

Daniel Mendes Ayoub

**PROPOSTAS PARA INSTALAÇÃO DE UM CONJUNTO DE
MEDIÇÃO ÓPTICA DE GRANDEZAS FÍSICO-MECÂNICAS E
ELÉTRICAS EM TORRES DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA:
CLASSE 230 KV**

Trabalho de conclusão de Curso
submetido ao Departamento de
Engenharia Elétrica da Universidade
Federal de Santa Catarina para a
obtenção do Grau de Bacharel em
Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Augusto
da Rosa.

Coorientador: M.Eng. Gabriel Santos
Bolacell.

Florianópolis
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Mendes Ayoub, Daniel

Propostas para instalação de um conjunto de medição óptica de grandezas físico-mecânicas e elétricas em torres de transmissão de energia : classe 230 kV / Daniel Mendes Ayoub ; orientador, Mauro Augusto da Rosa, coorientador, Gabriel Santos Bolacell, 2018.

130 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Elétrica, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

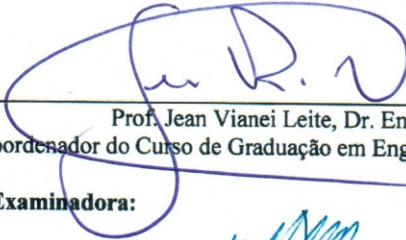
1. Engenharia Elétrica. 2. Sensor em Fibra Óptica. 3. Torre de Transmissão. 4. Monitoramento. I. Rosa, Mauro Augusto da. II. Santos Bolacell, Gabriel. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Elétrica. IV. Título.

Daniel Mendes Ayoub

**PROPOSTAS PARA INSTALAÇÃO DE UM CONJUNTO DE
MEDIÇÃO ÓPTICA DE GRANDEZAS FÍSICO-MECÂNICAS E
ELÉTRICAS EM TORRES DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA:
CLASSE 230 KV**

Este Trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel
em Engenharia Elétrica e aprovado, em sua forma final, pela Banca
Examinadora

Florianópolis, 13 de agosto de 2018.

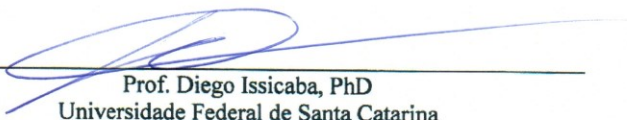


Prof. Jean Viane Leite, Dr. Eng.
Coordenador do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

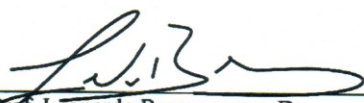
Banca Examinadora:



Prof. Professor Mauro Rosa, Dr Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Diego Issicaba, PhD
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Leonardo Bremermann, Dr
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho a todos que torceram por essa conquista.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Fuad e Rosine, por tornar esse mundo um lugar mais amável, vocês me inspiram como ser humano. Ao meu irmão Filipe por me ensinar que amar, é acima de tudo, respeitar. Agradeço também a minha namorada Gabriela, por ser um exemplo de dedicação, perseverança e amor. Vocês tem grande parte nessa conquista.

Agradeço ao meu tio Daniel, que me cedeu seu nome e, nunca me deixou faltar nada nos momentos em que a universidade era somente um sonho em minha cabeça.

Agradeço ao professor Mauro Rosa por abrir as portas do INESC P&D Brasil, para que eu pudesse mostrar o meu trabalho. Ao Gabriel Bolacell, por toda a gentileza e cumplicidade no dia-a-dia e na realização deste trabalho.

Agradeço também aos meus queridos amigos da Rep.In Wood, os que já foram e os que ainda permanecem, vocês são minha segunda família.

Aos meus queridos amigos Tiago e Silvestre, nossa amizade é em nome de um bem maior.

Agradeço ao meu grande amigo Gustavo, você também tem parte nessa conquista.

Aos amigos que fiz na Engenharia Elétrica, em especial ao meu querido Francesco Brenelli, foi um ser divino que cruzou nossos caminhos.

"Mais que de máquinas, precisamos de
humanidade."

(Charles Chaplin)

RESUMO

Este trabalho propõe a instalação de um sistema de monitoramento baseado em sensores de fibra óptica em uma linha de transmissão com nível de tensão 230 KV. O sistema tem como objetivo aferir corrente e temperatura no cabo condutor bem como a tração exercida pelo mesmo sobre a torre de transmissão. As propostas são divididas para três diferentes modelos de torres, englobando elementos como a eletrônica embarcada, alimentação por energia fotovoltaica, fonte óptica de luz e uma estação meteorológica. Foi elaborada uma revisão bibliográfica sobre as tecnologias que são baseadas em sensoriamento óptico. Além do posicionamento dos equipamentos que compõem a solução de monitoramento, também foi proposto o seu acondicionamento, respeitando as normas vigentes.

Palavras-chave: Sensor em Fibra Óptica. Torre de Transmissão. Monitoramento.

ABSTRACT

This work proposes the installation of a monitoring system based on optic fiber sensors, in a transmission line with 230 KV voltage level. The system's objective is to measure current and temperature in the cable conductor as well as the traction exerted by it on the transmission tower. The proposals are divided in three different models of tower, encompassing elements like embedded electronics, photovoltaic power, light source and a compact weather station. A literature review has been developed on technologies that are based on optical sensing. In addition to the propositioning of the equipment that makes up the monitoring solution, it was also proposed to be packaged, respect current regulations.

Keywords: Fiber Optic Sensor. Transmission Tower. Monitoring.

LISTA DE FIGURAS

Protegido por termo de sigilo devido às patentes envolvidas no projeto até Agosto de Dois Mil e Vinte (08/2020).

LISTA DE TABELAS

Protegido por termo de sigilo devido às patentes envolvidas no projeto até Agosto de Dois Mil e Vinte (08/2020).

LISTA DE EQUAÇÕES

Protegido por termo de sigilo devido às patentes envolvidas no projeto até Agosto de Dois Mil e Vinte (08/2020).

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Protegido por termo de sigilo devido às patentes envolvidas no projeto até Agosto de Dois Mil e Vinte (08/2020).

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	25
1.1	OBJETIVOS	26
1.1.1	Objetivo Geral	26
1.1.2	Objetivos Específicos	26
1.1.3	Organização do Trabalho	26
	REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

A geração energética de um país está atrelada intrinsecamente ao seu crescimento econômico e, por consequência, ao seu patamar de consumo. Há um grande desafio em transportar uma demanda crescente de energia dos centros produtores para os consumidores, que são geralmente as grandes cidades. A transmissão da energia tem um papel determinante na operação de um sistema energético como o brasileiro, que é interligado quase na sua totalidade. Dentro desse contexto a capacidade de transporte da potência elétrica tem um peso considerável nessa parcela operacional. Mitigar certas incertezas, dentre elas a ampacidade nas linhas de transmissão, efetivamente auxilia na tomada de decisões por parte dos operadores.

Há pouco tempo, sistemas de monitoramento de energia elétrica em tempo real, com destaque para a ampacidade em linhas de transmissão, eram efetuados somente de maneira indireta, com a medição de variáveis como temperatura no condutor, temperatura ambiente, características mecânicas do cabo e vento, além da incidência solar (NAZARÉ, 2010).

A operação é conservadora do ponto de vista da potência transmitida, pois as restrições impostas estão associadas aos limites térmicos das linhas de transmissão. Esses limites segundo ANJOS (2013) são calculados de acordo com parâmetros climatológicos e estão intimamente ligados ao vão crítico dessa linha, definindo-se assim o seu limite de carregamento.

Os recentes avanços na tecnologia de monitoramento de sistemas elétricos de potência vêm com o intuito de aumentar a confiabilidade do sistema, provendo mais informações e influenciando diretamente na capacidade de transmissão de energia. A obtenção de dados em tempo real sobre temperatura do condutor, corrente, tração imposta pelo cabo condutor, além de dados climatológicos, levam a mudanças nesses limites de carregamento.

É nesses pilares que se baseia a tecnologia que está sendo desenvolvida pelo projeto TECCON II, que visa monitorar de maneira direta a corrente que é transportada pelo condutor de uma linha de transmissão de classe 230 KV, além da tração exercida pelo cabo e a temperatura imposta a ele pela corrente e irradiação solar.

Dadas as variáveis que almejam ser mensuradas, há uma série de desafios, entre captar as variações dessas grandezas, tratar esses sinais de maneira adequada, prover a alimentação energética necessária para

manter o sistema funcionando e enviar ao operador de maneira rápida e eficiente, provendo assim uma monitorização constante e ininterrupta.

Desta maneira, o presente trabalho propõe soluções para o arranjo dos equipamentos que compõem o sistema de monitoramento do projeto TECCON II, adequando-os a diferentes torres que poderão receber os equipamentos, cada qual com sua particularidade de instalação.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Propor alternativas viáveis de instalação do sistema de aquisição e processamento de dados e respectivo módulo de alimentação que compõe a solução TECCON II para três modelos distintos de torres de transmissão classe 230 kV.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Caracterizar as tecnologias utilizadas para a aquisição das grandezas físico-mecânicas e elétricas definidas em projeto.
- b) Definir acondicionamento e alocação dos elementos ópticos, elétricos e eletrônicos responsáveis pelo processamento dos sinais.
- c) Indicar o local de instalação dos painéis solares fotovoltaicos responsáveis pela alimentação da solução TECCON II, nas respectivas torres de transmissão classe 230 kV.

1.1.3 Organização do Trabalho

O trabalho está organizado conforme os tópicos a seguir: o primeiro capítulo compreende a introdução e os objetivos que devem ser alcançados ao longo do documento proposto; o segundo capítulo fundamenta as tecnologias que são utilizadas para a aquisição e o processamento dos sinais aferidos pelos sensores ópticos; o terceiro e quarto capítulos lidam com as questões do acondicionamento dos equipamentos que deverão ser instalados na linha de transmissão; no capítulo cinco são apresentadas propostas de instalação para três

modelos diferentes de torres de transmissão; no sexto capítulo fazem-se considerações finais sobre as escolhas definidas no capítulo anterior.

Este trabalho de conclusão de curso está protegido por um termo de sigilo devido às patentes envolvidas no projeto e só deverá ser publicado em sua íntegra no mês de Agosto de Dois Mil e vinte (08/2020).

REFERÊNCIAS

Protegido por termo de sigilo devido às patentes envolvidas no projeto até Agosto de Dois Mil e Vinte (08/2020).

