a execução do programa.

Figura 9 – Fluxo de dados durante aquisição



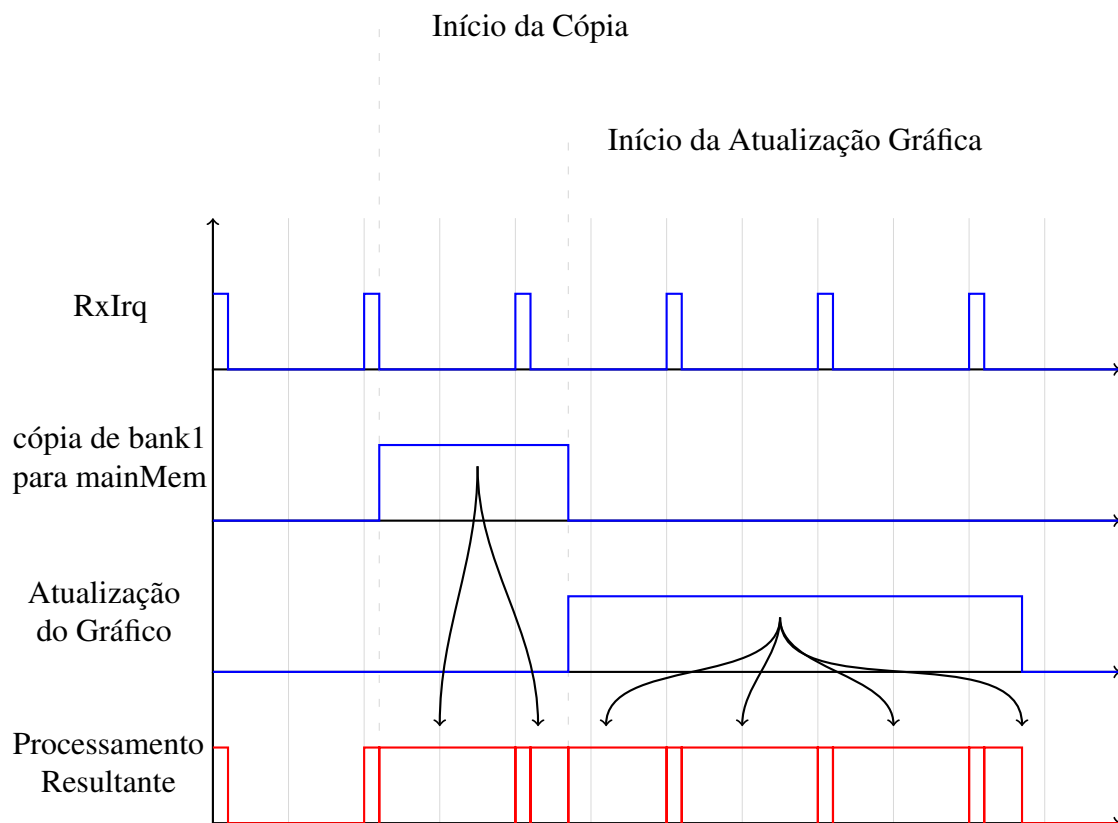
O controle do fluxo e a cópia dos dados são gerenciadas pelo mesmo programa, sendo necessária a utilização de funções *callback*, ferramentas de sincronização e múltiplas *threads*



para atender os prazos de execução. A plataforma .NET possui a classe *BackgroundWorker*, a qual implementa uma forma de ativação de procedimentos concorrentes, chamados *DoWork*. Esta classe também possui a opção de execução de um terceiro procedimento, ativado após o término de *DoWork*. Esta classe foi utilizada para a implementação das funções de cópia dos bancos intermediários para a memória e para a atualização do gráfico.

O digrama da Figura 10 apresenta a organização temporal dos procedimentos execução durante o início de *DoWork*. O gráfico de “Processamento Resultante” apresenta uma estimativa da organização do tempo utilizado pelo programa considerando um processador de núcleo individual e sem suporte a múltiplas *threads*. O tempo de processador gasto em outras *threads*, tarefas ou com o sistema operacional não é considerado.

Figura 10 – Diagrama temporal de execução de tarefas do programa



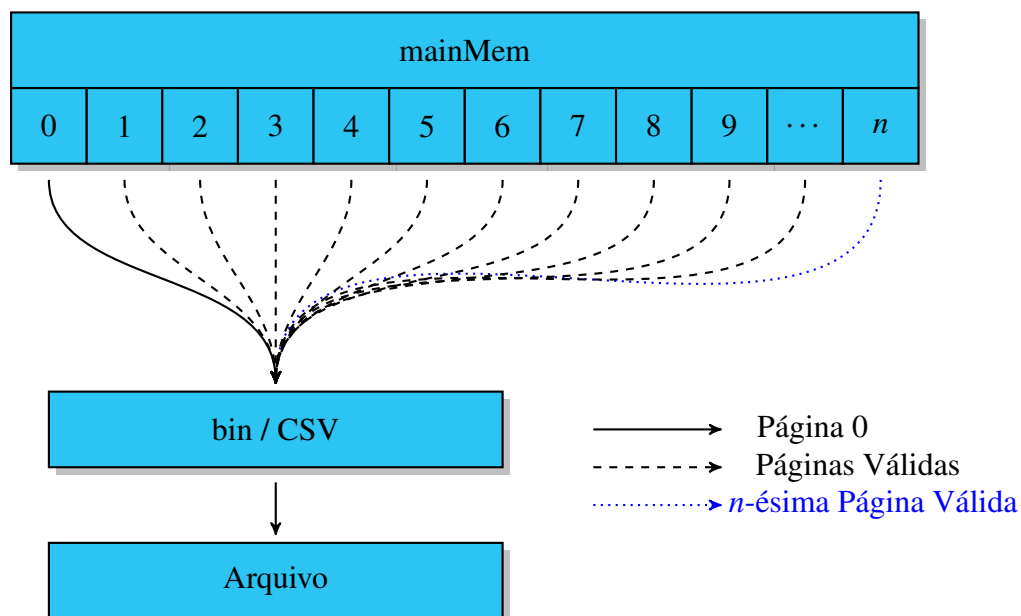
#### 4.2.4 Exportação de Dados

A Figura 11 apresenta o diagrama de fluxo de dados do programa no estado Exportação de Dados. Durante este, todo o conteúdo válido das páginas preenchidas é salvo em um arquivo no formato binário ou CSV, em forma sequencial. O formato e nome do arquivo são escolhidos pelo usuário através de uma caixa de diálogo, existente na plataforma .NET.

A gravação do arquivo na forma binária consiste na cópia dos valores armazenados na memória volátil para a memória permanente. O formato de gravação dos números, nesta versão do programa, é fixa para números flutuantes de precisão simples. A gravação do arquivo na forma CSV é similar ao processo anterior, porém exige processamento intermediário a cópia. Para a conversão de binário, formato na memória, para CSV, os dados devem ser convertidos para *strings* no padrão ASCII. Além disso, delimitadores devem ser adicionados.

A captura da imagem do programa utiliza também uma caixa de diálogo para a seleção da configuração desejada. O processamento necessário gravação nos formatos .jpg, .bmp e .png é realizado por bibliotecas nativas da plataforma .NET.

Figura 11 – Fluxo de dados durante exportação de dados



## 5 CONCLUSÃO

A partir dos resultados experimentais apresentados na seção XX, é possível realizar uma avaliação comparativa em relação às características propostos na seção 1.2. O projeto em módulos torna o escalável, possibilitando a utilização de diversos circuitos de medição em um sistema de controle único. Devido a este fator, o custo final do sistema é dependente do número de módulos utilizado. Apesar disso, a priorização da qualidade das medidas faz com que o projeto não obedeça o que quesito de baixo custo.

### 5.1 APRIMORAMENTOS DO PROJETO E TRABALHOS FUTUROS

O programa myGrapher apresentou desempenho satisfatório para uma taxa de amostragem de 1,2 kSPS. Entretanto, são listadas a seguir algumas modificações visando a melhoria do programa, no seu formato visual quanto no seu desempenho de processamento e cálculo:

- Adição de controles de cor sobre o conteúdo do gráfico;
- Adição de controles de escala nos eixos X e Y;
- Adição de característica de rolagem de dados no tempo;
- Adição de vetor de tempo no armazenamento e gravação dos dados;
- Adição de outros formatos de número na exportação de dados;
- Modificação da função de processamento gráfico para uma biblioteca mais leve;
- Disponibilizar o programa em uma página na internet, possibilitando que o programa realize atualizações de forma automática;
- Adição de cálculo de tamanho de exportação do arquivo de dados (utilizar dados das ultimas transferências);
- Retirada dos *buffers* intermediários, gravação direta na memória;
- Correção do valor RMS calculado;
- Bug na gravação de dados em CSV, delimitador duplo ao final de uma página de memória;
- Correção do indicador *Skip Counter*.

A partir da observação do circuito do primeiro protótipo, é possível reduzir o número de isoladores necessários pode ser reduzido pela remoção dos sinais de ganho G0 a G4. Um registrador de deslocamento pode ser utilizado para realizar a conversão de um sinal serial correspondente aos ganhos G0 a G4, reduzindo o número de sinais necessários para 2 (CLK e DTA). Além disso, estes podem ser acoplados aos barramento SPI. O compartilhamento do sinal DTA com o sinal MOSI reduz de 5 para 1 o número de sinais necessários para isolamento do controle de ganho do módulo.

Também, poucos dados de corrente foram adquiridos, e em níveis baixos ao considerar a faixa de operação projetada, conduzindo assim à redução da confiabilidade dos resultados obtidos. Além disso, estes resultados foram comparados com um equipamento laboratorial não certificado como referência de calibração. A realização de mais comparativos com outros medidores e com níveis de corrente mais elevados pode reduzir o efeito destes fatores. Contudo, a calibração com uma referência certificada é o procedimento correto e, portanto, o mais indicado.

Por fim, em um posterior desenvolvimento de outros protótipos, uma caixa ou invólucro deve ser considerada, afim de possibilitar sua classificação nos graus de segurança (IP) da norma IEC 60529;

Em futuras versões, uma configuração da taxa de aquisição pode ser implementada como melhoria do sistema *firmware* do sistema de controle. Esta configuração possibilita o melhor aproveitamento de desempenho do conversor ADC utilizado.

## REFERÊNCIAS

Anonymous. **The Horribly Slow Muerderer with the Extremely Innefficient Weapon**. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/The\\_Horribly\\_Slow\\_Murderer\\_with\\_the\\_Extremely\\_Inefficient\\_Weapon](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Horribly_Slow_Murderer_with_the_Extremely_Inefficient_Weapon) (acesso em 09/06/2016).

Gale, R. **The Horribly Slow Murderer with the Extremely Inefficient Weapon**. URL: [https://www.youtube.com/watch?v=9VDvgL58h\\_Y](https://www.youtube.com/watch?v=9VDvgL58h_Y) (acesso em 09/06/2016). 2009.



## APÊNDICE A - CÓDIGO FONTE ARQUIVO PRINCIPAL - DEFS

O modelo tem suporte à C, C++, C# e LaTeX para listings. Outras linguagens de programação são suportadas pelo pacote, mas os estilos não foram modificados. Os estilos são:

- customc
- cutomcs
- customcpp
- customlatex





## APÊNDICE B - CÓDIGO FONTE ARQUIVO PRINCIPAL - ESTILO

```

1  %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
2  %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
3  %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
4  \usepackage[T1]{fontenc}          % çãacentuao
5  \usepackage[utf8]{inputenc}      % acentuacao tbm?
6  \usepackage[brazilian]{babel}    % troca a lingua para ptg
7  \usepackage{letltxmacro}         % çãredefinio segura de comandos nativos
8  \usepackage{kantlipsum}          % textos do kant
9  \usepackage{lipsum}              % textos em latim
10 \usepackage{blindtext}           % dummy text
11 \usepackage[nomessages]{fp}      % supostamente para fazer áclculos na hora de compilar
12 \usepackage{calc}                % habilita áclculos no script
13 \usepackage{mathptmx}            % troca a fonte para times
14 \usepackage{amsmath}             % uu, fancy equations
15 %\usepackage{fontspec}           % troca a fonte para times, nao funciona com pdftex
16 \usepackage{geometry}            % define layout (margem)
17
18 % debugging tools
19 \ifdebug
20 \usepackage{showframe}           % mostra bordas de margem
21 \usepackage{showidx}            % mostra as entradas do índice
22 \fi
23
24 \usepackage{setspace}            % usado para entre-linhas
25 %\usepackage{rotating}           % lombada na capa
26 \usepackage{boxedminipage}       % lombada na capa
27 \usepackage{ragged2e}            % justify
28 \usepackage{changepage}          % margens especiais em blocos de texto
29 \usepackage{titlesec}            % muda o estilo do titulo do capitulo
30
31 \usepackage{tocloft}             % estilo TOC
32 \usepackage[nottoc,notlof,
33     notlot]{tocbibind}           % adiciona referencias no sumario
34
35 \usepackage{imakeidx}            % para indice final geral
36 %\usepackage{makeidx}           % simple version?
37 \usepackage{nomencl}            % utilizado para simbolos
38 \usepackage[pdauthor={Ricardo N. Marchesan},
39     linktoc=all,
40     colorlinks,
41     citecolor=cyan,
42     linkcolor=cyan,
43     menucolor=cyan
44     ]{hyperref}                  % habilita links no TOC
45

```

```

46 \usepackage{fancyhdr}           % çãmodificao header/footer
47 \usepackage[indentfirst]{       % indenta primeiro âpargrafo depois de chapter,
    section, subsection
48 %\usepackage{tocstyle}         % gera índice customizado
49 \usepackage{csquotes}          % junto com biblatax, para quotes
50 \usepackage{etoolbox}          % pre and after command
51 \usepackage[backend=biber,
52     style=mymdt,
53 %     style=abnt,
54     firstinits=true,
55     isbn=false,
56     maxbibnames=99,
57     sorting=nyt,
58     related=false,
59     sortcites=true,
60     hyperref=true]{biblatex} % a ver com referencias
61 \usepackage{bookmark}          % links no pdf
62 \usepackage{enumitem}          % configuracoes das listas
63 \usepackage[final]{pdfpages}    % para incluir arquivos pdf
64 \usepackage{chngcntr}          % change counters
65 \usepackage{caption}           % muda nomes de legendas
66 \usepackage[export]{adjustbox}  % alinhamento de imagens (right, left, center..)
67 %\usepackage[titiletoc]{appendix} % configura apendices e anexos
68 %\usepackage{multind}          % indices e glossarios
69 % \usepackage[acronym]{glossaries} % lista de çõabreviaes - not useful, need perl
70 \usepackage{acro}              % para lista de abreviacoes
71 \usepackage{tikz}              % desenha fluxogramas
72 \usetikzlibrary{matrix,
73 %     shape.geometric,
74 %     shape.misc,
75     shapes,
76     arrows,
77     positioning,
78     chains,
79     fadings,
80     calc,
81     shadows} % package options
82 %\usepackage{circuitikz}        % desenha circuitos, çãderivao de tikz. estraga
    shape=diamond
83 \usepackage{subcaption}         % usado para multiplas figuras dentro de um unico float
84 %\usepackage{tabu}              % modifica çõopes de tabela
85 %\usepackage{fancyvrb}          % ãincluso de textos dentro de arquivos verbatim
86 \usepackage{listings}          % mesma coisa que o anterior, para ócdigos de programa
87 \usepackage[portuguese,
88     ruled,
89     lined,
90     linesnumbered]{algorithm2e} % para a çãcriao de ialgortmos

```

```

91 %\usepackage{listingsutf8} % corrige acentuacao no listings
92 \usepackage{xcolor} % inserir cor no texto
93 \usepackage{tcolorbox} % inserir caixas com cor no fundo
94 \usepackage{units} % unidades e fracoes em uma linha
95 \usepackage{multirow} % celulas com varias linhas em tabelas
96 \usepackage{SIunits} % unidades do SI, como celsius
97 %\usepackage[scientific-notation=true]
98 % {siunitx} % unidades, all over again
99 %\usepackage{gensymb} % again, simbolos e unidades
100 \usepackage{makecell} % head de tabelas e celulas com quebra de linha
101 \usepackage{array} % modifica celulas na tabela
102 \usepackage{slashbox} % celula dividida na diagonal
103 \usepackage[section]{placeins} % çfora figuras dentro de çõsubsees
104 \usepackage{emptypage} % tira o únmero da ápgina em branco
105 \usepackage{longtable} % quebra lista de simbolos em mais de uma ápgina
106 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
107 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
108 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
109 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
110 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
111 %%% %%%
112 %%% %%%
113 %%% áMscara para as ávarveis do trabalho %%%
114 %%% %%%
115 %%% %%%
116 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
117 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
118 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
119 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
120 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
121 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
122 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
123 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
124 \newcommand{\universidade} {Universidade Federal de Santa Maria}
125 \newcommand{\universidadeSigla} {UFSM}
126 \newcommand{\centroCurso} {Centro de Tecnologia}
127 \newcommand{\departamentoPrograma} {Curso de Engenharia éEltrica}
128 \newcommand{\departamentoProgramaSigla} {\@empty}
129 \newcommand{\grauTrabalho} {trabalho de ãconcluso de curso}
130 \newcommand{\grauTitulacao} {Engenheiro}
131 \newcommand{\cidadeCEP} {Santa Maria, RS, Brasil}
132 \newcommand{\estadoCEP} {RS}
133
134 \newcommand{\textoFolhaRosto} {Trabalho de ãConcluso de Curso apresentado àçã
    Coordenao do \departamentoPrograma\ da \universidade\ (\universidadeSigla ,
    \estadoCEP), como requisito parcial para a çãobteno do grau de}
135 \newcommand{\grauFolhaRosto} {Engenheiro Eletrecista}

```

```

136
137 %% infos sobre o trabalho
138 \newcommand{\autor} {Ricardo Nunes Marchesan}
139 \newcommand{\autorCitacao} {Marchesan, Ricardo Nunes}
140 \newcommand{\autorGenero} {Autor}
141 \newcommand{\ano} {2016}
142 \newcommand{\diaDefesa} {57}
143 \newcommand{\mesDefesa} {janeiro}
144
145 \newcommand{\tituloTrabalho} {Plataforma íFsica para Sistemas Isolados de çãMedio
    de ãTenso e Corrente de Alta Fidelidade}
146
147 \newcommand{\tituloTrabalhoEn} {High Fidelity Isolated Hardware Framework for
    Voltage and Current Measurement}
148
149
150 \newcommand{\orientador} {Alysson R. Seidel}
151 \newcommand{\orientadorGenero} {Orientador}
152 \newcommand{\orientadorTitulo} {Prof. Dr.}
153
154
155 \newcommand{\bancaUm} {fulaninho}
156 \newcommand{\bancaUmSigla} {UFSM}
157 \newcommand{\bancaUmTitulo} {crapper}
158
159
160 \newcommand{\bancaDois} {ciclaninho}
161 \newcommand{\bancaDoisSigla} {KCUF}
162 \newcommand{\bancaDoisTitulo} {master}
163
164
165 \newcommand{\bancaTres} {fuck this shit}
166 \newcommand{\bancaTresSigla} {DISH}
167 \newcommand{\bancaTresTitulo} {tihs}
168
169
170 \newcommand{\bancaQuatro} {FREFAZ GFSDA ASD}
171 \newcommand{\bancaQuatroSigla} {dsa}
172 \newcommand{\bancaQuatroTitulo} {FEASD}
173
174
175 \newcommand{\bancaCinco} {fdofadsshit}
176 \newcommand{\bancaCincoSigla} {fddas}
177 \newcommand{\bancaCincoTitulo} {FAS}
178
179
180

```

```

181 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
182 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
183 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
184 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
185 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
186 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
187 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
188 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
189 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
190 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
191 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
192 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
193 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
194 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
195 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
196 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
197 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
198 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
199 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
200 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
201 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
202 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
203
204
205
206
207
208
209
210
211 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
212 %% Command Masks
213 % redefine as ávarveis iniciais
214 \newcommand{\set}[2]{\renewcommand{#1}{#2}}
215
216 % troca fonte do texto
217 \newcommand{\fonte}[1]{\fontsize{#1}{#1}\selectfont}
218
219 % switch para face simples ou face dupla
220 \ifduplaFace
221 \newcommand{\oddpag}{\cleardoublepage}
222 \newcommand{\doislados}{\newgeometry{inner=30mm,outer=20mm,top=30mm,bottom=20mm,twoside,a4paper}}
223 \newcommand{\cabecalho}{\fancyhead[LE,OR]{\fonte{10}\thepage}}
224 \else
225 \newcommand{\oddpag}{\clearpage}
226 \newcommand{\doislados}{\null}
227 \newcommand{\cabecalho}{\rhead{\fonte{10}\thepage}}

```

```

228 \fi
229
230 \renewcommand{\cftchapfont}{\bfseries\scshape}
231 \renewcommand{\cftsecfont}{\scshape}
232 \renewcommand{\cftsubsecfont}{\scshape}
233 \renewcommand{\cftfigfont}{\scshape}
234 \renewcommand{\cfttabfont}{\scshape}
235 \renewcommand{\cftchapfont}{\scshape}
236 \renewcommand{\cftchappagefont}{\normalfont}
237
238
239
240
241 % espaamento entre linhas na tabela
242 \renewcommand{\arraystretch}{1.5}
243
244
245
246 \makeindex
247 \makenomenclature
248
249
250
251 % manual nomenclature description
252 % copy code from secao sem numero
253 \def\thenomenclature{%
254 \cleardoublepage
255 \setlength{\headheight}{15pt}
256 \onehalfspacing
257 \fonte{12}
258 \vspace{18pt}%
259 \centering
260 \textbf{LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS}\par%
261 \vspace{18pt}
262 \nompreamble
263 \list{}{%
264 \labelwidth\nom@tempdim%
265 \leftmargin\labelwidth%
266 \advance\leftmargin\labelsep%
267 \itemsep\nomitemsep%
268 \let\makelabel\nomlabel}}
269 \def\endthenomenclature{%
270 \endlist
271 \nompostamble}
272
273
274

```

```

275
276
277 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
278 %% mascara para çõsees com çãnumerao
279 %\LetLtxMacro{\oldchapter}{\chapter}
280 %\renewcommand{\chapter}[1]{
281 %   \setlength{\headheight}{15pt}
282 %   \onehalfspacing
283 %   \oldchapter{\textsc{#1}}
284 %   \justifying
285 %   \parindent=1.25cm
286 % }
287
288 \patchcmd{\chapter}{plain}{empty}{}{}
289
290
291 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
292 % formatacao estilo do titulo capitulo
293 \titleformat{\chapter}
294   [display]
295   {\bfseries\scshape}
296   {\@empty}
297   {0pt}
298   {\noindent\fonte{12}\raggedright\thechapter\ }
299   %[\justifying\parindent=1.25cm]%
300   %[\linethickness{2pt}\line(1,0){200}]
301
302 \titlespacing*{\chapter}
303   {0pt}{-36pt}{12pt}
304
305 % formatacao estilo titulo secoes
306 \titleformat{\section}%
307   [display]%
308   {\normalfont}%
309   {\@empty}%
310   {0pt}%
311   {\fonte{12}\scshape\raggedright\thesection\ }
312   %[\justifying\parindent=1.25cm]
313
314 \titlespacing{\section}
315   {0pt}{14pt}{14pt}
316
317 % formatacao do estilo subsecos
318 \titleformat{\subsection}
319   [display]
320   {\normalfont}
321   {\@empty}

```

```

322 {0pt}
323 {\bfseries\fonte{12}\raggedright\thesubsection\ }
324 %[\justifying\parindent=1.25cm]
325
326 \titlespacing{\subsection}
327 {0pt}{14pt}{14pt}
328
329
330 \titleformat{\subsubsection}
331 [display]
332 {\normalfont}
333 {\@empty}
334 {0pt}
335 {\itshape\fonte{12}\raggedright\thesubsubsection\ }
336
337 \titlespacing{\subsubsection}
338 {0pt}{14pt}{14pt}
339
340
341 % formatacao para ilustracoes e tabelas
342 \setlength{\cftbeforeoftitleskip}{-14pt}
343 \setlength{\cftafterloftitleskip}{18pt}
344
345 \setlength{\cftbeforelottitleskip}{-14pt}
346 \setlength{\cftafterlottitleskip}{18pt}
347
348 \counterwithout{figure}{chapter}
349 \counterwithout{table}{chapter}
350
351 \captionsetup[figure]{format=plain, format=hang, labelformat=simple,
352     labelsep=endash, font=small, position=top, name=Figura, aboveskip=18pt,
353     belowskip=12pt, singlelinecheck=off}
354 \captionsetup[table]{format=plain, format=hang, labelformat=simple,
355     labelsep=endash, font=small, position=top, name=Quadro, aboveskip=18pt,
356     belowskip=12pt, singlelinecheck=off}
357 \captionsetup[subfigure]{format=plain, format=hang, labelformat=simple,
358     labelsep=endash, font=small, position=top, aboveskip=12pt, belowskip=12pt,
359     singlelinecheck=off}
360
361 % adiciona parenteses na referencia de subfiguras, tipo Fig. 1(a)
362 \renewcommand\thesubfigure{(\alph{subfigure})}
363
364 % alinhamento da lista de figuras
365 \setlength{\cftfigindent}{0pt}
366 \setlength{\cfttabindent}{0pt}
367
368 % configura alinhamento dos itens numerados no toc
369 \setlength{\cftchapindent}{0pt}

```



```

363 % \setlength{cftsecindent}{0pt}
364 % \setlength{cftsubsecindent}{0pt}
365 % \setlength{cftsubsubsecindent}{0pt}
366 % configura largura da numeracao no toc
367 % \setlength{cftchapnumwidth}{0pt}
368 % \setlength{cftsecnumwidth}{0pt}
369 % \setlength{cftsubsecnumwidth}{0pt}
370 % \setlength{cftsubsubsecnumwidth}{0pt}
371
372 \newlength{\indiceOffset}\setlength{\indiceOffset}{1.5cm}
373 \cftsetindents{chapter}{0pt}{\indiceOffset}
374 \cftsetindents{section}{0pt}{\indiceOffset}
375 \cftsetindents{subsection}{0pt}{\indiceOffset}
376 \cftsetindents{subsubsection}{0pt}{\indiceOffset}
377
378
379
380 % formata figuras env.
381 % \let\oldfigure\figure
382 % \let\oldendfigure\endfigure
383 % \renewenvironment{figure}{\oldfigure\centering}{\oldendfigure}
384
385 % lista de tabelas
386 \newcommand{\listadetabelas}{
387   \renewcommand{\numberline}{\textsc{Quadro}~\oldnumberline}
388   \cleardoublepage
389   \renewcommand{\listtablename}{\bfseries\hfill\fonte{12} LISTA DE QUADROS \hfill}
390   \listoftables}
391
392
393 % lista de figuras
394 \newcommand{\listadefiguras}
395 {%
396   \renewcommand{\numberline}{\figurename~\oldnumberline}
397   \cleardoublepage
398   \renewcommand{\listfigurename}{\bfseries\hfill\fonte{12} LISTA DE FIGURAS \hfill}
399   \listoffigures}
400
401 % lista de simbolos
402 \newcommand{\listadesimbolos}{%
403   \cleardoublepage
404   \DeclareInstance{acro-title}{empty}{sectioning}{name-format =}
405   \begin{secaoemnumero}{LISTA DE ÍSMBOLOS}
406     \begin{group}
407       \acsetup{list-short-width={3cm}, list-style=longtable}
408       \setlength{\LTleft}{-\tabcolsep}
409       \printacronyms[heading=none]

```

```

410 \endgroup
411 \end{secaosemnumero}}
412
413
414
415 % formata referencias
416 %\defbibheading{referencias}[Referncias]{\chapter*{}}
417 \setlength{\bibhang}{0pt}
418 \setlength{\bibparsep}{12pt}
419
420 % formata citacao
421 \renewcommand*{\nameyear delim}{\addcomma\addspace}
422 % formata referencias
423 \DeclareFieldFormat*{title}{#1}
424 \DeclareFieldFormat*{citetitle}{#1}
425
426
427
428
429 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
430 %% mascara para çõsees sem çãnumerao
431 \newenvironment{secaosemnumero}[1]
432 {
433 \setlength{\headheight}{15pt}
434 \onehalfspacing
435 \fonte{12}
436 \vspace{18pt}%
437 \centering
438 \textbf{#1}\par%
439 \vspace{18pt}
440 }
441 {
442 %\oddpag
443 }
444
445 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
446 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
447 %% Fixed initial text configurations
448 \geometry{
449 a4paper,%configura folha A4 ãpadro
450 top=30mm,%configura margem superior
451 bottom=20mm,%conf. margem inf.
452 left=30mm,%3cm margem esquerda
453 right=20mm%2cm margem direita
454 }
455
456 % \parindent=0pt

```

```

457 % \hangindent=0pt
458
459 \pagestyle{fancyplain}
460 \fancyhf{}
461 \renewcommand{\headrulewidth}{0pt}
462 \renewcommand{\footrulewidth}{0pt}
463
464 %\fontspec{Times New Roman}
465 %\setlist[description]{leftmargin=\parindent,labelindent=\parindent}
466 \setlist[description]{labelindent=\parindent,leftmargin=2\parindent+1.5cm,
467     topsep=0pt, partopsep=12pt, parsep=0pt, itemsep=0pt,%
468     rightmargin=2\parindent, listparindent=\parindent, labelwidth=1.5cm}
469 \setlist[itemize]{leftmargin=\parindent,labelindent=2\parindent+1.5cm,
470     topsep=0pt, partopsep=12pt, parsep=0pt, itemsep=0pt,%
471     rightmargin=2\parindent, listparindent=\parindent}
472
473
474 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
475 %% capa ãno tem mascara
476 \newenvironment{capa}
477 {
478     %\pagestyle{plain}
479     %\begin{titlepage}
480     %\setlength{\parindent}{0pt}
481     %\setlength{\hangingindent}{0pt}
482 }
483 {
484     %\end{titlepage}
485 }
486 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
487 %% mascara para folha rosto
488 \newenvironment{folharosto}
489 {
490     \oddpage
491     \setcounter{page}{1}
492 }
493 {
494     %\oddpage
495 }
496 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
497 %% mascara para folha aprovacao
498 \newenvironment{folhaaprovacao}
499 {
500     \oddpage
501 }
502 {
503     %\oddpage

```

```

504 }
505 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
506 %% mascara para dedicatoria
507 \newenvironment{dedicatoria}
508 {%
509     \oddpage
510     \begin{secaoemnumero}{ÓDEDICATRIA}
511     \vspace*{\fill}
512     \begin{itshape}
513     \parindent=0pt
514     \hspace{0.2\textwidth}
515     \begin{minipage}{0.6\textwidth}
516     \centering
517 }
518 {%
519     \end{minipage}
520     \end{itshape}
521     \vspace*{\fill}
522     \end{secaoemnumero}
523     \% \oddpage
524 }
525 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
526 %% mascara para agradecimentos
527 \newenvironment{agradecimentos}
528 {%
529     \oddpage
530     \begin{secaoemnumero}{AGRADECIMENTOS}
531     \begin{itshape}%
532     \justifying
533     \parindent=12.5mm
534     \singlespacing
535 }
536 {%
537     \end{itshape}
538     \end{secaoemnumero}
539     \% \oddpage
540 }
541 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
542 %% mascara para iepgrafe
543 \newenvironment{epigrafe}
544 {
545     \oddpage
546     \justifying
547     \begin{itshape}
548     \parindent=0pt
549     \par
550     \null

```

```

551 \vfill
552 \onehalfspacing
553 \begin{flushright}
554 }
555 {
556 \end{flushright}
557 \end{itshape}
558 %\oddpage
559 }
560 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
561 %% mascara para resumo
562 \newenvironment{resumo}
563 %start command
564 {%
565 \oddpage
566 \singlespacing
567 \begin{secaoemnumero}{RESUMO}
568 \vspace{6pt}
569 \textsc{\textbf{\tituloTrabalho}}\par
570 \vspace{24pt}
571 \textsc{\autorGenero}\ : \ \autor\par
572 \textsc{\orientadorGenero}\ : \ \orientador\ \orientadorTitulo\par
573 \ifcoorientador
574 \textsc{Co-Orientador}: \bancaUm, \bancaUmTitulo\par
575 \else
576 \fi
577 \vspace{24pt}
578 \justifying
579 \singlespacing
580 \fonte{12}
581 \parindent=0pt
582 \hangindent=0pt
583 }
584 %end command
585 {
586 \end{secaoemnumero}
587 }
588
589 % mascara para palavras chave
590 \newcommand{\keywords}[1]
591 {
592 \vspace{18pt}
593 \textbf{\#1: \ }
594 }
595
596
597

```

```

598 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
599 %% mascara para abstract
600 \newenvironment{myabstract}
601   %start command
602   {
603     \oddpagel
604     \singlespacing
605     \begin{secaoemnumero}{ABSTRACT}
606     \vspace{6pt}
607     \textsc{\textbf{\tituloTrabalhoEn}}\par
608     \vspace{24pt}
609     AUTHOR : \autor\par
610     ADVISOR: \orientadorTitulo\ \orientador\par
611     \ifcoorientador
612       \textsc{Sub-Advisor}: \bancaUmTitulo\ \bancaUm\par
613     \else
614       \fi
615     \vspace{24pt}
616     \justifying
617     \singlespacing
618     \fonte{12}
619     \parindent=0pt
620     \hangindent=0pt
621   }
622   %end command
623   {
624     \end{secaoemnumero}
625     \doislados
626   }
627
628 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
629 %% mascara para lista de figuras
630 \let\oldnumberline\numberline
631 \newenvironment{ilustracoes}
632   {
633
634   }%
635   {
636   }
637
638 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
639 %% mascara para sumario
640 \newcommand{\sumario}{%
641   \renewcommand{\numberline}{\oldnumberline}
642   \cleardoublepage
643   \setcounter{tocdepth}{4}
644   \setcounter{secnumdepth}{5}

```

```

645 \renewcommand{\contentsname}{\bfseries\hfill\fonte{12} \ÁSUMRIO \hfill}
646 \tableofcontents
647 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
648 %% mascara para referencias
649 \newenvironment{referencias}
650 {
651 }%
652 {
653 }
654 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
655 %% mascara para glossario
656 \newenvironment{glossario}
657 {
658 }%
659 {
660 }
661 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
662 %% mascara para indice
663 \newenvironment{indice}
664 {
665 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
666 % formatacao estilo do titulo capitulo
667 % \titleformat{\chapter}[display]%
668 % {\bfseries\scshape}{\@empty}{0pt}%
669 % {\noindent\fonte{12}\centering\thechapter\ }%
670 % \titlespacing*{\chapter}
671 % {0pt}{-18pt}{12pt}
672 }%
673 {
674 }
675 % formatacao para indice
676 \setlength{\cftbeforetoctitleskip}{-14pt}
677 \setlength{\cftaftertoctitleskip}{18pt}
678 \setlength{\cftbeforepartskip}{0pt}
679
680
681 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
682 %% mascara para apendice
683
684 \newcommand{\anexos}{%
685 \appendix
686 \cftsetindents{chapter}{\indiceOffset}{0pt}
687 }
688
689
690 \newcommand{\listanexoname}{LISTA DE ANEXOS}
691 \newlistof{anexo}{anx}{\listanexoname}

```

```

692 \newcommand{\anexo}[1]{%
693   \cleardoublepage
694   \refstepcounter{anexo}
695   \par\noindent\textbf{\textsc{Anexo \Alph{anexo} - #1}}
696   %\addcontentsline{anx}{anexo}{ANEXO \Alph{anexo} - #1}
697   \addcontentsline{toc}{chapter}{\hspace*{\indiceOffset}\textsc{Anexo \Alph{anexo} -
    #1}}
698   %{\protect\numberline{\Alph{anexo}} - #1}
699   \par
700   \vspace{12pt}}
701
702
703 \newcommand{\apendices}{%
704   \appendix
705   \cftsetindents{chapter}{\indiceOffset}{0pt}
706   }
707 \newcommand{\listapendicename}{LISTA DE ÊAPNDICES}
708 \newlistof{apendice}{apn}{\listapendicename}
709 \newcommand{\apendice}[1]{%
710   \cleardoublepage
711   \refstepcounter{apendice}
712   \par\noindent\textbf{\scshape êApndice \Alph{apendice} - #1}
713   %\addcontentsline{apn}{apendice}{ÊAPNDICE \Alph{apendice} - #1}
714   \addcontentsline{toc}{chapter}{\hspace*{\indiceOffset}\scshape êApndice
    \Alph{apendice} - #1}
715   %{\protect\numberline{\Alph{apendice}} - #1}
716   \par
717   \vspace{12pt}}
718
719
720
721 \titlespacing{\apendice}
722   {0pt}{0pt}{12pt}
723
724 \titlespacing{\anexo}
725   {0pt}{0pt}{12pt}
726
727 \renewcommand{\listanexoname}{\fonte{12}\hfill\textbf{LISTA DE ANEXOS}\hfill}
728 \setlength{\cftbeforeanxtitleskip}{-14pt}
729 \setlength{\cftafteranxtitleskip}{18pt}
730
731
732 \renewcommand{\listapendicename}{\fonte{12}\hfill\textbf{LISTA DE ÊAPNDICES}\hfill}
733 \setlength{\cftbeforeapntitleskip}{-14pt}
734 \setlength{\cftafterapntitleskip}{18pt}
735
736

```



```

737
738 \newcommand{\sci}[1]{\ensuremath{\times 10^{\#1}}}
739
740 \newcommand{\adaptadode}[1]{%
741   \linebreak
742   \begin{flushleft}
743     \fonte{10}
744     Fonte: Adaptado de #1.
745   \end{flushleft}}
746
747 \newcommand{\fonteDe}[1]{%
748   \linebreak
749   \begin{flushleft}
750     \fonte{10}
751     Fonte: #1.
752   \end{flushleft}}
753
754 \newcommand{\fonteAutor}{%
755   \linebreak
756   \begin{flushleft}
757     \fonte{10}
758     Fonte: Autor.
759   \end{flushleft}}
760
761
762
763
764
765
766 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
767 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
768 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
769 %%%                                %%%
770 %%%                                %%%
771 %%%  ÇÃ      DEFINIO DE ESTILOS      %%%
772 %%%                                %%%
773 %%%                                %%%
774 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
775 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
776 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
777 % STYLES
778 \tikzset{block diagram/.style={
779   graphs/every graph/.style={edges=rounded corners},
780   >=stealth',
781   shorten >=0.1cm,
782   shorten <=0.2cm,
783   thick,

```

```

784     elle vert/.style={to path={-- ++(#1,0) |- (\tikztotarget)}}},
785     elle horz/.style={to path={-- ++(0,#1) -| (\tikztotarget)}}},
786     every rectangle node/.style={drop shadow},
787 }}
788
789 \tikzset{text label/.style={
790     general shadow/.style=,
791     ellipse,
792     align=center
793 }}
794
795 \tikzset{no shadow/.style={
796     general shadow/.style=
797 }}
798
799 \tikzset{text block/.style={
800     rounded corners=0.25cm,
801     minimum height=42pt,
802     inner sep=12pt,
803     outer sep=3pt,
804     text centered,
805     align=center,
806     drop shadow,
807     draw,
808     ultra thin,
809 }}
810
811 \tikzset{blue color/.style={
812     fill=cyan!65
813 }}
814
815 \tikzset{red color/.style={
816     fill=red!92
817 }}
818
819 \tikzset{blue block/.style={
820     rectangle,
821     text block,
822     blue color
823 }}
824
825 \tikzset{red block/.style={
826     rectangle,
827     text block,
828     red color
829 }}
830

```

```

831
832 \tikzset{flow chart/.style={
833     block diagram,
834     start/.style={text block, rectangle, rounded corners=0.6cm, red color, inner
        sep=12pt, node distance=1cm},
835     block/.style={text block, rectangle, rounded corners=0.1cm, blue color, inner
        sep=8pt, node distance=1.3cm},
836     decis/.style={text block, diamond, blue color, aspect=1, inner sep=6pt, rounded
        corners=2pt, node distance = 1.2cm},
837     blank/.style={fill=none, general shadow/.style=, inner sep=0pt, outer sep=0pt,
        node distance=1.5cm},
838 }}
839
840
841
842 %\definecolor{NAMEHERE}{rgb}{0.5,0.2,0.3}
843 %\colorlet{NAME}{blue!60!black}
844
845 \colorlet{codecommentcolor}{purple!40!black}
846 \colorlet{codekeywordcolor}{green!50!black}
847 \colorlet{codestringscolor}{orange}
848 \colorlet{codeidentifierscolor}{blue!60!black}
849 \newcommand*{\FormatDigit}[1]{\textcolor{red}{\#1}}
850
851
852 \lstdefinestyle{customcpp}{
853     language=C++,
854     belowcaptionskip=1\baselineskip,
855     breaklines=true,
856     frame=L,
857     tabsize=2,
858     showstringspaces=false,
859 % basicstyle=\small\sffamily,
860     basicstyle=\footnotesize\ttfamily,
861     columns=flexible,
862     numbers=left,
863     numberstyle=\tiny,
864     identifierstyle=\color{codeidentifierscolor},
865     keywordstyle=\color{codekeywordcolor},
866     stringstyle=\color{codestringscolor},
867     commentstyle=\color{codecommentcolor},
868     morecomment=[1][\color{codecommentcolor}]{\#},
869     breakatwhitespace=true,
870     escapeinside={(*@){@*}},
871 % escapeinside={\%*}{*}),
872 % extendedchars=false,
873     inpl132utencoding=utf8,

```

```

874 otherkeywords={define,\#}}
875
876
877
878 \lstdefinestyle{customcs}{
879     belowcaptionskip=1\baselineskip,
880     breaklines=true,
881     frame=L,
882     language=[Sharp]C,
883     tabsize=2,
884     showstringspaces=false,
885     % basicstyle=\small\sffamily,
886     basicstyle=\footnotesize\ttfamily,
887     columns=flexible,
888     numbers=left,
889     numberstyle=\tiny,
890     keywordstyle=\bfseries\color{codekeywordcolor},
891     commentstyle=\itshape\color{codecommentcolor},
892     identifierstyle=\color{codeidentifierscolor},
893     stringstyle=\color{codestringscolor},
894     breakatwhitespace=true,
895     escapeinside={(*@}{@*)},
896     % escapeinside={\%*}{*}),
897     % extendedchars=false,
898     inpl132utencoding=utf8,
899     otherkeywords={define,\#}}
900
901
902 \lstdefinestyle{customc}{
903     belowcaptionskip=1\baselineskip,
904     breaklines=true,
905     frame=L,
906     language=[Sharp]C,
907     tabsize=2,
908     showstringspaces=false,
909     % basicstyle=\small\sffamily,
910     basicstyle=\footnotesize\ttfamily,
911     columns=flexible,
912     numbers=left,
913     numberstyle=\tiny,
914     keywordstyle=\bfseries\color{codekeywordcolor},
915     commentstyle=\itshape\color{codecommentcolor},
916     identifierstyle=\color{codeidentifierscolor},
917     stringstyle=\color{codestringscolor},
918     breakatwhitespace=true,
919     escapeinside={(*@}{@*)},
920     % escapeinside={\%*}{*}),

```

```

921 % extendedchars=false,
922 inpl132utencoding=utf8,
923 otherkeywords={define,\#}}
924
925
926 \lstdefinestyle{customlatex}{
927   belowcaptionskip=1\baselineskip,
928   breaklines=true,
929   frame=L,
930   language=[LaTeX]{TeX},
931   tabsize=2,
932   showstringspaces=false,
933 % basicstyle=\small\sffamily,
934 basicstyle=\footnotesize\ttfamily,
935 columns=flexible,
936 numbers=left,
937 numberstyle=\tiny,
938 keywordstyle=\bfseries\color{codekeywordcolor},
939 commentstyle=\itshape\color{codecommentcolor},
940 identifierstyle=\color{codeidentifierscolor},
941 stringstyle=\color{codestringscolor},
942 breakatwhitespace=true,
943 extendedchars=false,
944 %inpl132utencoding=utf8,
945 texcl=false,
946 mathescape=false}
947
948
949 %%%% FROM CHANGELOG
950
951 \newcommand{\defSimb}[3]{%
952   \DeclareAcronym{#1}{
953     short = {#2},
954     long = {#3}}
955
956 \LetLtxMacro{\oldacs}{\acs}
957 \newcommand{\simb}[1]{\acs{#1}\index{\acs{#1}}}
958
959 \newcommand{\nota}[1]{\emph{NOTA: {#1}}\addcontentsline{toc}{section}{NOTA}}
960 \newcommand{\half}{\nicefrac{1}{2}}
961 \newcommand{\third}{\nicefrac{1}{3}}
962 \newcommand{\xx}{\emph{\textbf{XX}}\index{XX}}
963 \newcommand{\XX}{\xx}
964
965
966 %\definecolor{NAMEHERE}{rgb}{0.5,0.2,0.3}
967 %\colorlet{NAME}{blue!60!black}

```

```
968 ||  
969 || \newcommand{\subs}[1]{\raisebox{-0.5ex}{\fonte{8}#1}}
```

## APÊNDICE C - CÓDIGO FONTE ARQUIVO PRINCIPAL - ROOT

```

1  %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
2  %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
3  %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
4  %%%                                %%%
5  %%%          Switches  -> DEF.      %%%
6  %%%                                %%%
7  %%%          NAO MODIFICAR          %%%
8  %%%                                %%%
9  %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
10 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
11 \newif\ifduplaFace    \duplaFacefalse
12 \newif\iffichaCatalografica \fichaCatalograficafalse
13 \newif\iflombadaNaCapa  \lombadaNaCapafalse
14
15 \newif\ifcoorientador  \coorientadorfalse
16 \newif\ifbancaTresExiste \bancaTresExistefalse
17 \newif\ifbancaQuatroExiste \bancaQuatroExistefalse
18 \newif\ifbancaCincoExiste \bancaCincoExistefalse
19
20
21 \newif\ifdebug        \debugtrue
22
23 \input{txt/cnf/configuracoes}
24
25 \ifduplaFace
26   \ifdebug
27     \documentclass[openright,12pt,twoside,draft, a4paper]{report}
28   \else
29     \documentclass[openright,12pt,twoside,a4paper]{report}
30   \fi
31 \else
32   \ifdebug
33     \documentclass[openright,12pt,oneside,draft,a4paper]{report}
34   \else
35     \documentclass[openright,12pt,oneside,a4paper]{report}
36   \fi
37 \fi
38
39 % chama estilo, apos config. iniciais
40 \usepackage{mymdt}
41
42 \input{txt/cnf/titulos}
43 \input{txt/cnf/bibliografias}
44 \input{txt/cnf/nomenEsimbolos}
45

```

[illegible]



```

93 % \include{txt/caps/projetoHardware}
94 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
95 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
96 % CHAPTER 5
97 \include{txt/caps/projetoSoftware}
98 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
99 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
100 % CHAPTER 6
101 % \include{txt/caps/prototipos}
102 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
103 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
104 % CHAPTER 7
105 \include{txt/caps/conclusao}
106 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
107 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
108 % REFERENCIAS
109 \include{pos/referencias}
110 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
111 \apendices
112 \input{txt/caps/apendices}
113 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
114 \anexos
115 \input{txt/caps/anexos}
116 %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
117 \input{pos/indice}
118 \end{document}

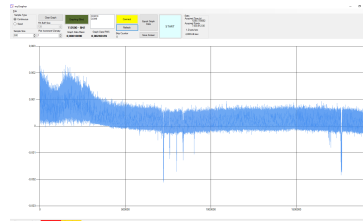
```



## APÊNDICE D - ARQUIVOS DE FABRICAÇÃO - PCI DO PROTÓTIPO

As Figuras 12. Entradas no índice também podem ser incluídas nos apêndices. Por hora, os apêndices suportam somente um nível de referência (chapter). Futuras modificações visarão adicionar este suporte.

Figura 12 – Camadas superior (azul), inferior (vermelho) e de corte (preto).





## ÍNDICE

.NET, 49, 55, 56

.bin, 49

.bmp, 56

.jpg, 49, 56

.png, 49, 56

$C_{ESD}$ , 41

$\Omega_a$ , 41

$\Omega_{int,i}$ , 41

$\Omega_{k,i}$ , 41

$\Omega_k$ , 41

$\Omega_l$ , 41

$\Omega_s$ , 40

$PA_{k,i}$ , 41

$PS_i^\dagger$ , 40, 41

$P_{ij,i}$ , 41

$QA_{k,i}$ , 42

$Q_{ij,i}$ , 42

$TUST_i$ , 40

$b_c$ , 36

$c_a$ , 42

$c_{fi}$ , 41

$C_{EUST}$ , 40

$c_{vi}$ , 42

$\delta_{inv}$ , 42

$\delta_o$ , 42

$\delta_{vp}$ , 40

$f(inv)$ , 41

$f(op)$ , 42

$h$ , 40

$l_{ij}$ , 42

$m_i$ , 41

$m_c$ , 36

$n_{k,ij,a}$ , 42

$\phi_c$ , 42

$\tau$ , 40

$\mu C$ , 61

*myGrapher*, 57

ADC, 36

ADE7753, 36

ADS1259, 36

Atualiza Gráfico, 51, 54, 55

BackgroundWorker, 55

bank0, 54

bank1, 54

binário, 56

Blind, 51

buffSize, 51

C++, 61

C#, 49

callback, 54, 55

Clear Graph, 52

connectClick, 53

CSV, 49, 55–57

DoWork, 55

DTA, 58

DTR, 51, 58

Export Graph Data, 52

float, 49, 56

FLUKE, 36

GBL, 89

GERBER, 89

graphEn, 51, 53

Graphing, 51

GTL, 89

IG, 49, 52, 53

LabVIEW®, 25

mainMem, 54

Matlab®, 25

Microsoft Visual Studio Community®, 49

Número Flutuante, 49, 56

PCI, [25](#), [89](#)

PCI-E, [25](#)

Plot Increment, [51](#)

plotIncrement, [51](#), [53](#)

portsListBox, [51](#)

receiveContinuous, [54](#)

receiveIsActive, [51–53](#)

Refresh Ports, [52](#)

RxIRQ, [54](#)

Sample Size, [51](#)

sampleContinuous, [51](#), [53](#)

sampledSize, [51](#), [53](#)

Save Screen, [52](#)

serialPort1, [51](#)

SPI, [58](#)

START, [51](#)

string, [56](#)

sysConnected, [51–53](#)

threads, [55](#)

updatePointsSize, [54](#)

USB, [25](#)

XX, [26](#), [57](#)