



FEIXES COMPACTOS E OTIMIZADOS PARA REDUÇÃO DOS CAMPOS ELÉTRICOS SUPERFICIAIS, DO RUÍDO AUDÍVEL E DA RÁDIO INTERFERÊNCIA EM LINHAS AÉREAS

GLT
Oswaldo Regis Jr
Luiz Adriano Cabral M.Domingues



Introdução

- Por décadas as LT de extra alta tensão tinham como pressuposto o uso de feixes com 18 polegadas de espaçamento entre cabos (0,457 m), chamados feixes convencionais. Nos anos 90, trabalhos da Chesf e Cepel, com professores da Universidade de São Petersburgo, mostraram a viabilidade de linhas com feixes diferentes daquele padrão. Modelos de cálculo, ensaios de laboratório e, finalmente, linhas reais em operação permitiram demonstrar amplamente a viabilidade das novas soluções e levaram à quebra daquele paradigma.
- Inicialmente o objetivo dos novos feixes era o desenvolvimento de linhas com menor reatância, criando as Linhas de Potência Natural Elevada - LPNE. Estas alternativas foram solução excelente para várias situações de expansão e repotencialização do sistema de transmissão, em especial nos casos de linhas longas, interligando usinas situadas a grandes distâncias dos centros de carga.
- Neste trabalho explora-se a possibilidade de utilizar os conceitos de otimização, não apenas para aumentar a potência natural, mas para outros objetivos que se julguem importantes, notadamente o desenvolvimento de linhas mais silenciosas.

- Tanto o ruído audível quanto as interferências eletromagnéticas produzidos por linhas de transmissão de alta e extra alta tensão são bem conhecidos dos engenheiros e técnicos que trabalham no projeto, construção e operação de LTs. O zumbido característico nas proximidades destas linhas é uma característica relativamente familiar. Geralmente estes fenômenos são tanto mais intensos quanto maior o nível de tensão (345 - 500 - 750 kV).
- Tanto o ruído audível quanto as interferências são efeitos decorrentes do fenômeno corona, processo de descargas e ionização do ar, que ocorre na vizinhança próxima da superfície do condutor, gerado pelo campo elétrico superficial. No projeto de uma linha de transmissão toma-se o cuidado de manter o campo elétrico superficial nos condutores abaixo do limiar de corona generalizado, a partir do qual ocorreria corona permanentemente em toda a linha.
- No entanto, devido a irregularidades na superfície dos cabos - o próprio encordoamento, danos devidos ao lançamento, depósito de partículas, sujeira, insetos, etc. - há formação de pontos de corona ao longo dos condutores. Um projeto cuidadoso trata de manter os efeitos de corona controlados, dentro de limites aceitáveis, porém é consenso que é economicamente inviável projetar e construir uma linha, de tensão elevada, totalmente livre de corona.

Cigre Science & Engineering

Volume N°2, June 2015

Innovation in the Power Systems industry



Evaluation of High Surge Impedance Loading (HSIL) solutions for increased natural capacity of 500 kV Overhead Lines.

**Study Committee B2
resp. Working Group B2.38**

Convenor: Oswaldo Junior Regis

Members

Angel Gallego Del Monte, Danna Liebhaber, Hee-Sung Ahn, Jarlath Doyle,
José Manuel Frenandez Davila, Paul Penserini, Tsinghua University,
Vivendhra Naidoo.

Abstract

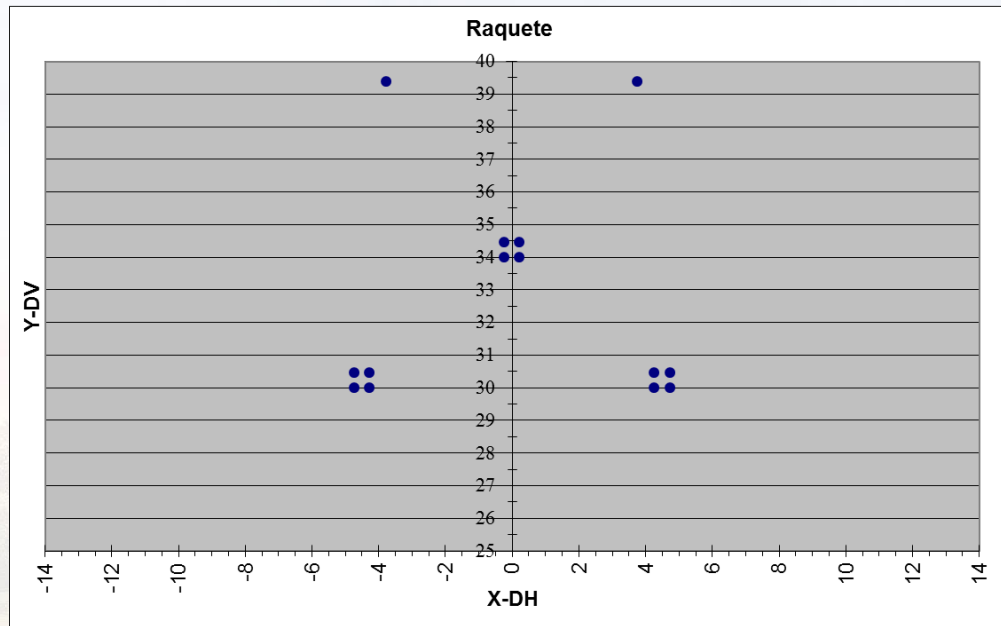
This report compares six different 500kV Transmission Lines Projects, each with four subconductors per phase and Surge Impedance Loading (natural capacity) of 1200 MW, which are currently operating in more than 10.000 km of extension in Brazil. Transmission Line compaction and the use of expanded bundle techniques are analyzed focusing on electrical coupling and its influence on positive sequence and zero sequence impedance. The electric field on the conductors' surface and the electric

The third generation of 500 kV lines were developed after several studies of High Surge Impedance Loading - HSIL, for a new level of 1200MW, applying the concept of compaction of the distance between phases, or the concept of expanded bundles, or a mix of both concepts.

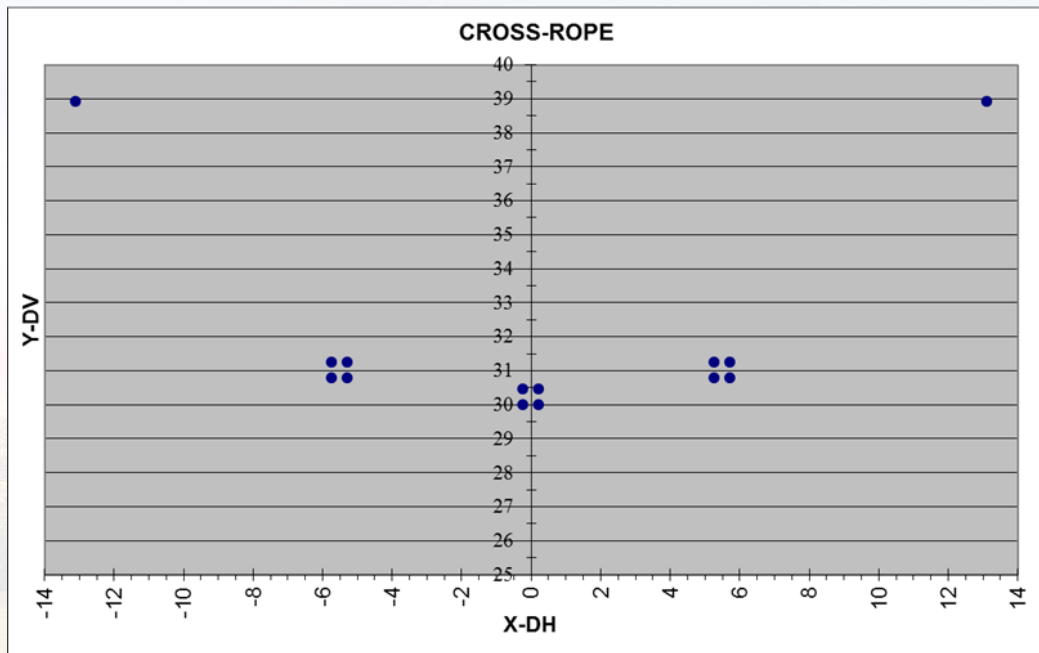
2. Theoretical aspects

The basic theory of optimization [1] of HSIL shows that, for the same voltage level, the equalization and

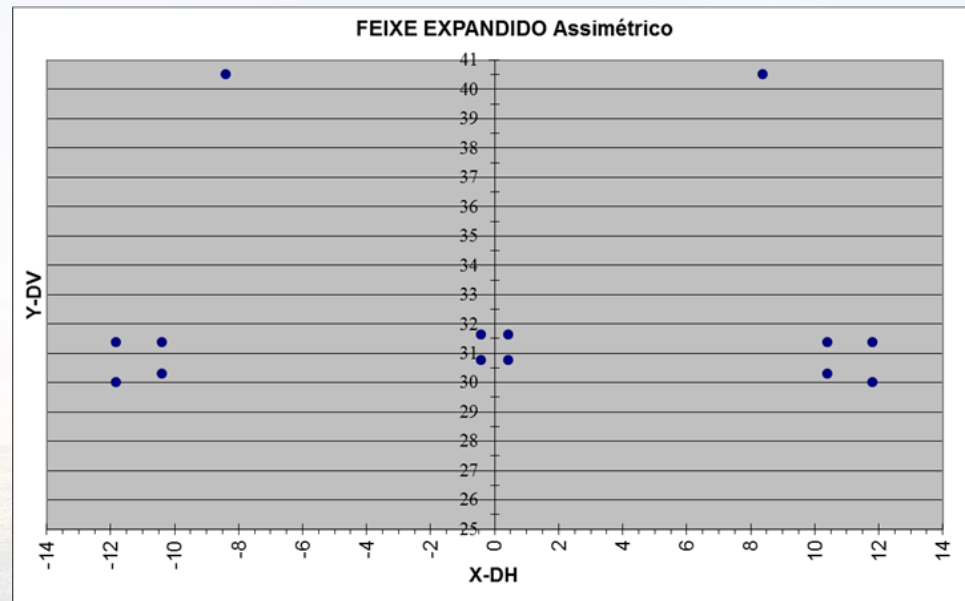
Geometria da cabeça da torre



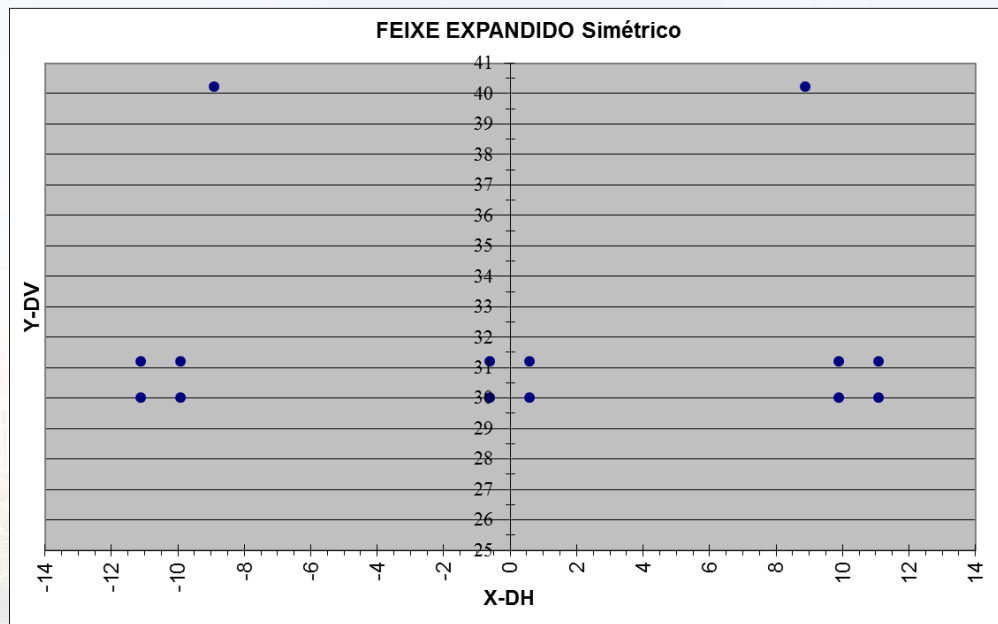
Geometria da cabeça da torre



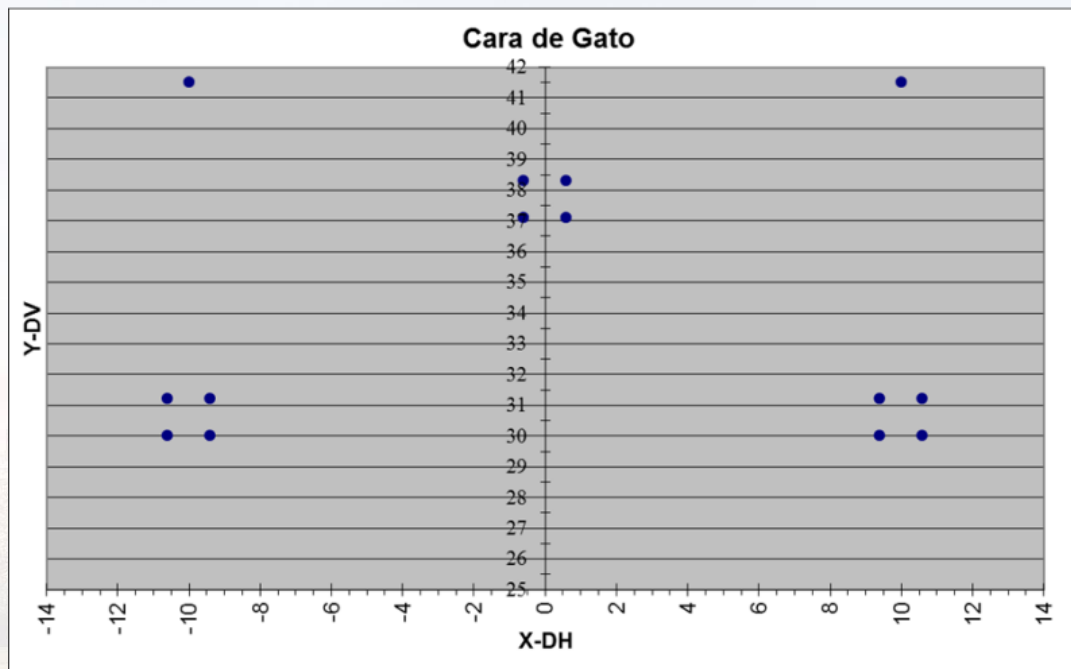
Geometria da cabeça da torre



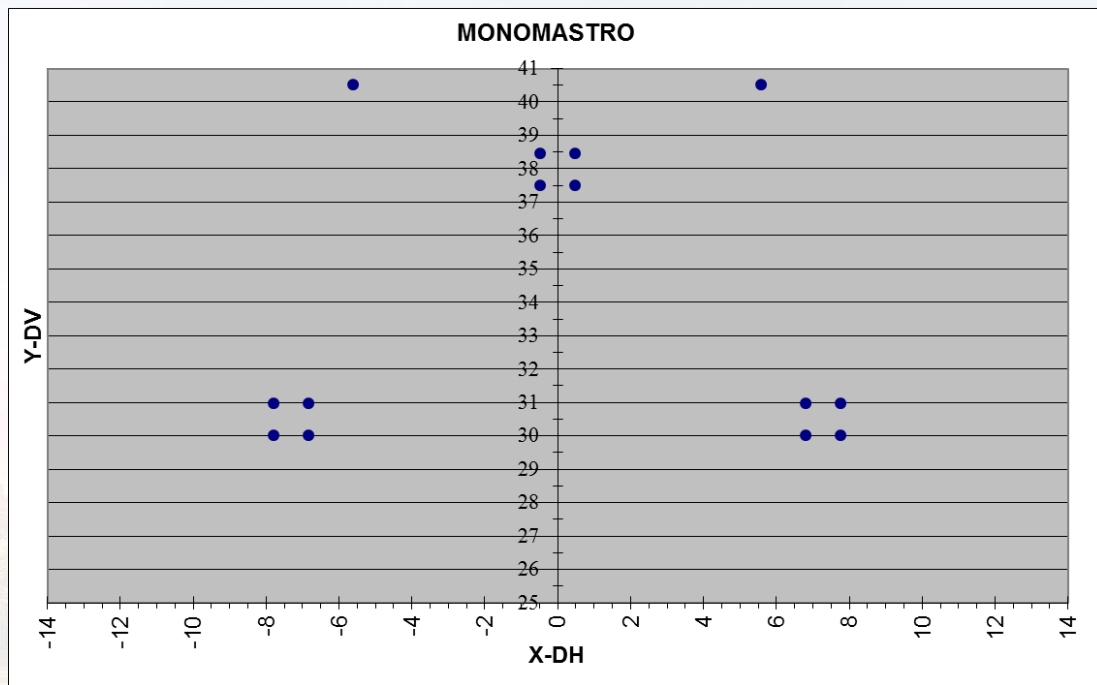
Geometria da cabeça da torre



Geometria da cabeça da torre

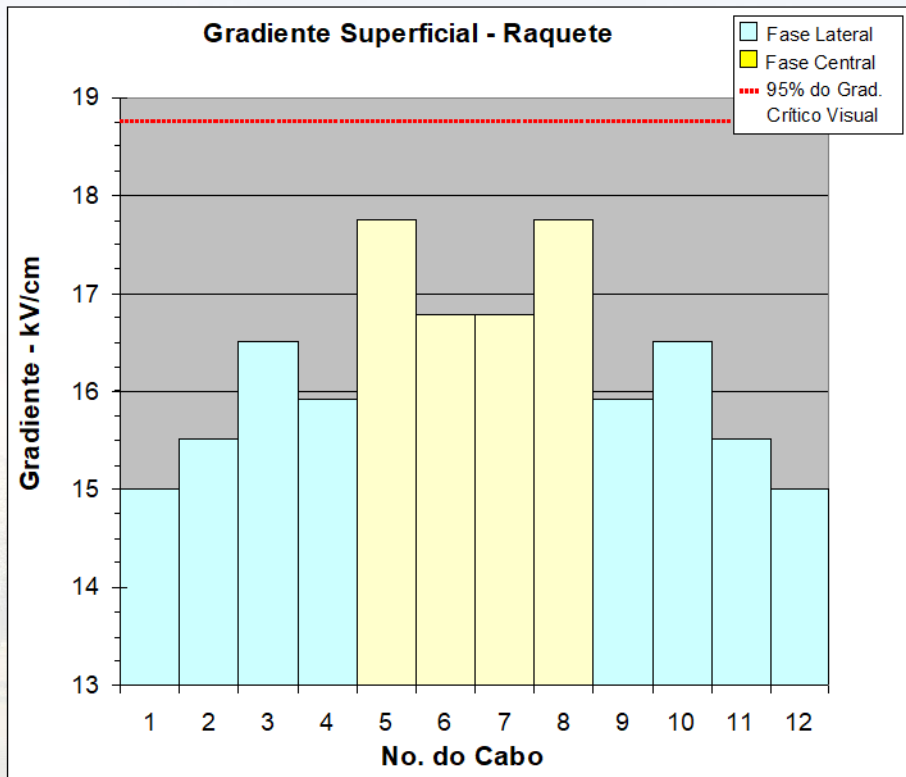
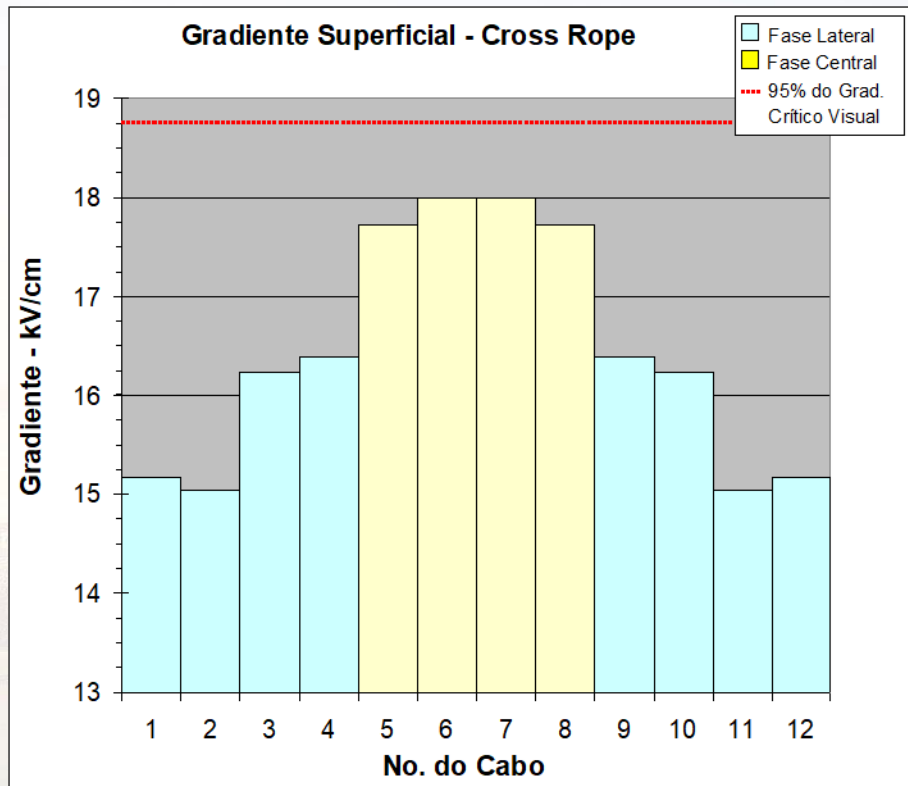


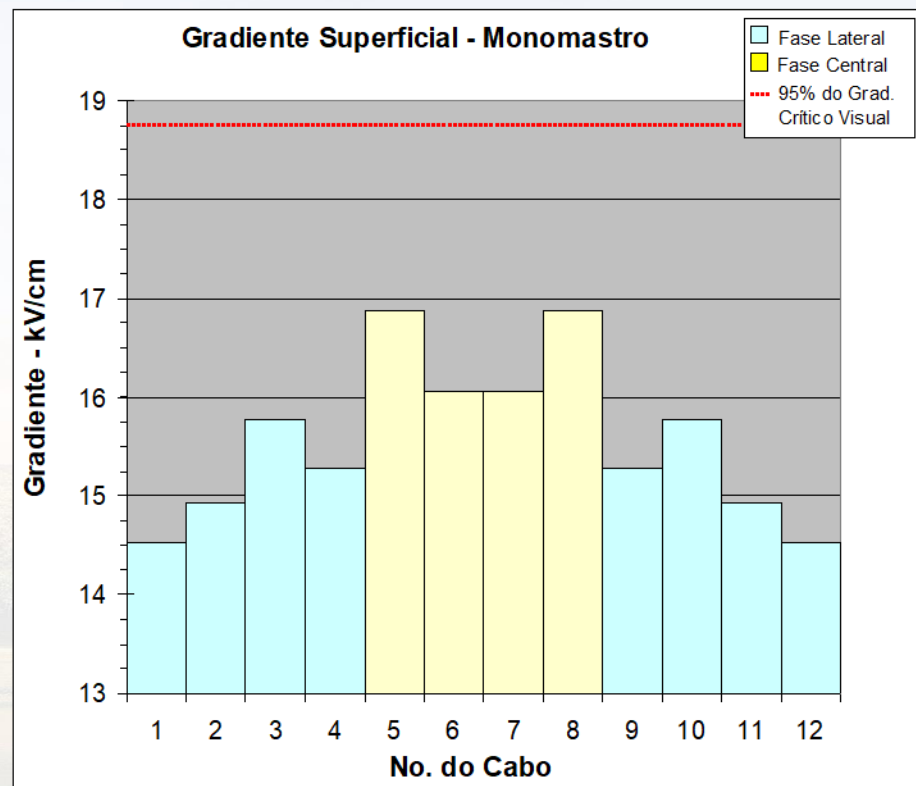
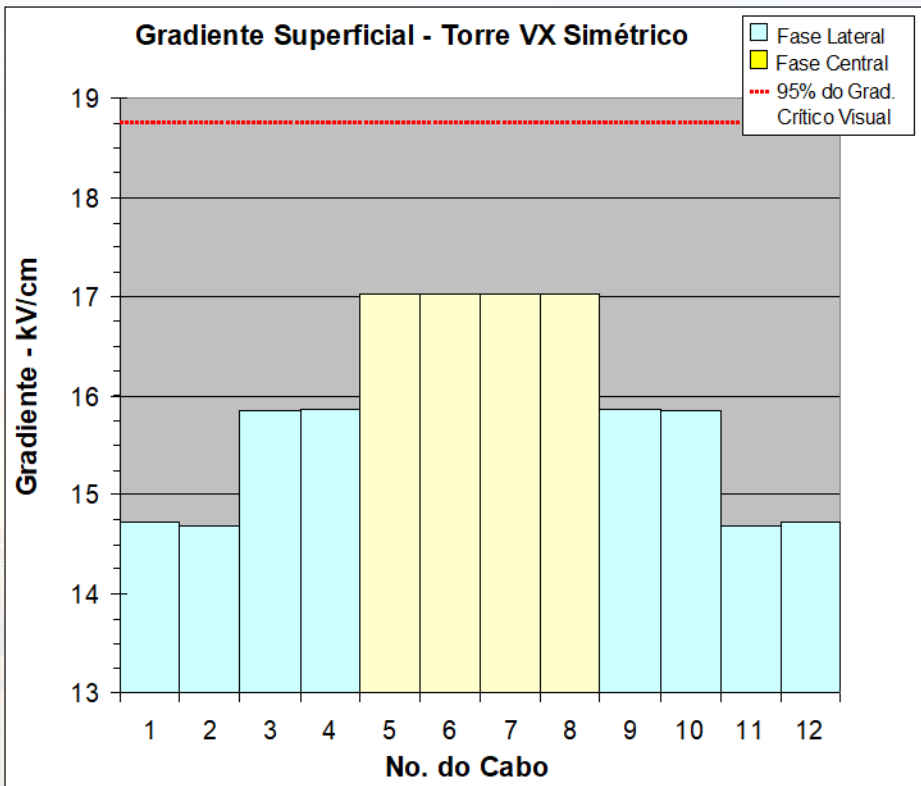
Geometria da cabeça da torre



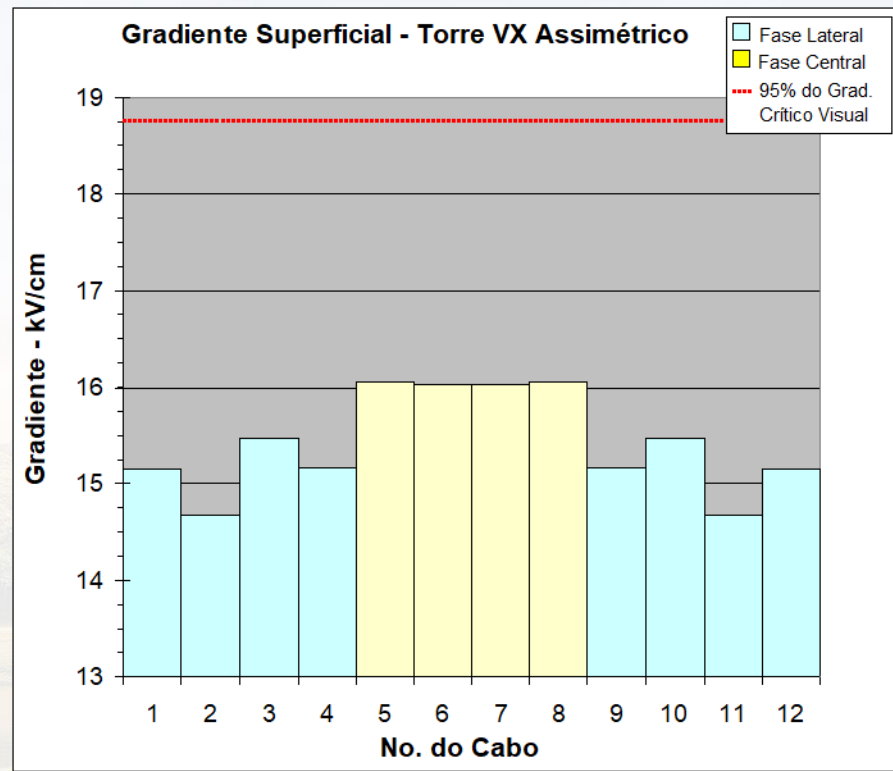
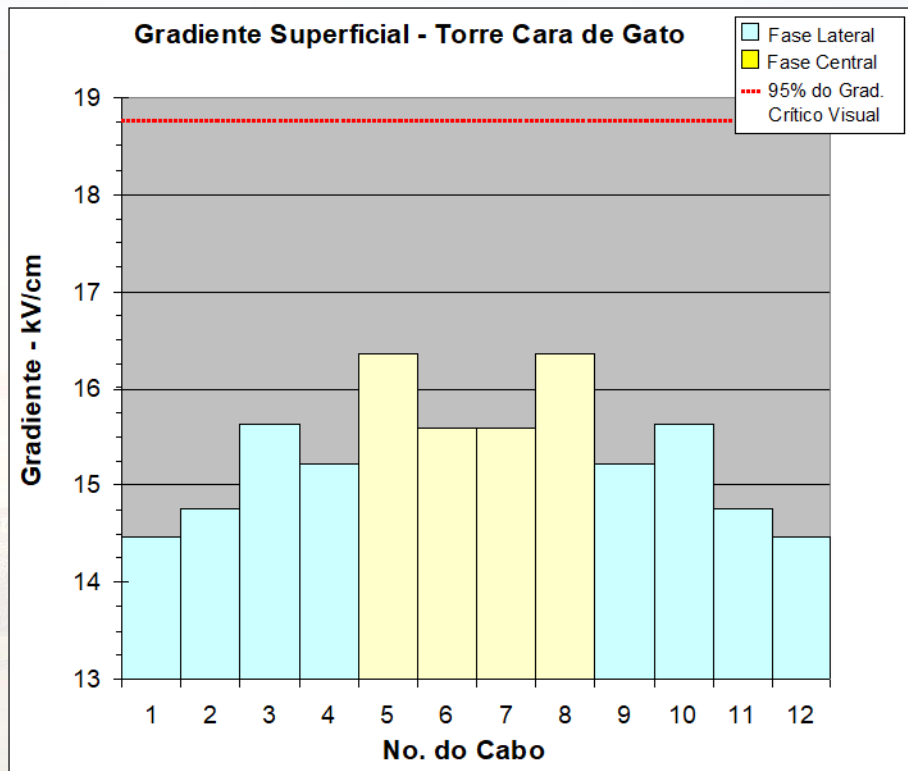
Três concepções em paralelo



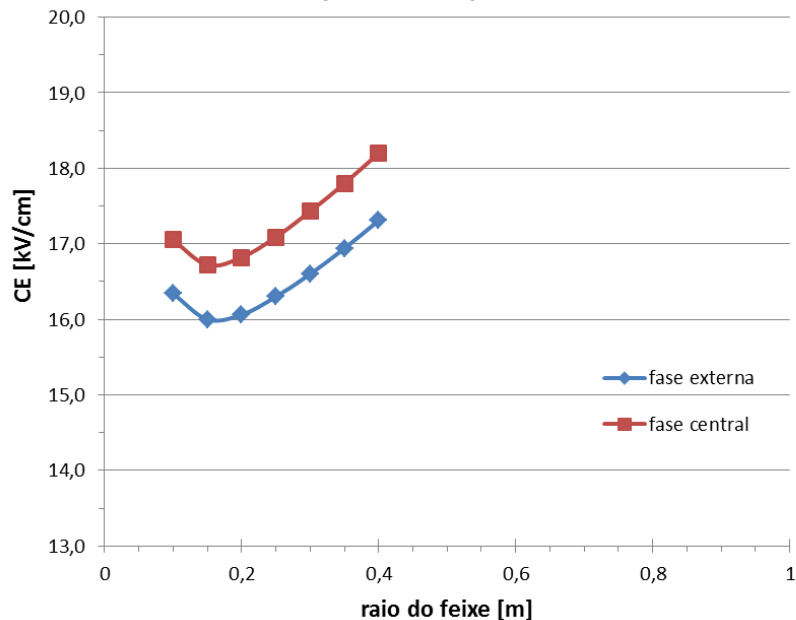




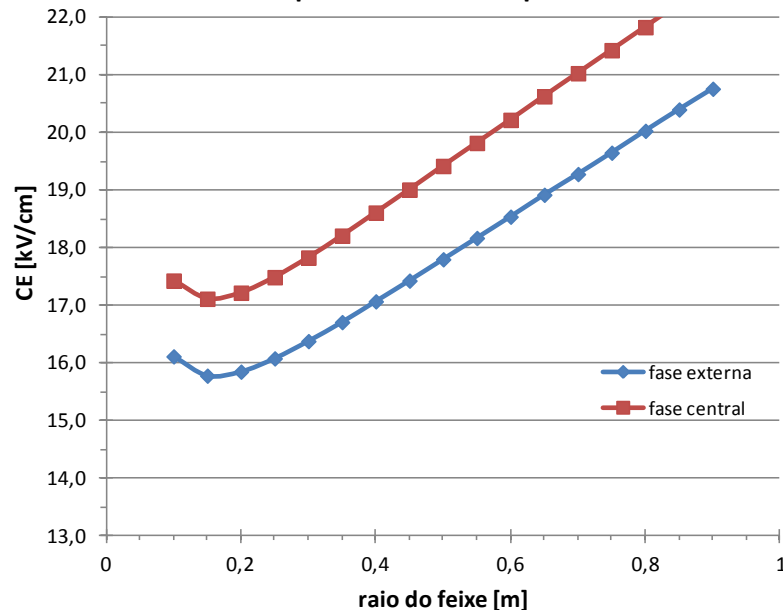
Campo elétrico na superfície dos cabos



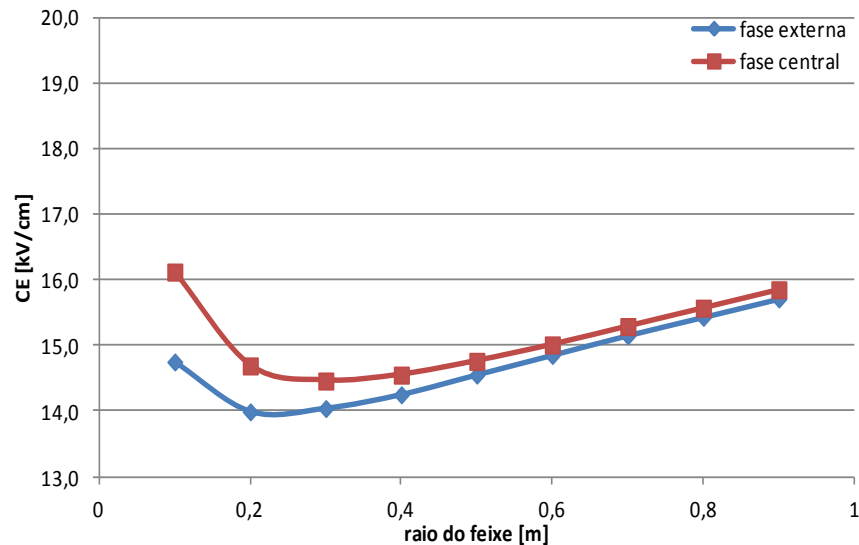
Otimização de feixe para redução de campo elétrico superficial-Raquete



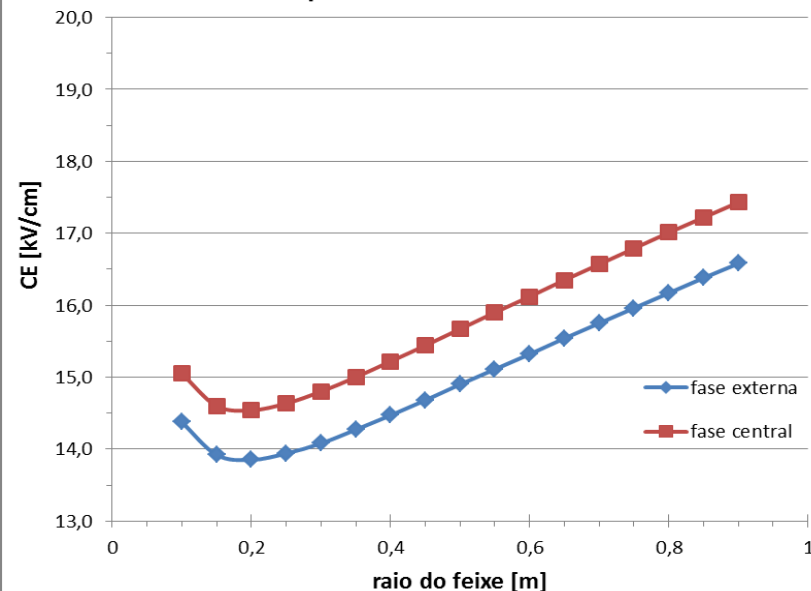
Otimização de feixe para redução de campo elétrico superficial - Cross-Rope



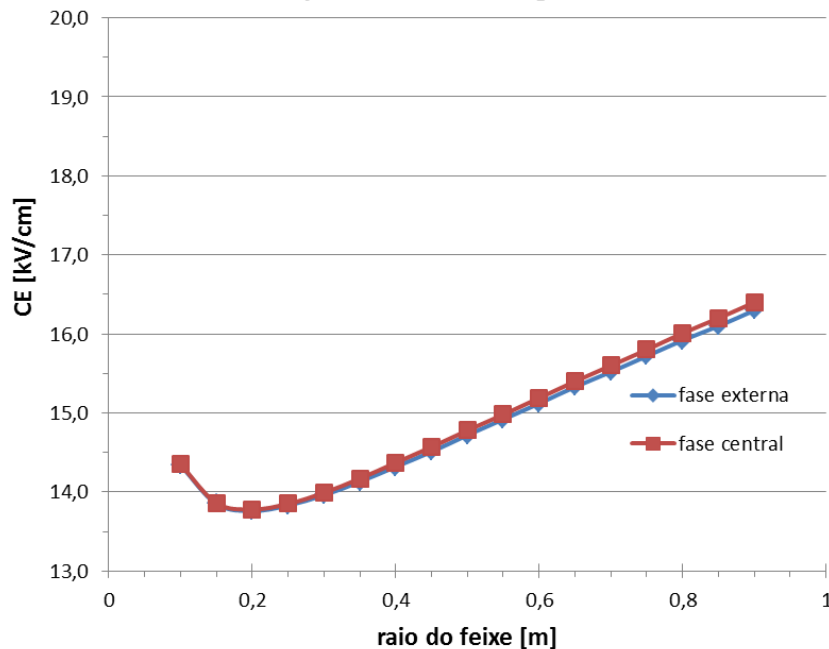
Otimização de feixe para redução de campo elétrico superficial - VX assimétrico



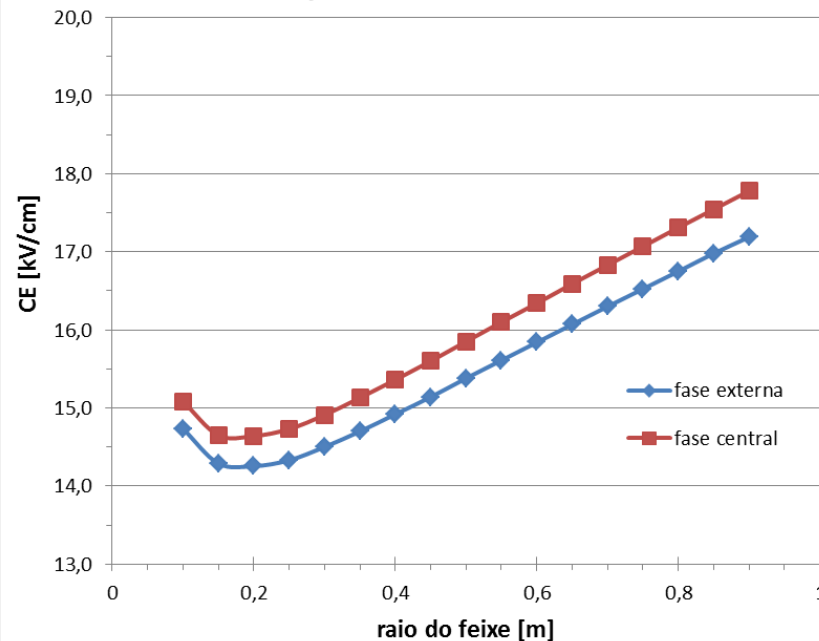
Otimização de feixe para redução de campo elétrico superficial-VX simétrico



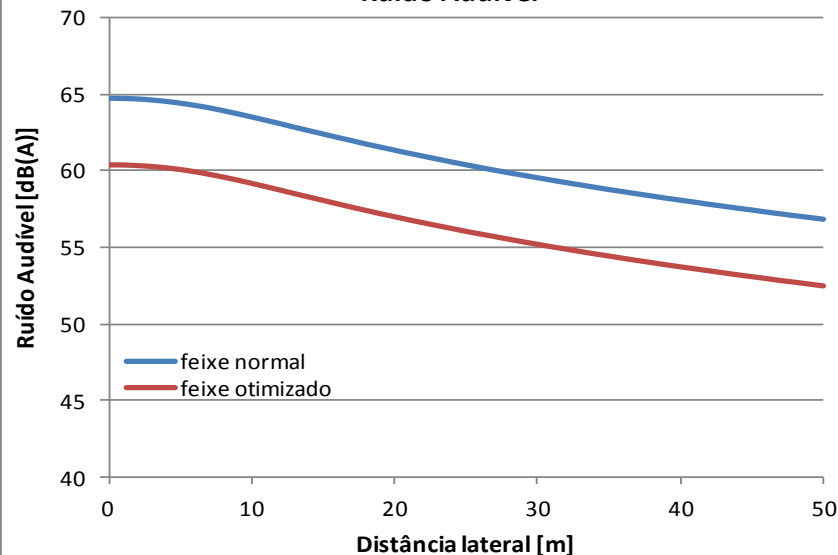
Otimização de feixe para redução de campo elétrico superficial - Cara de gato



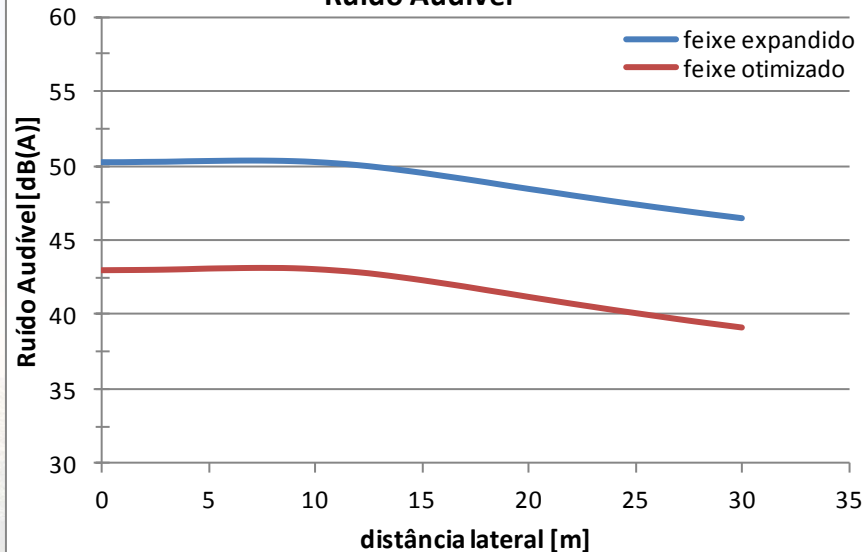
Otimização de feixe para redução de campo elétrico superficial-Monomastro



Otimização do feixe - Torre Raquete
Ruído Audível



Otimização do feixe - Torre Cara de Gato
Ruído Audível




ASPECTOS DE SISTEMAS

- A redução da dimensão dos feixes traz consigo uma redução da Potência Natural das linhas que pode atingir a ordem de até 25%, e com proporcional aumento da reatância de sequência positiva. Para linhas curtas isso não significa impacto mensurável nos aspectos de load-flow, tais como queda de tensão ou consumo de reativo.
- Nas linhas longas essa técnica de redução de ruídos não deve ser aplicada em toda a extensão, mas sim nas regiões mais sensíveis, sujeitas a reclamações, tais como vizinhanças de comunidades ou áreas urbanas e semi-urbanas.
- A Potência Natural resultante será uma média ponderada pelos comprimentos utilizados, e, portanto a redução de potencia não deveria ser significativa nos resultados sistêmicos.
- Por outro lado, esses trechos de baixo ruído tornariam a linha mais amigável ambientalmente, com efeitos positivos nos índices de sustentabilidade e na negociação de licenciamentos.

CONCLUSÕES

- Os resultados obtidos em termos de redução dos ruídos das LTs analisadas são extremamente promissores, e podem constituir-se em ferramenta valiosa, sobretudo de baixo custo, na medida em que restrições e reclamações vierem a demandar soluções mais silenciosas.
- No momento atual, quando o paradigma do feixe convencional já foi flexibilizado, no caso de feixes aumentados na busca por maior potência natural, sugere-se a possibilidade de andar também no sentido contrário, buscando configurações otimizadas para baixo ruído.
- Em projetos, especialmente 500 kV, nos quais a bitola do condutor tenha sido definida por critério de corona - o que é usual em 500 kV - é possível que uma otimização como apresentada neste IT pudesse levar à adoção de condutor de bitola menor, com significativa redução do investimento necessário.
- A otimização apresentada, que consistiu em variar os feixes das três fases conjuntamente, pode ser melhorada realizando a otimização conjunta de todo o arranjo, o que deve levar a resultados ainda superiores.
- A execução de estudos de otimização visando soluções de baixo ruído requer a aplicação de ferramentas de cálculo de precisão elevada, pois próximo ao ponto de ótimo, os métodos numéricos convencionais perdem precisão.

	<p>SCB2 OVERHEAD LINES - TAG 4 ELECTRICAL ASPECTS</p> <p>INITIAL INFORMATION FOR XWG 1</p> <p>“METHODS TO MINIMIZE AUDIBLE NOISE IN OHL”</p> <p>DATE: 15.nov.16 AUTHOR: JAVIER IGLESIAS (ES) – Contributions Ralph puffer and Oswald Regis</p>
---	---

1. Proposed Title

“Methods to minimize audible noise in overhead lines” or “Silent overhead lines”

2. Summary of the need (reasons)

There is an increasing concern in many countries about the noise produced by overhead lines and it is intended to revise/compile the methods to minimize this noise.

3. Description and content of the work proposed

- To revise the following: Processes, components and variables affecting noise: shape of conductors & fittings, different configurations, , age of the OHL (?), weather conditions, noise of rain superposing corona noise, ...
- Review excitation equations
- Current state of the art for determination of audible noise
 - By simulation
 - By measurement
- Typical limits, different national regulations incl. calculation methods, etc.: inside ROW, in edge of ROW...
- Possible methods to reduce noise incl. evaluation of effectiveness of each method:
 - Phase arrangements