

ESTIMAÇÃO EM TEMPO REAL DE TEMPERATURA AO LONGO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO UTILIZANDO SENSORES ÓPTICOS DE TEMPERATURA DISTRIBUÍDA (DTS)

Grupo de Estudo de Linhas de Transmissão /
R. Martins, L.F.R.B Toledo, K. K. Kuster, D.
A. Ussuna, R. V. Carvalho, V. Swinka F.



ESTRUTURA DA APRESENTAÇÃO

- Introdução
 - Motivação
 - Sensores Ópticos
- Desenvolvimento
 - Estimação de Temperatura no Condutor através do OPGW
- Resultados
- Conclusões



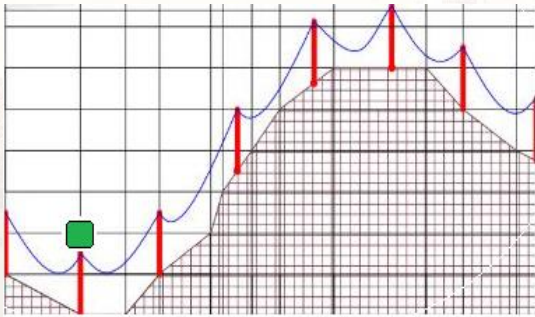
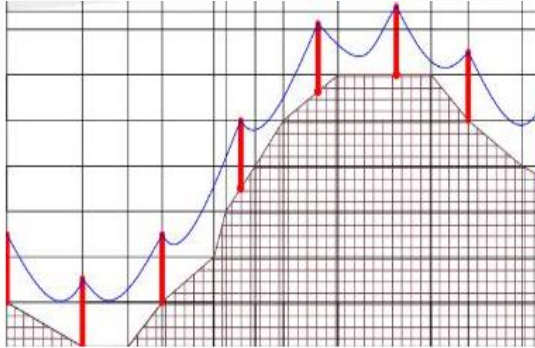
INTRODUÇÃO

A capacidade de uma linha de transmissão é determinada pela temperatura máxima que os cabos condutores podem atingir.

$$q_j(i, T_c) + q_s(S) - q_c(T_c, T_a, v, \varphi) - q_r(T_c, T_a) = 0$$

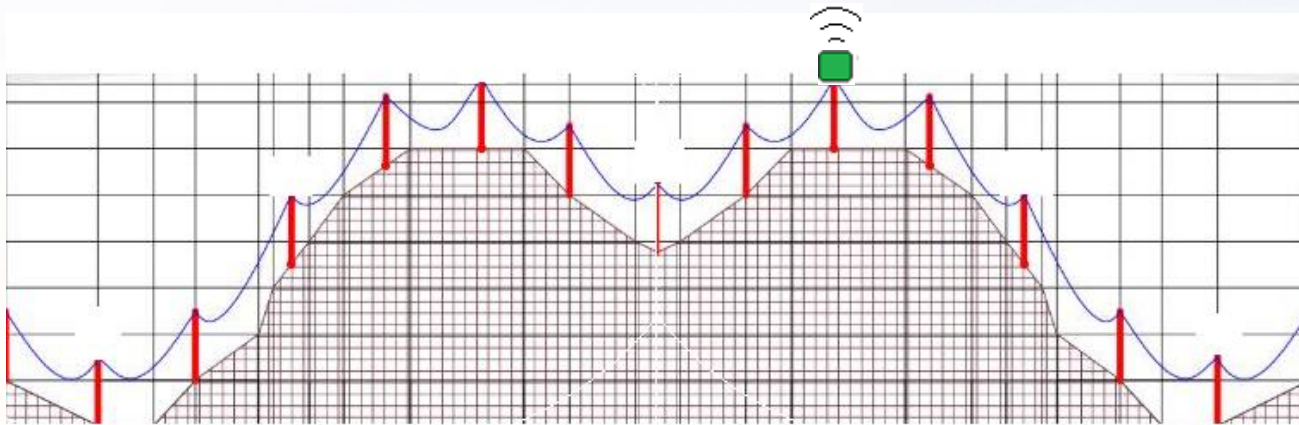
Existem diversas metodologias de cálculo. Os mais usados no Brasil são os determinísticos e os estatísticos e todos eles possuem considerações bastante conservadoras por questões de segurança.

Contudo, para otimizar a capacidade de uma linha, evitando assim ser excessivamente conservador, é necessário monitorá-la em tempo real para manter a segurança devido à aleatoriedade das condições climáticas.



INTRODUÇÃO

Dificuldades do monitoramento convencional



Medições Pontuais: não representam a temperatura ao longo de toda linha;

Envio dos dados: linhas extensas passam por locais com dificuldade de comunicação;

Manutenção: locais remotos podem dificultar o acesso às estações meteorológicas.

Pergunta

Como medir totalmente a temperatura ao longo de uma linha, com milhares de metros de extensão, e sem ter problemas de comunicação?

SENSORES OPTICOS

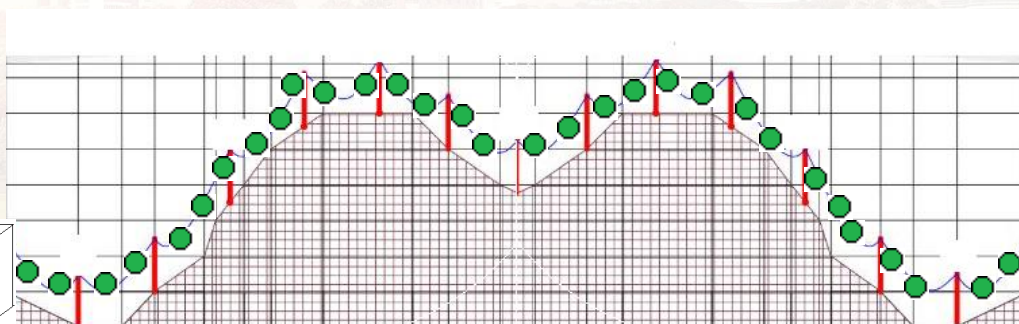
Aplicação no Sistema Elétrico



Solução dos problemas antigos:
 Medições a cada metro;
 Comunicação na SE;
Manutenção*.

Novo problema de Manutenção:

Rompimento dos cabos;
 Cabo não comum;
 Fusão da fibra;
 Grande risco do sistema ficar inutilizável.



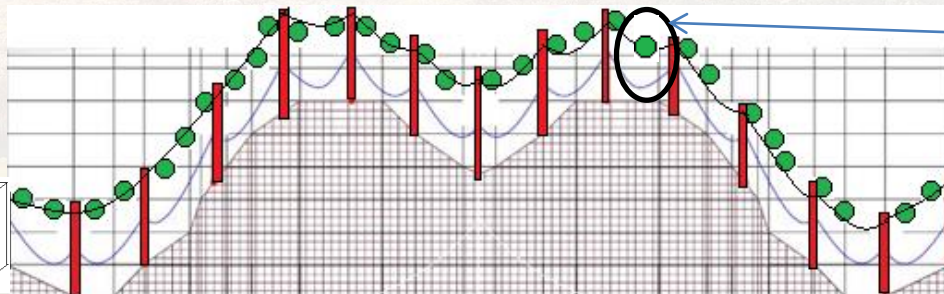
Subestação

ESTIMAÇÃO DA TEMPERATURA ATRAVÉS DO OPGW

A proposta para tentar viabilizar a implantação do DTS em linhas aéreas foi buscar uma forma de utilizar uma fibra do cabo OPGW como sensor do DTS.



Subestação

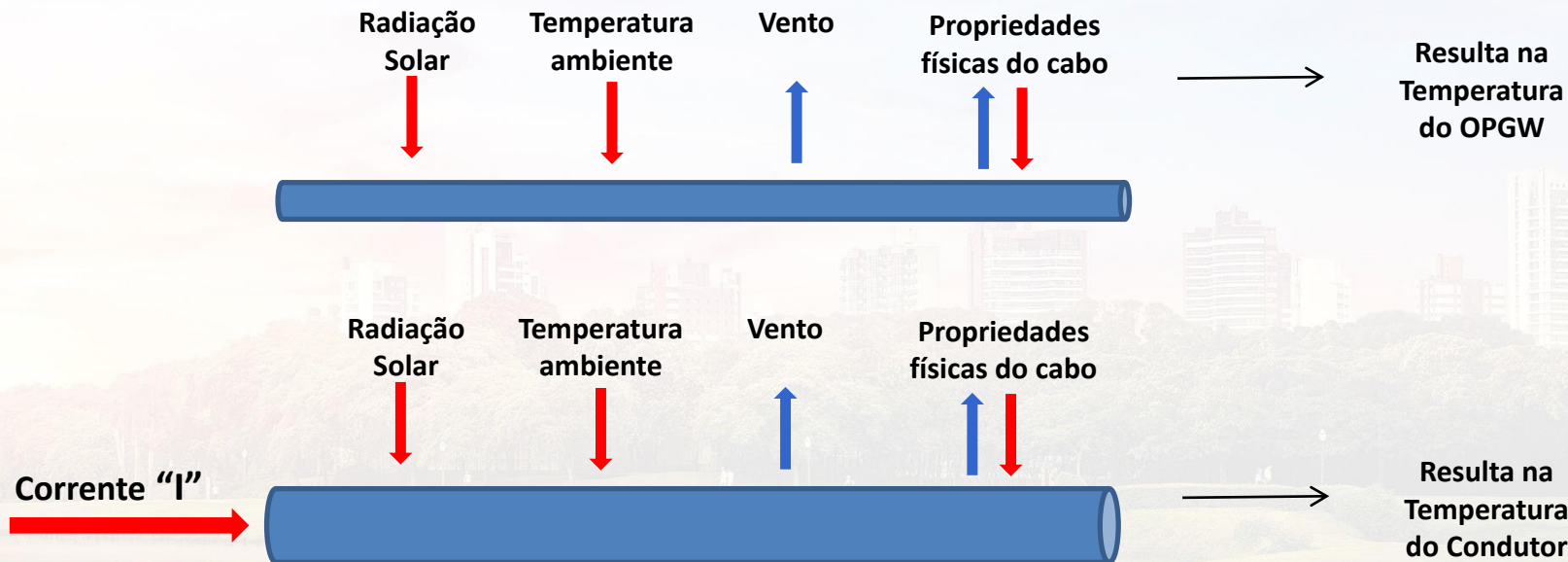


Zoom

ESTIMAÇÃO DA TEMPERATURA ATRAVÉS DO OPGW

$$q_j(i, T_c) + q_s(S) - q_c(T_c, T_a, v, \varphi) - q_r(T_c, T_a) = 0$$

Hipótese para o desenvolvimento do trabalho



ESTIMAÇÃO DA TEMPERATURA ATRAVÉS DO OPGW

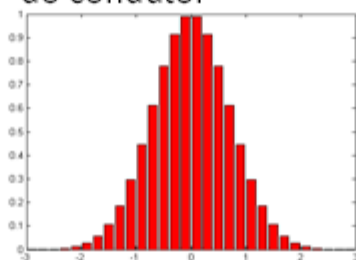
Valores possíveis das variáveis climáticas

$$\begin{bmatrix} T_{a_1} & v_1 & \varphi_1 & S_1 \\ T_{a_2} & v_2 & \varphi_2 & S_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ T_{a_i} & v_i & \varphi_i & S_i \end{bmatrix}$$



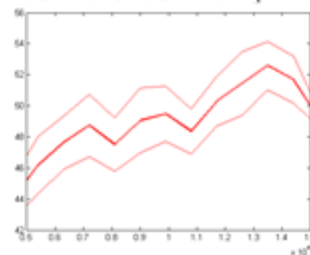
Equação de equilíbrio térmico

Possíveis temperaturas do condutor



Estatística

Temperatura média + intervalo confiança



$$q_j(i, T_c) + q_s(S) - q_c(T_c, T_a, v, \varphi) - q_r(T_c, T_a) = 0$$

RESULTADOS



Estação
Meteorológica

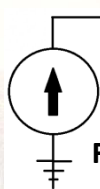


Sensores de
temperatura

Ventilação
forçada

OPGW

GROSBEAK



Fonte

- Vento forçado: $v=3,5 \text{ m/s}$ e $\phi=90^\circ$
- Sem vento forçado: $v=0,6 \text{ m/s}$ e $\phi=90^\circ$

Erro relativo porcentual (%)

— Erro relativo MonteCarlo + 2σ

Dias

CONCLUSÕES

- A metodologia apresenta uma solução para a insegurança dos métodos convencionais;
- Implantação relativamente simples (cabos OPGW já estão instalados);
- Há a possibilidade de identificar o vão crítico e verificar se há variação do seu local ao longo do tempo;
- A metodologia consegue estimar de forma satisfatória, segundo os resultados prévios, a temperatura do cabo condutor;
- A metodologia estima valores mais próximos dos reais, em comparação com outros métodos e **apresenta resultados conservadores**;

Equipamento portátil, pode ser levado facilmente para outra subestação que possua linhas com OPGW;

RAFAEL MARTINS, Dr.

 (41) 3331-3632

 (41) 99213-8086

 rafael.martins@copel.com

 www.copel.com.br