



LT 500 kV GILBUÉS II - GENTIO DO OURO II, LT 500 kV GENTIO DO OURO II - OUROLÂNDIA II, LT 500 kV OUROLÂNDIA II - MORRO DO CHAPÉU II, LT 230 kV GENTIO DO OURO II - BROTAS DE MACAÚBAS, LT 230 kV IGAPORÃ III - PINDAÍ II E SECCIONAMENTO DA LT 230 kV IRECÊ - SENHOR DO BONFIM PARA A SE OUROLÂNDIA II

PROJETO BÁSICO

VIBRAÇÕES EÓLICAS

0	Emissão Inicial	BP	NS	BP	16/06/2015
REV.	DESCRIÇÃO	FEITO	VISTO	APROV.	DATA
APROVAÇÃO					
DATA	PROJ. Bruno Perro	DATA 10/04/15	LT 500 kV GIL II - GDO II, LT 500 kV GDO II - ORO II, LT 500 kV ORO II - MCH II, LT 230 kV GDO II - BDM, LT 230 kV IPA III - PIN II E SECC DA LT 230 kV IRE - SDB PARA A SE OUROLÂNDIA II		
	DES. Bruno Perro	DATA 10/04/15			
	CONF. Nelson Santiago	DATA 10/04/15			
	APROV. Bruno Perro CREA 2008104941	DATA 10/04/15	VIBRAÇÕES EÓLICAS		
JMM	Nº 3.51.20-A4-017	Nº 41-L000-0017		FL. 1 DE 14	REV. 0

SUMÁRIO

1	OBJETIVO	3
2	DEFINIÇÃO DOS SISTEMAS DE AMORTECIMENTO	3
3	ESPECIFICAÇÕES PARA COMPRA	3
4	CONTROLE DA INSTALAÇÃO NO CAMPO	4
5	SISTEMA DE AMORTECIMENTO PARA O CABO CONDUTOR	4
5.1	Características do Feixe	4
5.2	Sistema de Amortecimento	5
5.3	Comprovação dos Limites de Desempenho	5
5.4	Tabela de Aplicação e Memória de Cálculo	6
5.5	Reavaliação dos Cálculos Apresentados pelo Fabricante	7
5.6	Inspeção e Ensaios	7
6	SISTEMAS DE AMORTECIMENTO PARA OS CABOS PARA-RAIOS	8
6.1	Características dos Cabos	8
6.2	Sistemas de Amortecimento	10
6.3	Comprovação dos Limites de Desempenho	11
6.4	Tabela de Aplicação e Memória de Cálculo	11
6.5	Reavaliação dos Cálculos Apresentados pelo Fabricante	12
6.6	Inspeção e Ensaios	12
6.6.1	Ensaio de Tipo	12
6.6.2	Ensaio de Rotina	13
6.6.3	Ensaio de Recebimento	13
7	REFERÊNCIAS	13

1 OBJETIVO

Este relatório tem por objetivo fixar os requisitos técnicos para os estudos de vibrações eólicas e para definição dos sistemas de amortecimento para fins de controle da fadiga dos cabos a serem utilizados nas LT's e no Seccionamento, cuja concessão de serviço público de transmissão de energia é conferida pela ANEEL à TRANSMISSORA JOSÉ MARIA DE MACEDO DE ELETRICIDADE S. A.

LT 500 kV Gilbués II - Gentio do Ouro II;
LT 500 kV Gentio do Ouro II - Ourolândia II;
LT 500 kV Ourolândia II - Morro do Chapéu II;
LT 230 kV Gentio do Ouro II - Brotas de Macaúbas;
LT 230 kV Igaporã III - Pindaí II;
Seccionamento da LT 230 kV Irecê - Senhor do Bonfim para a SE Ourolândia II.

2 DEFINIÇÃO DOS SISTEMAS DE AMORTECIMENTO

Serão estudados e definidos dois sistemas de amortecimento:

- a) para os feixes de cabos condutores;
- b) para cabos condutores
- c) para os cabos para-raios.

Um sistema de amortecimento consiste do número de espaçadores amortecedores ou amortecedores necessários para cada vão e o seu posicionamento no mesmo.

A definição dos sistemas de amortecimento será de responsabilidade do(s) fabricante(s) dos espaçadores amortecedores e amortecedores a serem utilizados na linha, com base nos diversos requisitos estabelecidos nas especificações para compra.

As especificações para compra definirão os limites de deformação dinâmica (intensidade das vibrações) aceitáveis nos grampos de suspensão e nos grampos de fixação dos espaçadores amortecedores e amortecedores, para evitar danos nos cabos por fadiga.

3 ESPECIFICAÇÕES PARA COMPRA

As especificações para compra tomarão por base as Normas IEC 61854 - "Overhead lines – Requirements and tests for spacers" e IEC 61897 - "Overhead lines - Requirements and tests for Stockbridge type aeolian vibration dampers", sendo acrescentado, onde necessário, outros requisitos.

Além de estabelecer limites de deformação dinâmica aceitáveis, as especificações para compra conterão também:

- a) requisitos específicos para a realização dos estudos e cálculos necessários para a definição dos sistemas de amortecimento e para a apresentação das respectivas memórias de cálculo;

- b) requisitos para a realização de ensaios, para determinação das características dinâmicas dos espaçadores amortecedores e amortecedores, a serem utilizados nos cálculos acima referidos.

Considerando que os espaçadores amortecedores e amortecedores deverão também suportar as diversas solicitações a que estarão submetidos em serviço, sem provocar danos aos cabos e causar perturbações de natureza elétrica, as especificações conterão também:

- a) requisitos para os sistemas de fixação dos grampos aos condutores para evitar o seu afrouxamento e consequentes danos aos cabos;
- b) requisitos de ensaios para evitar danos por fadiga aos espaçadores amortecedores e amortecedores e suas partes componentes;
- c) limites para o gradiente de corona visível e para rádio interferência e os respectivos ensaios, para os espaçadores amortecedores;
- d) requisitos para avaliar o desempenho do elastômero utilizado como elemento de dissipação de energia nos espaçadores amortecedores.

4 CONTROLE DA INSTALAÇÃO NO CAMPO

A experiência de operação de linhas de transmissão tem mostrado que diversos danos aos cabos são causados por falhas na instalação dos espaçadores amortecedores e amortecedores (posicionamento incorreto, torque insuficiente, etc.). Portanto, deverá ser efetuado um rigoroso controle da instalação no campo, para atender às recomendações do(s) fabricante(s).

5 SISTEMA DE AMORTECIMENTO PARA O CABO CONDUTOR

5.1 Características do Feixe

5.1.1 LT 500 kV Gilbués II - Gentio do Ouro II, LT 500 kV Gentio do Ouro II - Ouarolândia II e LT 500 kV Ouarolândia II - Morro do Chapéu II

Cada fase será constituída por um feixe de 4 cabos CAL 1120 – 1010 kCM – 61 fios, espaçados de 600 mm.

A carga de tração de maior duração (componente tangencial) será igual a 2.337 kgf, correspondendo a 20% da carga de ruptura, a 22°C, condição final com "creep" de 10 anos.

5.1.2 LT 230 kV Gentio do Ouro II - Brotas de Macaúbas

Cada fase será constituída por um cabo CAL 1120 – 679 kCM – 37 fios.

A carga de tração de maior duração (componente tangencial) será igual a 1.630 kgf, correspondendo a 20% da carga de ruptura, a 23°C, condição final com "creep" de 10 anos.

5.1.3 LT 230 kV Igaporã III - Pindaí II

Cada fase será constituída por um feixe de 2 cabos CAL 1120 – 1010 kCM – 61 fios, espaçados de 457 mm.

A carga de tração de maior duração (componente tangencial) será igual a 2.337 kgf, correspondendo a 20% da carga de ruptura, a 22°C, condição final com "creep" de 10 anos.

5.1.4 Seccionamento da LT 230 kV Irecê - Senhor do Bonfim para a SE Orolândia II

Cada fase será constituída por um cabo CAA 636 kCM – 26/7, GROSBEAK.

A carga de tração de maior duração (componente tangencial) será igual a 2.285 kgf, correspondendo a 20% da carga de ruptura, a 23°C, condição final com "creep" de 10 anos.

5.2 Sistema de Amortecimento

O conhecimento atual com relação às LT's e com feixes de condutores [1,2], mostra que:

- a) para a proteção do feixe contra oscilações de sub-vão, o requisito principal é o correto posicionamento dos espaçadores amortecedores ao longo do vão. Para este efeito, o amortecimento propiciado pelos espaçadores amortecedores tem efeito secundário, podendo ser utilizados espaçadores rígidos;
- b) para a proteção do feixe contra vibrações eólicas, a melhor solução é a utilização de espaçadores amortecedores.

Pelos motivos acima, serão utilizados espaçadores amortecedores para a proteção do feixe de condutores contra vibrações eólicas e oscilações de sub-vão.

Portanto, a princípio, está previsto a utilização de amortecedores do tipo “stockbridge”, para as LT's que possuam apenas um cabo condutor por fase.

O sistema de amortecimento para um dado vão deverá ser definido a partir dos resultados de cálculos baseados em um modelo matemático do espaçador amortecedor e do feixe de condutores, levando em conta o posicionamento recomendado para este vão. Estes cálculos deverão ser efetuados com o auxílio de um programa computacional, cujos resultados deverão demonstrar, de forma clara, que os limites de deformação dinâmica estabelecidos nas especificações para compra são atendidos.

5.3 Comprovação dos Limites de Desempenho

Para a correta avaliação do modelo matemático utilizado e dos cálculos efetuados para a definição do sistema de amortecimento, o fabricante deverá apresentar uma descrição clara e precisa da metodologia empregada, podendo fazer referências à bibliografia, com o objetivo de resumir esta descrição.

Esta descrição deverá:

- a) conter uma descrição clara do modelo matemático do espaçador amortecedor ou no amortecedor, com a definição clara de todos os parâmetros que são utilizados no modelo e a indicação dos ensaios/cálculos realizados para a sua determinação. O fabricante deverá indicar a necessidade de realizar algum ensaio além daqueles previstos nas especificações técnicas para obtenção de algum parâmetro deste modelo. Neste caso ele deverá detalhar o ensaio e indicar como tal parâmetro é obtido a partir do ensaio;
- b) conter a descrição dos modelos utilizados para o estudo do desempenho relativo a vibrações eólicas e a oscilações de sub-vão. Deverá ser comentada a influência dos parâmetros sobre os dois tipos de movimentos e também a influência, sobre o desempenho, de desvios para maior ou para menor nos valores destes parâmetros. Deverá ser informada, também, a relação entre as características dos materiais utilizados no espaçador amortecedor, da geometria, dimensões e massa do mesmo com tais parâmetros;
- c) indicar como são consideradas, no modelo, as armaduras pré-formadas utilizadas nos grampos de suspensão;
- d) analisar e esclarecer o significado de todas as variáveis relacionadas nas tabelas de saída do programa computacional, que deverão acompanhar a memória de cálculo;
- e) no caso de espaçadores amortecedores com grampos fixados por hastes pré-formadas, apresentar uma análise clara a respeito de sua simulação, do efeito das mesmas no desempenho do sistema de amortecimento. Deverão ser indicados os limites recomendados, com relação a vibrações eólicas e a oscilações de sub-vão, para as solicitações nos grampos do espaçador amortecedor e como avaliá-los.

5.4 Tabela de Aplicação e Memória de Cálculo

O fabricante deverá apresentar uma tabela indicando o número de espaçadores amortecedores ou amortecedores recomendados e o seu posicionamento ao longo do vão, para vãos na faixa indicada nas especificações para compra. Para permitir a análise desta tabela e da aplicação da metodologia apresentada, deverá ser apresentada uma memória de cálculo completa, para o feixe com as características especificadas e para, no mínimo, dois vãos de comprimentos a serem especificados, relativamente ao desempenho face a vibrações eólicas e oscilações de sub-vão. Esta memória deverá conter, no mínimo, os dados e informações relacionadas a seguir:

- a) valores dos parâmetros do espaçador amortecedor e dos amortecedores utilizados nos cálculos;
- b) listagens da saída do programa computacional, para os vãos especificados, juntamente com uma relação clara, indicando o significado das variáveis listadas nas diversas tabelas, acompanhada de comentários que auxiliem a sua compreensão;

- c) nesta memória deverá ser mostrado em destaque que os valores especificados, com relação a vibrações eólicas e oscilações de sub-vão, foram atendidos, devendo ser indicado, para fins de comparação, os valores máximos obtidos nos cálculos.

5.5 Reavaliação dos Cálculos Apresentados pelo Fabricante

Após a realização dos ensaios de tipo, os parâmetros de amortecimento do espaçador amortecedor ou amortecedor obtidos a partir dos ensaios de fadiga, deverão ser comparados com os valores típicos utilizados nos cálculos apresentados de acordo com o Item 5.4. A princípio, será admitida uma tolerância de $\pm 10\%$ com relação aos valores típicos.

Em caso de dúvida sobre a avaliação desta comparação, poderá ser exigida a repetição dos cálculos apresentados com a utilização dos parâmetros reais obtidos e/ou a realização de um estudo paramétrico, no qual os valores dos parâmetros serão variados um de cada vez, para avaliar o seu efeito e definir, com maior precisão, as tolerâncias a serem admitidas.

5.6 Inspeção e Ensaios

5.6.1 Ensaios de Tipo

Será exigida a realização de todos os ensaios de tipo previstos nas Normas IEC 61854, IEC 897 e nesta especificação. Caso a Proponente disponha de relatórios certificados destes ensaios realizados sobre o espaçador amortecedor proposto, a TRANSMISSORA JOSÉ MARIA DE MACEDO DE ELETRICIDADE S. A. poderá dispensar a realização de um ou mais destes ensaios.

Os seguintes ensaios deverão ser realizados:

- a) Inspeção visual;
- b) Verificação de dimensões, material e massa;
- c) Proteção contra corrosão;
- d) Ensaios mecânicos
 - Deslizamento longitudinal e por torção do grampo;
 - Ensaios dos parafusos de cabeça ou cobertura destacável;
 - Torque dos parafusos de aperto;
 - Tração e compressão, com carga de 10 kN;
 - Determinação da rigidez e do amortecimento;
 - Flexibilidade;
 - Fadiga;
 - Ensaio das arruelas de pressão cônicas.
- e) Ensaios de caracterização dos elastômeros;
- f) Ensaios elétricos
 - Corona visível e RIV;
 - Curto-circuito;

-Resistência elétrica.

- g) Vibrações eólicas;
- h) Oscilação de subvão.

O ensaio de verificação das características elásticas e de amortecimento deverá ser repetido após o ensaio de fadiga. Além dos critérios de aceitação da Norma IEC 61854 é exigido que os valores obtidos após o ensaio de fadiga não apresentem variação, com relação aos valores obtidos antes de tal ensaio, superior a:

- Rigidez torsional (Kt): $\pm 30\%$;
- Amortecimento reduzido (Ht/Kt): $- 15\%$

5.6.2 Ensaio de Rotina

O Plano de Inspeção e Ensaio deverá prever, como um mínimo, os seguintes ensaios:

- Controle da matéria-prima;
- Controle das peças fundidas ou forjadas (ensaios mecânicos metalográficos, raios X, etc.);
- Inspeção visual;
- Verificação dimensional.

5.6.3 Ensaio de Recebimento

Deverão ser realizados todos os ensaios de recebimento com os critérios de amostragem, aceitação e rejeição previstos nas Normas IEC 61854 e IEC 61897.

Deverão ser realizados como ensaio de recebimento os ensaios relacionados no Item 5.6.1, alíneas a, b, c, e os ensaios de deslizamento dos grampos, parafusos de cabeça ou cobertura destacável, torque e das arruelas de pressão cônicas.

Os critérios de amostragem, aceitação e rejeição para os ensaios de galvanização e das arruelas cônicas deverão constar do Plano de Inspeção e Ensaio e do Fabricante.

6 SISTEMAS DE AMORTECIMENTO PARA OS CABOS PARA-RAIOS

6.1 Características dos Cabos

6.1.1 LT 500 kV Gilbués II - Gentio do Ouro II, LT 500 kV Gentio do Ouro II - Ouarolândia II e LT 500 kV Ouarolândia II - Morro do Chapéu II

Serão utilizados quatro tipos de cabos para-raios:

- a) Nas proximidades das subestações terminais, será utilizado o cabo CAA 176,9 kCM -12/7, DOTTEREL. A carga de tração de maior duração (componente tangencial) será igual a 1.290 kgf, correspondendo a 16,4% da sua carga de ruptura;

- b) Também nas proximidades das subestações, será utilizado o cabo OPGW 159 mm² ou OPGW 15,6 mm com 12 fibras ópticas. As cargas de tração de maior duração (componente tangencial) dos cabos serão respectivamente iguais a 1.503 kgf e 1.590 kgf, correspondendo a 15,2% e 12,6% das suas cargas de ruptura.
- c) No restante da linha de transmissão será utilizado o cabo de aço galvanizado 3/8" - 7 fios, EAR. A carga de tração de maior duração (componente tangencial) será igual a 797 kgf, correspondendo a 11,4% da sua carga de ruptura.
- d) Também no restante da linha de transmissão será utilizado o cabo OPGW de 12,4 mm com 12 fibras ópticas. A carga de tração de maior duração (componente tangencial) será igual a 1.180 kgf, correspondendo a 13,9% da sua carga de ruptura.

6.1.2 LT 230 kV Gentio do Ouro II - Brotas de Macaúbas

Serão utilizados dois tipos de cabos para-raios:

- a) Nas proximidades das subestações terminais, será utilizado o cabo CAA 176,9 kCM -12/7, DOTTEREL. A carga de tração de maior duração (componente tangencial) será igual a 1.329 kgf, correspondendo a 16,9% da sua carga de ruptura;
- b) Também nas proximidades das subestações, será utilizado o cabo OPGW 159 mm² ou OPGW 15,6 mm com 12 fibras ópticas. As cargas de tração de maior duração (componente tangencial) dos cabos serão respectivamente iguais a 1.553 kgf e 1.641 kgf, correspondendo a 15,7% e 13,0% das suas cargas de ruptura.
- c) No restante da linha de transmissão será utilizado o cabo de aço galvanizado 3/8" - 7 fios, EAR. A carga de tração de maior duração (componente tangencial) será igual a 825 kgf, correspondendo a 11,8% da sua carga de ruptura.
- d) Também no restante da linha de transmissão será utilizado o cabo OPGW de 12,4 mm com 12 fibras ópticas. A carga de tração de maior duração (componente tangencial) será igual a 1.214 kgf, correspondendo a 14,3% da sua carga de ruptura.

6.1.3 LT 230 kV Igaporã III - Pindaí II

Serão utilizados dois tipos de cabos para-raios:

- a) Nas proximidades das subestações terminais, será utilizado o cabo CAA 176,9 kCM -12/7, DOTTEREL. A carga de tração de maior duração (componente tangencial) será igual a 1.290 kgf, correspondendo a 16,4% da sua carga de ruptura;
- b) Também nas proximidades das subestações, será utilizado o cabo OPGW 159 mm² ou OPGW 15,6 mm com 12 fibras ópticas. A carga de tração de maior duração (componente tangencial) dos cabos serão respectivamente iguais a 1.504 kgf e 1.590 kgf, correspondendo a 15,2% e 12,6% das suas cargas de ruptura.
- c) No restante da linha de transmissão será utilizado o cabo de aço galvanizado 3/8" - 7 fios, EAR. A carga de tração de maior duração (componente tangencial) será igual a 797 kgf, correspondendo a 11,4% da sua carga de ruptura.

- d) Também no restante da linha de transmissão será utilizado o cabo OPGW de 12,4 mm com 12 fibras ópticas. A carga de tração de maior duração (componente tangencial) será igual a 1.180 kgf, correspondendo a 13,9% da sua carga de ruptura.

6.1.4 Seccionamento da LT 230 kV Irecê - Senhor do Bonfim para a SE Ouarolândia II

Serão utilizados dois tipos de cabos para-raios:

- a) Nas proximidades das subestações terminais, será utilizado o cabo CAA 176,9 kCM -12/7, DOTTEREL. A carga de tração de maior duração (componente tangencial) será igual a 1.353 kgf, correspondendo a 17,2% da sua carga de ruptura;
- b) Também nas proximidades das subestações, será utilizado o cabo OPGW 159 mm² ou OPGW 15,6 mm com 12 fibras ópticas. As cargas de tração de maior duração (componente tangencial) dos cabos serão respectivamente iguais a 1.583 kgf e 1.666 kgf, correspondendo a 16,0% e 13,2% das suas cargas de ruptura.
- c) No restante da linha de transmissão será utilizado o cabo de aço galvanizado 3/8" - 7 fios, EAR. A carga de tração de maior duração (componente tangencial) será igual a 839 kgf, correspondendo a 12,0% da sua carga de ruptura.
- d) Também no restante da linha de transmissão será utilizado o cabo OPGW de 12,4 mm com 12 fibras ópticas. A carga de tração de maior duração (componente tangencial) será igual a 1.239 kgf, correspondendo a 14,6% da sua carga de ruptura.

6.2 Sistemas de Amortecimento

Os cabos para-raios de aço e CAA utilizarão armaduras pré-formadas nas suspensões ou grampo de suspensão armado. De acordo com a referência [3], a utilização de armaduras pré-formadas nos pontos de suspensão de cabos de pequeno diâmetro acarreta um aumento pequeno, mas consistente, na resistência à fadiga. Já o cabo OPGW utilizará grampo de suspensão armado.

A experiência de operação e as recomendações atuais para a utilização de cabos CAA sem amortecedores [4] indicam que, para a carga de tração de maior duração prevista para o cabo para-raios DOTTEREL, será necessária a utilização de amortecedores.

Com relação ao cabo para-raios de aço 3/8" EAR, a carga de tração de maior duração prevista indica a necessidade de utilização de amortecedores.

Portanto, em princípio, está prevista a utilização de amortecedores do tipo "stockbridge", para os dois tipos de cabos.

Para os cabos OPGW serão utilizados amortecedores do tipo SVD, ou similar, como tem sido empregado no Brasil nas LT's com cabos OPGW.

O sistema de amortecimento, ou seja, número de amortecedores e distância entre eles, para cada um dos tipos de cabo, deverá ser definido a partir dos resultados de cálculos baseados em um modelo matemático do amortecedor e do cabo. Estes cálculos deverão ser efetuados

com o auxílio de um programa computacional, cujos resultados deverão demonstrar, de forma clara, que os limites de deformação dinâmica estabelecidos nas especificações para compra são atendidos.

6.3 Comprovação dos Limites de Desempenho

Considerando que o regime dos ventos e as características do terreno para cada vão em particular são de difícil definição, deverá ser adotado um critério de segurança para definição dos sistemas de amortecimento. Este critério consiste em admitir que, para qualquer vão, o terreno é perfeitamente plano e sem obstáculos, sendo o vento uniforme e com escoamento laminar, para qualquer velocidade na faixa possível de causar vibrações eólicas.

Para a correta avaliação do modelo matemático utilizado e dos cálculos efetuados para a definição do sistema de amortecimento, o fabricante deverá apresentar uma descrição clara e precisa da metodologia empregada, podendo fazer referências à bibliografia, com o objetivo de resumir esta descrição.

Esta descrição deverá:

- a) conter uma descrição clara do modelo matemático do amortecedor, com a definição clara de todos os parâmetros que são utilizados no modelo e a indicação dos ensaios/cálculos realizados para a sua determinação. O fabricante deverá indicar a necessidade de realizar algum ensaio além daqueles previstos nas especificações técnicas para obtenção de algum parâmetro deste modelo. Neste caso ele deverá detalhar o ensaio e indicar como tal parâmetro é obtido a partir do ensaio;
- b) conter a descrição dos modelos utilizados para o estudo do desempenho do sistema de amortecimento, indicando as expressões utilizadas para o cálculo da energia fornecida pelo vento e da energia dissipada pelo amortecimento próprio do cabo, com os valores de todos os seus coeficientes e expoentes empíricos;
- c) indicar como são consideradas, no modelo, as armaduras pré-formadas utilizadas nos grampos de suspensão;
- d) analisar e esclarecer o significado de todas as variáveis relacionadas nas tabelas de saída do programa computacional, que deverão acompanhar a memória de cálculo;
- e) no caso de amortecedores com grampos fixados por hastes pré-formadas, apresentar uma análise clara a respeito de sua simulação e do efeito das mesmas no desempenho do sistema de amortecimento. Deverão ser indicados os limites recomendados, para as solicitações nos grampos do amortecedor e como avaliá-los.

6.4 Tabela de Aplicação e Memória de Cálculo

O fabricante deverá apresentar uma tabela indicando o número de amortecedores recomendados e o seu posicionamento com relação aos grampos de suspensão e ancoragem, para os vãos na faixa indicada nas especificações para compra. Para permitir a análise desta tabela e da aplicação da metodologia apresentada, deverá ser apresentada uma memória de cálculo completa, para os cabos em questão e para, no mínimo, dois vãos de comprimentos a

serem especificados. Esta memória deverá conter, como um mínimo, os dados e informações relacionadas a seguir:

- a) curvas de resposta dos amortecedores propostos, em função da frequência;
- b) listagens da saída do programa computacional, para os vãos especificados, juntamente com uma relação clara, indicando o significado das variáveis listadas nas diversas tabelas, acompanhada de comentários que auxiliem a sua compreensão;
- c) nesta memória deverá ser mostrado, em destaque, que os valores especificados para a intensidade das vibrações, foram atendidos, devendo ser indicado, para fins de comparação, os valores máximos obtidos nos cálculos.

Eventualmente, os cálculos realizados para o cabo para-raios de aço 3/8" EAR poderão mostrar que não existe necessidade de amortecedores para todos os vãos na faixa especificada.

6.5 Reavaliação dos Cálculos Apresentados pelo Fabricante

Após a realização dos ensaios de tipo, as curvas de resposta dos amortecedores, em função da frequência, obtidas em seguida aos ensaios de fadiga, deverão ser utilizadas para novos cálculos relativos aos vãos especificados. Os novos cálculos não deverão apresentar diferenças significativas com relação ao cálculo inicial. Em caso contrário, o sistema de amortecimento proposto deverá ser reavaliado.

6.6 Inspeção e Ensaios

6.6.1 Ensaios de Tipo

Será exigida a realização de todos os ensaios de tipo previstos na Norma IEC 61897. Caso o Proponente disponha de relatórios certificados destes ensaios, realizado sobre os amortecedores propostos, a TRANSMISSORA JOSÉ MARIA DE MACEDO DE ELETRICIDADE S. A. poderá dispensar a realização de um ou mais destes ensaios.

Os seguintes ensaios deverão ser realizados:

- Inspeção visual;
- Verificação de dimensões, material e massa;
- Proteção contra corrosão;
- Deslizamento do grampo;
- Ensaios dos parafusos de cabeça ou cobertura destacável;
- Torque dos parafusos de aperto;
- Fixação dos pesos ao cabo mensageiro;
- Fixação do cabo mensageiro ao grampo;
- Ensaios das arruelas de pressão cônicas;
- Desempenho do amortecedor;
- Eficácia do amortecedor;
- Fadiga;
- Ensaios do elastômero, quando for o caso.

O ensaio de desempenho do amortecedor deverá ser realizado de acordo com a variante A prevista na Norma IEC 61897.

Os resultados obtidos nos ensaios deverão ser comparados com os cálculos apresentados na proposta do Fabricante, não devendo ser observadas diferenças significativas, a critério da TRANSMISSORA JOSÉ MARIA DE MACEDO DE ELETRICIDADE S. A.

O Fabricante deverá apresentar na sua proposta os seguintes documentos:

- Cálculo teórico mostrando claramente que, com os parâmetros dos amortecedores propostos e respectivas quantidades e distribuição, as solicitações dinâmicas sobre os cabos, nos grampos de suspensão e nos grampos dos amortecedores, atenderão aos limites estabelecidos nesta especificação, para todas as frequências no intervalo de frequências passíveis de ocorrências de danos nos cabos;
- Descrição detalhada, clara e precisa da metodologia empregada, com indicação de bibliografia na qual foi baseada.

O mesmo amortecedor deverá, em seguida, ser submetido ao ensaio da fadiga. Posteriormente, deverão ser novamente realizados, o ensaio de desempenho do amortecedor e o cálculo solicitado acima. O resultado dos cálculos efetuados após o ensaio de fadiga não deverá apresentar diferenças significativas com relação ao dos cálculos realizados antes deste ensaio, a critério da TRANSMISSORA JOSÉ MARIA DE MACEDO DE ELETRICIDADE S. A.

6.6.2 Ensaio de Rotina

O Plano de Inspeção e Ensaio deverá prever, como um mínimo, os seguintes ensaios:

- Controle da matéria-prima;
- Controle das peças fundidas ou forjadas (ensaio mecânicos metalográficos, raios X, etc.);
- Inspeção visual;
- Verificação dimensional.

6.6.3 Ensaio de Recebimento

Deverão ser realizados, como ensaio de recebimento, os ensaios contidos no Item 6.6.1

Os critérios de amostragem, aceitação e rejeição deverão constar do Plano de Inspeção e Ensaio aprovado pela TRANSMISSORA JOSÉ MARIA DE MACEDO DE ELETRICIDADE S. A.

7 REFERÊNCIAS

- [1] Mohajery, M. - "Subspan oscillations of bundle conductors - Two, three & four - conductor bundles", EEI Transmission and Distribution Committee meeting, jan.,1976.

- [2] CIGRÉ WGB2.11 - "State of the art survey on spacers and spacer dampers" CIGRÉ Brochure 277, august 2005.
- [3] "Transmission Line Reference Book: Wind induced conductor motion", Electric Power Research Institute, Palo Alto, CA, 1980.
- [4] CIGRÉ TFB2.11.04 - "Overhead conductor safe design tensions with respect to aeolian vibrations" – CIGRÉ Brochure 273, june 2005.