Victor Eberhardt Menegon

**DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DE DIFERENTES TIPOS DE CONTROLE PARA MSIP**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Departamento de Engenharia Elétrica e Eletrônica da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Lobo Heldwein

Coorientador: Eng. Ms. Claudio Eduardo Soares

Florianópolis

2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor

através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

|  |
| --- |
|  |
| A ficha de identificação é elaborada pelo próprio autor  Maiores informações em:  <http://portal.bu.ufsc.br/servicos/ficha-de-identificacao-da-obra/> |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

Victor Eberhardt Menegon

**DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DE DIFERENTES TIPOS DE CONTROLE PARA MSIP**

Esta Trabalho foi julgada adequada para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Elétrica/Eletrônica e aprovada em sua forma final pela Banca Examinadora

Local, x de junho de 2018.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prof. xxx, Dr.

Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prof. º Marcelo Lobo Heldwein, Dr. º

Orientador

Universidade UFSC

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Eng.º Claudio Eduardo Soares, Ms. º

Corientador

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Prof. xxxx, Dr.

Universidade xxxxxx

Dedico este trabalho a Deus, minha família e minha namorada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus por sempre me ajudar e me capacitar. Agradeço aos meus pais por sempre batalharem para que eu tivesse a melhor educação e a minha namorada por todo o apoio e amor. Agradeço ao Professor Marcelo Lobo Heldwein por permitir a execução deste trabalho no meu estágio e me orientar da melhor maneira possível. Agradeço ao meu orientador de estágio Cláudio Eduardo Soares pela paciência e todos os ensinamentos transmitidos. Agradeço por fim ao meu chefe Alexandre Cabral e a Embraco por me darem a oportunidade de fazer um estágio de 1 ano e meio e ainda fazer este trabalho de conclusão de curso nas instalações da empresa.

Texto da Epígrafe. Citação relativa ao tema do trabalho. É opcional. A epígrafe pode também aparecer na abertura de cada seção ou capítulo.

(Autor da epígrafe, ano)

RESUMO

O texto do resumo deve ser digitado, em um único bloco, sem espaço de parágrafo. O resumo deve ser significativo, composto de uma sequência de frases concisas, afirmativas, e não de uma enumeração de tópicos. Não deve conter citações. Deve-se usar o verbo na voz ativa. Abaixo do resumo, deve-se informar as palavras-chave (palavras ou expressões significativas retiradas do texto) ou termos retirados de thesaurus da área.

**Palavras-chave:** Palavra-chave 1. Palavra-chave 2. Palavra-chave 3.

ABSTRACT

Resumo traduzido para outros idiomas, neste caso, inglês. Segue o formato do resumo feito na língua vernácula. As palavras-chave traduzidas, versão em língua estrangeira, são colocadas abaixo do texto precedidas pela expressão “Keywords”, separadas por ponto.

**Keywords:** Keyword 1. Keyword 2. Keyword 3.

LISTA DE FIGURAS

[Figura 1 - Elementos do trabalho acadêmico 29](#_Toc449547046)

LISTA DE QUADROS

[Quadro 1 - Formatação do texto 30](#_Toc447824501)

LISTA DE TABELAS

[Tabela 1 - Médias concentrações urbanas 2010-2011 31](#_Toc449547065)

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SUMÁRIO

[1 INTRODUÇÃO 27](#_Toc476647169)

[1.1 OBJETIVOS 27](#_Toc476647171)

[1.1.1 Objetivo geral 27](#_Toc476647172)

[1.1.2 Objetivos específicos 27](#_Toc476647173)

[2 DESENVOLVIMENTO 29](#_Toc476647174)

[2.1 EXPOSIÇÃO DO TEMA OU MATÉRIA 29](#_Toc476647175)

[2.1.1 Formatação do texto 29](#_Toc476647176)

[2.1.1.1 As ilustrações 31](#_Toc476647177)

[2.1.1.2 Equações e fórmulas 31](#_Toc476647178)

[2.1.1.2.1 Exemplo tabela. 31](#_Toc476647179)

[3 SEÇÃO 33](#_Toc476647180)

[4 CONCLUSÃO 35](#_Toc476647181)

[REFERÊNCIAS 37](#_Toc476647182)

[APÊNDICE A – Descrição 39](#_Toc476647183)

[ANEXO A – Descrição 41](#_Toc476647184)

# INTRODUÇÃO

Dentre os pontos mais relevantes para a criação de um produto na indústria, estão a eficiência e o custo, podendo-se priorizar um destes ou então buscar o ponto ótimo entre ambos. Seguindo esta linha de raciocínio, normalmente utiliza-se de motores síncronos de ímãs permanentes (MSIP) para compressores herméticos da linha branca. A crescente utilização deste tipo de motor e não os motores DC (do inglês *Direct Curent*) na indústria se dão por diversos motivos. Segundo Fitzgerald, Kingsley e Umans (2003) a substituição dos enrolamentos de campo por ímãs permanentes, facilita e reduz a construção da máquina elétrica. Porém a principal vantagem está no fato de a máquina não precisar de fonte de excitação externa para criar campo magnético e, assim, reduz-se também perdas (KRISHNAN, 2010) e (FITZGERALD; KINGSLEY; UMANS, 2003).

Outro fator importante é a ausência de escovas para providenciar a comutação das fases, como em um motor DC comum. Com isso, o motor possui uma vida útil maior, visto que não há mais a necessidade da manutenção de escovas, as quais podem produzir faíscas e aumentar a temperatura do motor. Porém como a comutação não é mais feita por escovas, faz-se necessário o uso de inversores e técnicas de controle e acionamento para que o motor possa funcionar corretamente.

No capítulo 1 do desenvolvimento serão abordadas as características do motor a ser utilizado como objeto de estudo neste trabalho de conclusão do curso, tão bem quanto as diversas perdas no motor e no inversor. No capítulo 2 serão discutidas as técnicas de controle Trapezoidal e Vetorial, revisitando o estado da arte e as operações matemáticas necessárias. Já no capítulo 3, os cálculos e considerações para todos os controladores serão explicados. No capítulo 4 será detalhada a modelagem do motor, inversor e controlador no MatLAB e os resultados obtidos das simulações. Por fim, o capítulo 5 conterá os resultados obtidos nos dinamômetros disponibilizados para uso deste trabalho de conclusão de curso.

**1 SEÇÃO PRIMÁRIA**

1.1SEÇÃO SECUNDÁRIA

**1.1.1 Seção terciária**

1.1.1.1 Seção quaternária

*1.1.1.1 Seção quinária*

## OBJETIVOS

### Objetivo geral

Estudo de motores MSIP aplicados a indústria de linha branca, tanto quanto análise de diferentes técnicas de controle e acionamento quanto a eficiência.

### Objetivos específicos

Discretizar as perdas no motor e inversor para cada tipo de controle estudado e concluir qual a melhor estratégia de controle para tal motor em uma determinada condição de contorno.

# DESENVOLVIMENTO

## EXPOSIÇÃO DO TEMA OU MATÉRIA

É a parte principal e mais extensa do trabalho. Deve apresentar a fundamentação teórica, a metodologia, os resultados e a discussão. Divide-se em seções e subseções conforme a NBR 6024 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012). Quanto à sua estrutura, segue as recomendações da norma NBR 14724 de 2011 para preparação de trabalhos acadêmicos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2011). Quanto à formatação, segue o modelo adotado pela UFSC, em formato A5.

Figura 2 - Elementos do trabalho acadêmico.



Fonte: Universidade Federal do Paraná (1996).

### Formatação do texto

No que diz respeito à estrutura do trabalho, o modelo para dissertações e teses adotado pela UFSC segue a NBR 14724 (2011). Porém, em relação à formatação, a UFSC adotou o tamanho A5, que corresponde à metade do A4. Por essa razão, foi necessário fazer uma adequação no tamanho da fonte, espaçamento entrelinhas, margens etc., conforme exposto a seguir.

1. O texto deve ser justificado, digitado em cor preta, podendo utilizar outras cores somente para as ilustrações.
2. Deve-se utilizar papel branco.
3. Os elementos pré-textuais devem iniciar no anverso da folha, com exceção da ficha catalográfica.
4. Os elementos textuais e pós-textuais devem ser digitados no anverso e verso das folhas, com espaçamento simples (1).

Quadro 1 - Formatação do texto.

|  |  |
| --- | --- |
| Cor | Branco |
| Formato do papel | A5 |
| Gramatura | 75 |
| Impressão | Frente e verso |
| Margens | Espelhadas: Superior 2, Inferior: 1,5, Interna 2,5 e Externa: 1,5. |
| Cabeçalho | 0,7 |
| Rodapé | 0,7 |
| Paginação | Externa |
| Alinhamento vertical | Superior |
| Alinhamento do texto | Justificado |
| Alinhamento das referências | À esquerda |
| Fonte sugerida | Times New Roman |
| Tamanho da fonte | 10,5 para o texto, incluindo os títulos das seções e subseções e referências. Para as citações com mais de três linhas, as legendas das ilustrações e tabelas, usar fonte 9,5. |
| Espaçamento entre linhas para o texto e referências | Um (1) simples |
| Espaçamento entre parágrafos | Anterior 0,0; Posterior 0,0 |
| Numeração da seção | O indicativo numérico, em algarismo arábico, de uma seção precede seu título, alinhado à esquerda.  As seções primárias devem começar sempre em páginas ímpares. Deixar um espaço (simples) entre o título da seção e o texto e entre o texto e o título da subseção.  Títulos sem indicativo numérico: errata, agradecimentos, listas de ilustrações, tabelas etc., resumo, sumário, referências, apêndices e anexos. |

Fonte: Universidade Federal de Santa Catarina (2011).

#### As ilustrações

Independentemente do tipo de ilustração (quadro, desenho, figura, fotografia, mapa, entre outros), sua identificação aparece na parte superior, precedida da palavra designativa.

A indicação da fonte consultada deve aparecer na parte inferior, elemento obrigatório mesmo que seja produção do próprio autor. A ilustração deve ser citada no texto e inserida o mais próximo possível do texto a que se refere. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS, 2011, p. 11).

#### Equações e fórmulas

As equações e fórmulas devem ser destacadas no texto para facilitar a leitura. Para numerá-las, deve-se usar algarismos arábicos entre parênteses e alinhados à direita. Pode-se usar uma entrelinha maior do que a usada no texto (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS, 2011).

Exemplo

X2 + Y2 = Z2 (1)

(X2 + Y2) = n (2)

##### Exemplo tabela.

De acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (1993), tabela é uma forma não discursiva de apresentar informações onde os números representam a informação central.

Tabela 1 - Médias concentrações urbanas 2010-2011

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Média concentração urbana** | **População** | | **Produto Interno Bruto – PIB (bilhões R$)1, 3** | **Número de empresas2, 3** | **Número de unidades locais2, 3** |
| **Nome** | **Total** | **No Brasil1** |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Ji-Paraná (RO) | 116 610 | 116 610 | 1,686 | 2 734 | 3 082 |
| Parintins (AM) | 102 033 | 102 033 | 0,675 | 634 | 683 |
| Boa Vista (RR) | 298 215 | 298 215 | 4,823 | 4 852 | 5 187 |
| Abaetetuba (PA) | 141 100 | 141 100 | 0,534 | 846 | 895 |
| Bragança (PA) | 113 227 | 113 227 | 0,452 | 654 | 686 |

Fonte: IBGE (2010).

# SEÇÃO

Este *template* tem algumas seções criadas na tentativa de facilitar o seu uso. No entanto, não há um limite máximo ou mínimo de seção a ser utilizado no trabalho. Cabe a cada autor definir a quantidade que melhor atenda às suas necessidades. Lembramos que o início de cada seção começa no anverso da folha.

# CONCLUSÃO

As conclusões devem responder às questões da pesquisa, em relação aos objetivos e às hipóteses. Devem ser breves, podendo apresentar recomendações e sugestões para trabalhos futuros.

###### REFERÊNCIAS

Acesse:

<http://www.more.ufsc.br/>

###### APÊNDICE A – Descrição

Textos elaborados pelo autor, a fim de completar a sua argumentação. Deve ser precedido da palavra APÊNDICE, identificada por letras maiúsculas consecutivas, travessão e pelo respectivo título. Utilizam-se letras maiúsculas dobradas, quando esgotadas as letras do alfabeto.

Planilha 1 – Modelo A.

|  |  |
| --- | --- |
| xxxx | yyyyyyyyyyyyyyy |
| xxxx | yyyyyyyyyyyyyyy |
| xxxx | yyyyyyyyyyyyyyy |
| xxxx | yyyyyyyyyyyyyyy |
| xxxx | yyyyyyyyyyyyyyy |
| xxxx | yyyyyyyyyyyyyyy |
| xxxx | yyyyyyyyyyyyyyy |
| xxxx | yyyyyyyyyyyyyyy |
| xxxx | yyyyyyyyyyyyyyy |
| xxxx | yyyyyyyyyyyyyyy |
| xxxx | yyyyyyyyyyyyyyy |
| rrrrrrrrrrrrrrrrr | eeeeeeeeeeeeeeeee |
| xxxx | yyyyyyyyyyyyyyy |
| xxxx | yyyyyyyyyyyyyyy |
| rrrrrrrrrrrrrrrrr | eeeeeeeeeeeeeeeee |
| xxxx | yyyyyyyyyyyyyyy |
| xxxx | yyyyyyyyyyyyyyy |
| rrrrrrrrrrrrrrrrr | eeeeeeeeeeeeeeeee |
| xxxx | yyyyyyyyyyyyyyy |
|  | ttttttttttttttttt |
| rrrrrrrrrrrrrrrrr | eeeeeeeeeeeeeeeee |
| ttttttttttttt |  |
| rrrrrrrrrrrrrrrrr | eeeeeeeeeeeeeeeee |
| rrrrrrrrrrrrrrrrr | eeeeeeeeeeeeeeeee |
|  | gggggggggggggggggg |
| rrrrrrrrrrrrrrrrr | eeeeeeeeeeeeeeeee |
| rrrrrrrrrrrrrrrrr | eeeeeeeeeeeeeeeee |
| rrrrrrrrrrrrrrrrr | eeeeeeeeeeeeeeeee |
| rrrrrrrrrrrrrrrrr | eeeeeeeeeeeeeeeee |
| rrrrrrrrrrrrrrrrr | eeeeeeeeeeeeeeeee |

Fonte: Elaborada pelo autor (2016).

###### ANEXO A – Descrição

São documentos não elaborados pelo autor, que servem de fundamentação (mapas, leis, estatutos). Deve ser precedido da palavra ANEXO, identificada por letras maiúsculas consecutivas, travessão e pelo respectivo título. Utilizam-se letras maiúsculas dobradas, quando esgotadas as letras do alfabeto.