



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS DE PALMAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

DANILO DA CONCEIÇÃO NASCIMENTO

**OTIMIZAÇÃO MULTIOBJETIVO DE TRANSFORMADORES VIA ALGORÍTMOS
NATURAIS USANDO PYTHON**

Palmas/TO
2021

DANILO DA CONCEIÇÃO NASCIMENTO

**OTIMIZAÇÃO MULTIOBJETIVO DE TRANSFORMADORES VIA ALGORÍTMOS
NATURAIS USANDO PYTHON**

Monografia foi avaliada e apresentada à
UFT – Universidade Federal do Tocantins
– Campus Universitário de Palmas, Curso
de Engenharia Elétrica para aprovação na
disciplina Projeto de Graduação I.

Orientadora: Prof. Dr. Adelicio Maximiano
Sobrinho

Palmas/TO
2021

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	3
1.1	Justificativa.....	4
1.2	Objetivos	4
1.2.1	Objetivo Geral	4
1.2.2	Objetivos Específicos	4
1.3	Metodologia	5
1.4	Estrutura da dissertação	5
1.5	Cronograma de atividades a serem realizadas.....	5
	REFERÊNCIAS.....	7

1 INTRODUÇÃO

Transformador é um dos dispositivos mais simples e é constituído por dois ou mais circuitos elétricos acoplados por um circuito magnético em comum (FITZGERALD, KINGSLEY e UMANS., 2014). Para maximizar a ligação magnética entre os circuitos é necessário que estes estejam enrolados sobre um núcleo magnético de pequena relutância (MARTIGNONI, 1991).

Analisar as perdas é de suma importância em projetos de transformadores pois elas determinam o rendimento e influenciam consideravelmente o custo de operação (FITZGERALD, KINGSLEY e UMANS., 2014). Sendo assim essa dissertação replicará um estudo sobre o problema de otimização em projetos de transformadores trifásicos proposto na tese (SOBRINHO, 2019). Essa otimização será realizada com o auxílio de duas funções de otimização: mono e multi-objetivo.

Com o uso das funções mono-objetivo será possível otimizar a massa ou as perdas totais. Para a função multi-objetivo as metas são: minimizar a massa da parte ativa do transformador (custo) e as perdas totais (SOBRINHO, 2019). Para tanto será utilizado algoritmos naturais a saber Evolução Diferencial (ED) e Enxame de Partículas (EP). Além de otimizar essas duas variáveis, o programa desenvolvido será capaz de calcular a corrente transitória do transformador (corrente *inrush*).

A corrente *inrush* do transformador pode chegar até dez vezes a corrente de operação durante a energização do transformador, causando assim uma série de problemas ao sistema elétrico (YACAMINI e ABU-NSSAER, 1986). Essa corrente não é senoidal, as componentes de frequência mais elevadas, geralmente a terceira e quarta harmônica causam danos aos sistema elétrico, produz tensões mecânicas nos enrolamentos, provoca danos ao transformador, cria afundamentos de tensão e dificulta o funcionamento dos relés de proteção (SOBRINHO, 2019).

Nos projetos de transformadores, as principais grandezas são: correntes de magnetização a vazio, as dimensões do núcleo e das bobinas, as perdas nos enrolamentos, as perdas a vazio, o rendimento, e a corrente *inrush* do transformador. Em sua tese (SOBRINHO, 2019) usa o *software* OCTAVE para realizar os cálculos. Nessa dissertação foi usado a linguagem de programação *Python* em conjunto as bibliotecas *numpy* e *pandas* para realização dos cálculos. Para a criação da Interface Gráfica do Usuário (GUI, do inglês Graphical User Interface) foi usado o PyQT que é

um conjunto de ferramentas escritas em C++ e Python para criação de interfaces multiplataforma (Windows e Linux) (QT, 2020).

Neste capítulo consta inicialmente, os objetivos, a revisão bibliográfica, as justificativas e a estrutura da dissertação.

1.1 Justificativa

Como citado anteriormente há uma necessidade de desenvolvimento de ferramentas para otimização de transformadores de distribuição. Como não há soluções comerciais para solução do problema faz-se necessário o estudo e desenvolvimento de soluções próprias. Além disso o uso da linguagem de programação escolhida possibilita uma gama de possibilidades para uso futuro da biblioteca, pois *Python* é amplamente usado nas universidades e pela comunidade em geral (PYTHON, 2021).

Nesse contexto o presente trabalho visa contribuir na área de projetos de transformadores de distribuição. Além de construir uma interface com usuário que possa ser reutilizada caso se queira implementar outras técnicas de otimização.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma solução em *Python* com Interface Gráfica do Usuário para inserção dos parâmetros e otimização mono e multi-objetivo para minimizar perdas totais e massa ativa (custo) dos transformadores de distribuição trifásicos.

1.2.2 Objetivos Específicos

Em específico os objetivos do trabalho foram:

- a) Projetar e explorar os parâmetros dos transformadores de distribuição trifásicos;
- b) Analisar as soluções dos algoritmos ED e EP quando aplicados ao projeto de transformadores de distribuição trifásicos;

- c) Desenvolver uma Interface Gráfica do Usuário para inserção dos parâmetros referentes ao projeto de transformadores e dos algoritmos EP e ED;
- d) Comparar os resultados dos algoritmos EP e ED na solução do problema de otimização.

1.3 Metodologia

Inicialmente esse trabalho visa realizar um levantamento bibliográfico dividido em duas partes: estudo de projetos de transformadores de distribuição e estudo de métodos de otimização usando algoritmos naturais. A próxima etapa é a modelagem e implementação dos algoritmos EP e ED bem como o desenvolvimento da Interface Gráfica do Usuário. A última etapa será a comparação das respostas encontradas pelos algoritmos EP e ED com projetos de transformadores reais.

1.4 Estrutura da dissertação

O trabalho está organizado em 5 capítulos, em que o primeiro capítulo foi a Introdução. O capítulo 2 trata da fundamentação teórica acerca do projeto de transformadores de distribuição trifásicos, onde são descritas as equações matemáticas utilizadas para dimensionar, desde o projeto, as grandezas: correntes de magnetização a vazio, as dimensões do núcleo e das bobinas, as perdas nos enrolamentos, as perdas a vazio, o rendimento, e a corrente *inrush* do transformador. No Capítulo 3 são discutidos os algoritmos naturais EP e ED bem como as variáveis de projeto escolhidas. No capítulo 4 é abordado os conceitos fundamentais da linguagem *Python* e do desenvolvimento de interfaces gráficas usando PyQT. No capítulo 5 é apresentado as respostas ao problema de otimização usando os algoritmos EP e ED assim como apresenta as conclusões obtidas e as sugestões de trabalhos futuros.

1.5 Cronograma de atividades a serem realizadas

Toda a modelagem e simulação do transformador já foi implementada. Também já foi implementado o algoritmo genético mas há necessidade de refatorar

uma parte do código pois o tempo de execução aumenta consideravelmente quando o número de resposta cresce. Já foi criada a interface gráfica e inseriria a opção de criar uma nova execução do algoritmo genético. No futuro será implementado a opção de salvamento dos dados do usuário em um banco de dados para carregamento posterior bem como a possibilidade de carregamento dos resultados sem a necessidade de execução dos algoritmos.

Logo a baixo temos uma tabela com o cronograma de execução das atividades:

Atividade	Prazo
Escrever O Capítulo 2	30/07
Escrever O Capítulo 3	30/08
Implementar O Algoritmo EP	30/08
Finalizar A Gui	15/09
Escrever O Capítulo 4	30/09
Finalizar A Dissertação	15/10

REFERÊNCIAS

- FITZGERALD, A. E.; KINGSLEY, C.; UMANS., S. D. **Máquinas Elétricas**. 7ª ed. ed. Porto Alegre: McGraw-Hill Higher Education, 2014.
- MARTIGNONI, A. **Transformadores**. [S.l.]: Editora Globo, 1991.
- PYTHON. EDU-SIG: Python in Education. **Python**, 2021. Disponível em: <<https://www.python.org/community/sigs/current/edu-sig/>>. Acesso em: Jul. 2021.
- QT. The future is written with Qt. **QT Documentation**, 2020. Disponível em: <<https://doc.qt.io/>>. Acesso em: Jul. 2021.
- SOBRINHO, A. M. Uma contribuição aos projetos de transformadores via algoritmos naturais e elementos finitos, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/26308>>. Acesso em: Dez. 2020.
- YACAMINI, R.; ABU-NSSAER, A. The calculation of inrush current in three-phase. **IEE Proceedings B - Electric Power Applications**, 133, 1986. 31-40. Disponível em: <<https://doi.org/10.1049/ip-b.1986.0006>>. Acesso em: Jul 2021.