



**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**

**DETERMINAÇÃO DO FEIXE DE CABOS CONDUTORES**

0	Emissão Inicial	LA	NS	BP	16/06/2015
REV.	DESCRIÇÃO	FEITO	VISTO	APROV.	DATA
APROVAÇÃO					
DATA	PROJ. Luiz Alvarenga	DATA 03/06/15	<b>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</b>		
	DES. Estefânia Teixeira	DATA 03/06/15			
	CONF. Nelson Santiago	DATA 03/06/15			
	APROV. Bruno Perro CREA 2008104941	DATA 03/06/15	<b>DETERMINAÇÃO DO FEIXE DE CABOS CONDUTORES</b>		
<b>JMM</b>	Nº 3.51.20-A4-005	Nº 41-L000-0005	FL. 1 DE 105	REV. 0	

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>PERDAS JOULE NOS CABOS CONDUTORES</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>REATÂNCIA LONGITUDINAL DE SEQUÊNCIA POSITIVA</b>	<b>4</b>
<b>3.1</b>	<b>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.</b>	<b>5</b>
<b>3.2</b>	<b>LT 230 kV Gentio do Ouro II - Brotas de Macaúbas</b>	<b>6</b>
<b>3.3</b>	<b>LT 230 kV Igaporã III - Pindaí II</b>	<b>7</b>
<b>3.4</b>	<b>Seccionamento da LT 230 kV Irecê - Senhor do Bonfim para a SE Ouarolândia II</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>CAPACIDADE TÉRMICA DO CABO CONDUTOR</b>	<b>9</b>
<b>4.1</b>	<b>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.</b>	<b>9</b>
<b>4.2</b>	<b>LT 230 kV Gentio do Ouro II - Brotas de Macaúbas</b>	<b>10</b>
<b>4.3</b>	<b>LT 230 kV Igaporã III - Pindaí II</b>	<b>10</b>
<b>4.4</b>	<b>Seccionamento da LT 230 kV Irecê - Senhor do Bonfim para a SE Ouarolândia II</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>CORONA VISUAL</b>	<b>11</b>
<b>5.1</b>	<b>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.</b>	<b>11</b>
<b>5.2</b>	<b>LT 230 kV Gentio do Ouro II - Brotas de Macaúbas</b>	<b>12</b>
<b>5.3</b>	<b>LT 230 kV Igaporã III - Pindaí II</b>	<b>14</b>
<b>5.4</b>	<b>Seccionamento da LT 230 kV Irecê - Senhor do Bonfim para a SE Ouarolândia II</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>TRANSPOSIÇÃO</b>	<b>16</b>
<b>6.1</b>	<b>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.</b>	<b>16</b>
<b>6.2</b>	<b>LT 230 kV Gentio do Ouro II - Brotas de Macaúbas</b>	<b>16</b>
<b>6.3</b>	<b>LT 230 kV Igaporã III - Pindaí II</b>	<b>16</b>
<b>6.4</b>	<b>Seccionamento da LT 230 kV Irecê - Senhor do Bonfim para a SE Ouarolândia II</b>	<b>16</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>18</b>
<b>7.1</b>	<b>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.</b>	<b>18</b>
<b>7.2</b>	<b>LT 230 kV Gentio do Ouro II - Brotas de Macaúbas</b>	<b>19</b>
<b>7.3</b>	<b>LT 230 kV Igaporã III - Pindaí II</b>	<b>19</b>
<b>7.4</b>	<b>Seccionamento da LT 230 kV Irecê - Senhor do Bonfim para a SE Ouarolândia II</b>	<b>19</b>

<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>20</b>
<b>ANEXO I</b>	<b>PARÂMETROS ELÉTRICOS DAS LT'S</b>	<b>21</b>
<b>ANEXO II</b>	<b>CAPACIDADE TÉRMICA DO CABO CONDUTOR</b>	<b>74</b>
<b>ANEXO III</b>	<b>CAMPO ELÉTRICO SUPERFICIAL DOS CABOS CONDUTORES</b>	<b>79</b>
<b>ANEXO IV</b>	<b>PARÂMETROS ELÉTRICOS DAS LT'S - ATP</b>	<b>95</b>

## 1 OBJETIVO

O presente relatório tem por objetivo determinar o feixe de cabos condutores das LT's a seguir relacionadas, tomando-se por base os critérios especificados no Edital do Leilão nº 007/2014 da ANEEL.

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 PERDAS JOULE NOS CABOS CONDUTORES

O Anexo 6A - Lote A do Edital da ANEEL especifica que a resistência de sequência positiva por unidade de comprimento da linha de transmissão, para frequência nominal de 60 Hz e para a temperatura de 50°C, deve ser igual ou inferior a da configuração básica:

- LT 500 kV Gilbués II - Gentio do Ouro II.....	0,0174 $\Omega$ /km
- LT 500 kV Gentio do Ouro II - Ourolândia II.....	0,0174 $\Omega$ /km
- LT 500 kV Ourolândia II - Morro do Chapéu II.....	0,0174 $\Omega$ /km
- LT 230 kV Gentio do Ouro II - Brotas de Macaúbas.....	0,1030 $\Omega$ /km
- LT 230 kV Igaporã III - Pindaí II.....	0,0348 $\Omega$ /km
- Seccionamento da LT 230 kV Irecê - Senhor Do Bonfim para a SE Ourolândia II.....	0,1030 $\Omega$ /km

## 3 REATÂNCIA LONGITUDINAL DE SEQUÊNCIA POSITIVA

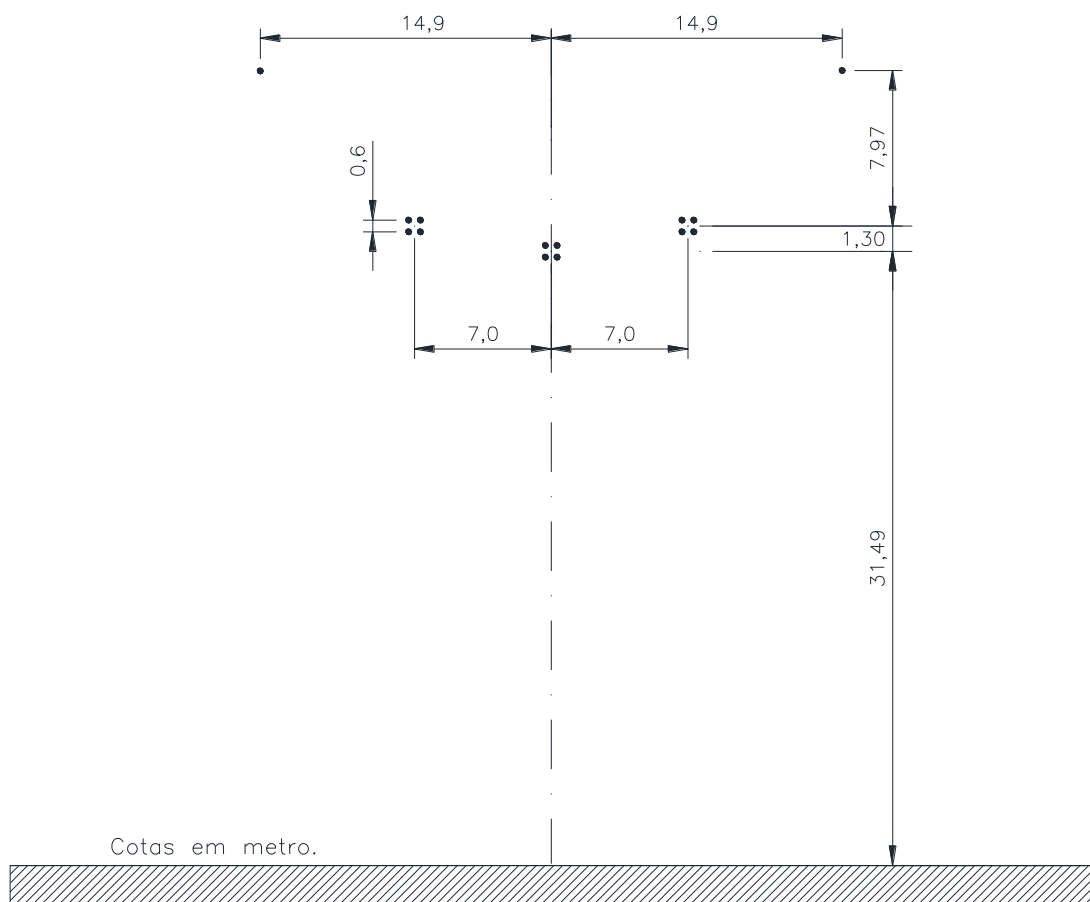
O Anexo 6A - Lote A do Edital especifica que a reatância longitudinal de sequência positiva da linha deverá possibilitar a distribuição de fluxos de potência nesta linha, similares aos da alternativa de referência apresentada nos estudos.

Os estudos apresentados no relatório R2 mostram que, tanto em regime normal de operação quanto em condições de emergência, todas as LT's e equipamentos representados nos estudos estão com os seus níveis de tensão e corrente dentro dos limites operacionais aceitáveis.

**3.1 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.**

Será adotado o feixe de cabos condutores 4 x CAL 1120 – 1010 kCM – 61, com espaçamento de 0,600 m. Considerando-se a silhueta da estrutura típica da Figura 1, foram os seguintes os parâmetros elétricos de sequência positiva da LT, conforme o Anexo I, obtidos pelo programa computacional PALT-FE, desenvolvido pela Fluxo Engenharia, com base na metodologia descrita na referência [1] ]. No Anexo IV são apresentados os parâmetros elétricos obtidos pelo programa computacional ATP:

- Resistência : 0,0174  $\Omega$ /km
- Reatância : 0,2712  $\Omega$ /km
- Susceptância : 6,1032  $\mu$ S/km



**Figura 1**

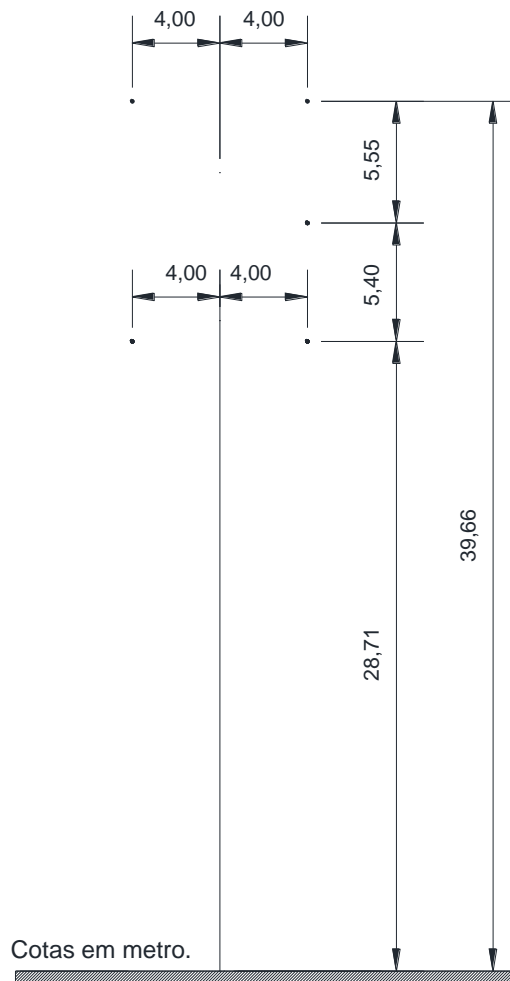
Considerando-se o vão médio desta LT, de 500 m, têm-se as seguintes flechas dos cabos:

- Condutor: 21,19 m;
- Para-raios: 16,35 m.

### 3.2 LT 230 kV Gentio do Ouro II - Brotas de Macaúbas

Será adotado um cabo condutor CAL 1120 – 679 kCM – 37, por fase. Considerando-se a silhueta da estrutura típica da Figura 2, foram os seguintes os parâmetros elétricos de sequência positiva da LT, conforme o Anexo I, obtidos pelo programa computacional PALT-FE, desenvolvido pela Fluxo Engenharia, com base na metodologia descrita na referência [1] ]. No Anexo IV são apresentados os parâmetros elétricos obtidos pelo programa computacional ATP:

- Resistência : 0,0988  $\Omega/\text{km}$
- Reatância : 0,5047  $\Omega/\text{km}$
- Susceptância : 3,2932  $\mu\text{S}/\text{km}$



**Figura 2**

Considerando-se o vão médio desta LT, de 500 m, têm-se as seguintes flechas dos cabos:

- Condutor: 20,71 m;
- Para-raios: 15,77 m.

### 3.3 LT 230 kV Igaporã III - Pindaí II

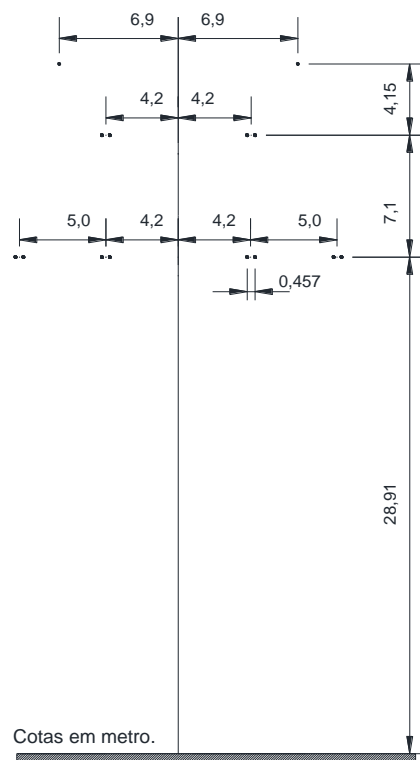
Será adotado o feixe de cabos condutores 2 x CAL 1120 – 1010 kCM – 61, com espaçamento de 0,457 m. Considerando-se a silhueta da estrutura típica da Figura 3, foram os seguintes os parâmetros elétricos de sequência positiva da LT, conforme o Anexo I, obtidos pelo programa computacional PALT-FE, desenvolvido pela Fluxo Engenharia, com base na metodologia descrita na referência [1]. No Anexo IV são apresentados os parâmetros elétricos obtidos pelo programa computacional ATP:

#### Circuito 1:

- Resistência : 0,0341  $\Omega$ /km
- Reatância : 0,3414  $\Omega$ /km
- Susceptância : 4,8498  $\mu$ S/km

#### Circuito 2:

- Resistência : 0,0341  $\Omega$ /km
- Reatância : 0,3417  $\Omega$ /km
- Susceptância : 4,8494  $\mu$ S/km



**Figura 3**

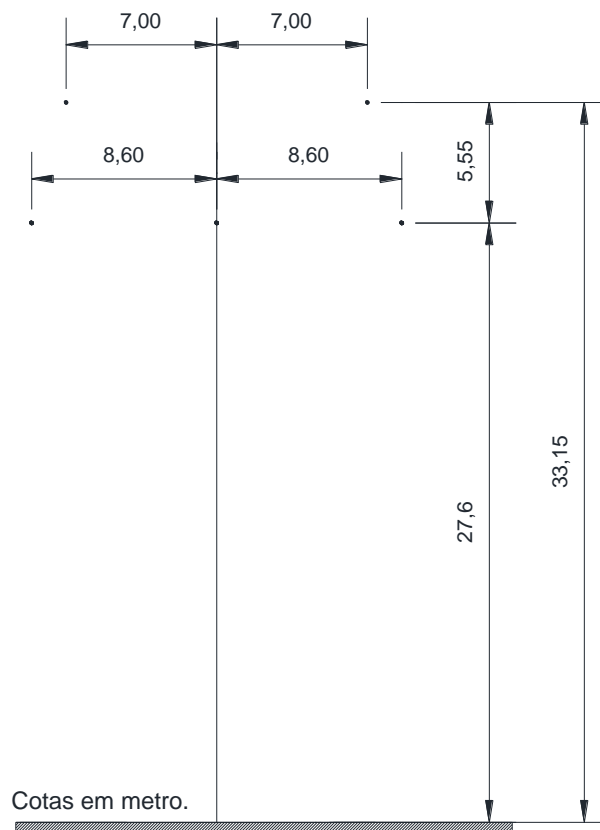
Considerando-se o vão médio de 500 m, têm-se as seguintes flechas dos cabos:

- Conductor: 20,91 m;
- Para-raios: 16,35 m.

### 3.4 Seccionamento da LT 230 kV Irecê - Senhor do Bonfim para a SE Ourolândia II

Será adotado um condutor CAA – 636 kCM – 26/7, GROSBEAK, por fase. Considerando-se a silhueta da estrutura típica da Figura 4, foram os seguintes os parâmetros elétricos de sequência positiva da LT, conforme o Anexo I, obtidos pelo programa computacional PALT-FE, desenvolvido pela Fluxo Engenharia, com base na metodologia descrita na referência [1]. No Anexo IV são apresentados os parâmetros elétricos obtidos pelo programa computacional ATP:

- Resistência : 0,0980  $\Omega$ /km
- Reatância : 0,5239  $\Omega$ /km
- Susceptância : 3,1628  $\mu$ S/km



**Figura 4**

Considerando-se o vão médio de 500 m, têm-se as seguintes flechas dos cabos:

- Condutor: 19,60 m;
- Para-raios: 15,50 m.



## 4 CAPACIDADE TÉRMICA DO CABO CONDUTOR

A capacidade térmica dos cabos condutores em regime permanente, foi processada pelo programa computacional CATA-FE, desenvolvido pela Fluxo Engenharia, para as LT's em estudo:

Parâmetros adotados:

- Radiação solar máxima;
- Brisa: 1 m/s (3,6 km/h);
- Coeficiente de absorção: 0,6;
- Coeficiente de emissividade: 0,6;
- Temperatura máxima média da região:

LT 500 kV Gilbués II - Gentio do Ouro II.....33°C

LT 500 kV Gentio do Ouro II - Ourolândia II.....33°C

LT 500 kV Ourolândia II - Morro do Chapéu II.....33°C

LT 230 kV Gentio do Ouro II - Brotas de Macaúbas.....30°C

LT 230 kV Igaporã III - Pindaí II..... 28°C

Seccionamento da LT 230 kV Irecê - Senhor Do Bonfim para a SE  
Ourolândia II..... 30°C

- Pressão atmosférica na altitude máxima da região:

LT 500 kV Gilbués II - Gentio do Ouro II.....692 mmHg

LT 500 kV Gentio do Ouro II - Ourolândia II.....692 mmHg

LT 500 kV Ourolândia II - Morro do Chapéu II.....692 mmHg

LT 230 kV Gentio do Ouro II - Brotas de Macaúbas.....692 mmHg

LT 230 kV Igaporã III - Pindaí II..... 684 mmHg

Seccionamento da LT 230 kV Irecê - Senhor Do Bonfim.....704 mmHg  
para a SE Ourolândia II

### 4.1 LT 500 kV Gilbués II - Gentio do Ouro II, LT 500 kV Gentio do Ouro II - Ourolândia II e LT 500 kV Ourolândia II - Morro do Chapéu II.

O Anexo 6A - Lote A do Edital especifica que a LT deverá ter capacidade operativa de longa duração de 3420 A e capacidade operativa de curta duração de 4205 A, sem que haja violação de qualquer critério de desempenho, inerente à linha de transmissão.

Para a corrente máxima de 3420 A por fase, ou seja, 855 A por subcondutor, a temperatura máxima do cabo será da ordem de 66°C. Já para a corrente máxima de 4205 A por fase, ou seja, 1051 A por subcondutor, a temperatura máxima do cabo será de ordem de 79°C, conforme observado no Anexo II.

Com base na norma NBR-5422 e na resolução normativa nº 398 de 2010 da ANEEL, a condição governante para distância mínima condutor-solo será a de operação de longa duração. Desta forma, é recomendável adotar a temperatura máxima de 66°C para cálculo da flecha máxima dos cabos condutores, temperatura esta que deve ser considerada para a plotação das estruturas no perfil.

Cumpramos ressaltar que a locação das estruturas também será verificada para a temperatura do cabo condutor na condição de operação de curta duração, ou seja, de 79°C para as 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.

#### **4.2 LT 230 kV Gentio do Ouro II - Brotas de Macaúbas**

O Anexo 6A - Lote A do Edital especifica que a LT deverá ter capacidade operativa de longa duração de 740 A e capacidade operativa de curta duração de 930 A, sem que haja violação de qualquer critério de desempenho, inerente à linha de transmissão.

Para a corrente máxima de 740 A por fase, a temperatura máxima do cabo será da ordem de 68°C. Já para a corrente máxima de 930 A por fase, a temperatura máxima do cabo será de ordem de 88°C, conforme também observado no Anexo II.

Com base na norma NBR-5422 e na resolução normativa nº 398 de 2010 da ANEEL, a condição governante para distância mínima condutor-solo será a de operação de longa duração. Desta forma, é recomendável adotar a temperatura máxima de 68°C para cálculo da flecha máxima dos cabos condutores, temperatura esta que deve ser considerada para a plotação das estruturas no perfil.

Cumpramos ressaltar que a locação das estruturas também será verificada para a temperatura do cabo condutor na condição de operação de curta duração, ou seja, de 88°C.

#### **4.3 LT 230 kV Igaporã III - Pindaí II**

O Anexo 6A - Lote A do Edital especifica que a linha de transmissão deverá ter capacidade operativa de longa duração de 1600 A e capacidade operativa de curta duração de 1900 A, sem que haja violação de qualquer critério de desempenho, inerente à linha de transmissão.

Para a corrente máxima de 1600 A por fase, ou seja, 800 A por subcondutor, a temperatura máxima do cabo será da ordem de 60°C. Já para a corrente máxima de 1900 A por fase, ou seja, 950 A por subcondutor, a temperatura máxima do cabo será de ordem de 67°C, conforme observado no Anexo II.

Com base na norma NBR-5422 e na resolução normativa nº 398 de 2010 da ANEEL, a condição governante para distância mínima condutor-solo será a de operação de curta

duração. Desta forma, é recomendável adotar a temperatura máxima de 60°C para cálculo da flecha máxima dos cabos condutores, temperatura esta que deve ser considerada para a plotação das estruturas no perfil.

Cumprе ressaltar que a locação das estruturas também será verificada para a temperatura do cabo condutor na condição de operação de curta duração, ou seja, de 67°C.

#### **4.4 Seccionamento da LT 230 kV Irecê - Senhor do Bonfim para a SE Ourolândia II**

O Anexo 6A - Lote A do Edital especifica que a linha de transmissão deverá ter capacidade operativa de longa duração de 631 A e capacidade operativa de curta duração de 795 A, sem que haja violação de qualquer critério de desempenho, inerente à linha de transmissão.

Para a corrente máxima de 631 A por fase, a temperatura máxima do cabo será da ordem de 60°C. Já para a corrente máxima de 795 A por fase, a temperatura máxima do cabo será de ordem de 71°C, conforme observado no Anexo II.

Com base na norma NBR-5422 e na resolução normativa nº 398 de 2010 da ANEEL, a condição governante para distância mínima condutor-solo será a de operação de curta duração. Desta forma, é recomendável adotar a temperatura máxima de 60°C para cálculo da flecha máxima dos cabos condutores, temperatura esta que deve ser considerada para a plotação das estruturas no perfil.

Cumprе ressaltar que a locação das estruturas também será verificada para a temperatura do cabo condutor na condição de operação de curta duração, ou seja, de 71°C.

### **5 CORONA VISUAL**

#### **5.1 LT 500 kV Gilbués II - Gentio do Ouro II, LT 500 kV Gentio do Ouro II - Ourolândia II e LT 500 kV Ourolândia II - Morro do Chapéu II.**

O Anexo 6A - Lote A do Edital especifica que à tensão máxima de operação da linha, qual seja, 550kV, a mesma não deverá apresentar corona visual, nos cabos condutores e ferragens, para 90% da condição de tempo bom.

O cálculo do campo elétrico foi elaborado pelo programa computacional CAMPO-FE, desenvolvido pela Fluxo Engenharia, com base na metodologia descrita na referência [1].

A silhueta da estrutura típica considerada é a da Figura 1 e os resultados são apresentados no Anexo III, considerando-se o campo elétrico de corona visual de acordo com a fórmula de Peek [2]

$$E_c = 30 m \delta \left( 1 + \frac{0,3}{\sqrt{\delta \cdot r}} \right), \text{ kVp/cm}$$

onde:

m - fator de superfície

$\delta$  - densidade relativa do ar

r - raio do condutor, cm

Neste trecho os valores adotados para cálculo foram:

- m = 0,85

Considerando-se os cuidados de lançamento e grampeamento dos cabos condutores em LT's de extra alta tensão, é usual, nos projetos atuais, se utilizar o valor típico de fator de superfície de 0,85.

-  $\delta$  = 0,88

Este valor corresponde ao valor que é excedido em 90% do tempo para a região de maior altitude onde a LT poderá passar, conforme o relatório 3.51.20-A4-003, "Dados Meteorológicos Aplicáveis ao Projeto".

- r = 1,467 cm.

O maior valor de campo elétrico na superfície dos subcondutores, conforme o Anexo III, foi de 27,00 kVp/cm, inferior ao campo elétrico de corona visual de 28,36 kVp/cm, atendendo, portanto, o Edital.

Entende-se que um feixe com um desempenho adequado, no que se refere ao efeito corona, ou seja, com intensidades de campo elétrico, na superfície dos cabos condutores, inferiores ao campo elétrico crítico de Peek (corona visível generalizado), irá ter também um desempenho adequado no que se refere a níveis de rádio-interferência e ruído-audível, necessitando de faixas de passagens com larguras típicas das utilizadas em LT's de 500 kV.

## 5.2 LT 230 kV Gentio do Ouro II - Brotas de Macaúbas

O Anexo 6A - Lote A do Edital especifica que à tensão máxima de operação da linha, qual seja, 242kV, a mesma não deverá apresentar corona visual, nos cabos condutores e ferragens, para 90% da condição de tempo bom.

O cálculo do campo elétrico foi elaborado pelo programa computacional CAMPO-FE, desenvolvido pela Fluxo Engenharia, com base na metodologia descrita na referência [1].

A silhueta da estrutura típica considerada é a da Figura 2 e os resultados são apresentados no Anexo III, considerando-se o campo elétrico de corona visual de acordo com a fórmula de Peek [2]

$$E_c = 30 m \delta \left( 1 + \frac{0,3}{\sqrt{\delta \cdot r}} \right), \text{ kVp/cm}$$

onde:

m - fator de superfície

$\delta$  - densidade relativa do ar

r - raio do condutor, cm

Neste trecho os valores adotados para cálculo foram:

- m = 0,85

Considerando-se os cuidados de lançamento e grampeamento dos cabos condutores em LT's de alta tensão, é usual, nos projetos atuais, se utilizar o valor típico de fator de superfície de 0,85.

-  $\delta$  = 0,87

Este valor corresponde ao valor que é excedido em 90% do tempo para a região de maior altitude onde a LT poderá passar, conforme o relatório 3.51.20-A4-003, "Dados Meteorológicos Aplicáveis ao Projeto".

- r = 1,204 cm.

O maior valor de campo elétrico na superfície dos subcondutores, conforme o Anexo III, foi de 26,49 kVp/cm, inferior ao campo elétrico de corona visual de 28,69 kVp/cm, atendendo, portanto, o Edital.

Entende-se que um condutor com um desempenho adequado, no que se refere ao efeito corona, ou seja, com intensidades de campo elétrico, na superfície dos cabos condutores, inferiores ao campo elétrico crítico de Peek (corona visível generalizado), irá ter também um desempenho adequado no que se refere a níveis de rádio-interferência e ruído-audível, necessitando de faixas de passagens com larguras típicas das utilizadas em LT's de 230 kV.

### 5.3 LT 230 kV Igaporã III - Pindaí II

O Anexo 6A - Lote A do Edital especifica que à tensão máxima de operação da linha, qual seja, 242kV, a mesma não deverá apresentar corona visual, nos cabos condutores e ferragens, para 90% da condição de tempo bom.

O cálculo do campo elétrico foi elaborado pelo programa computacional CAMPO-FE, desenvolvido pela Fluxo Engenharia, com base na metodologia descrita na referência [1].

A silhueta da estrutura típica considerada é a da Figura 3 e os resultados são apresentados no Anexo III, considerando-se o campo elétrico de corona visual de acordo com a fórmula de Peek [2]

$$E_c = 30m\delta \left( 1 + \frac{0,3}{\sqrt{\delta \cdot r}} \right), \text{ kV}_p/\text{cm}$$

onde:

m - fator de superfície

$\delta$  - densidade relativa do ar

r - raio do condutor, cm

Neste trecho os valores adotados para cálculo foram:

- m = 0,85

Considerando-se os cuidados de lançamento e grampeamento dos cabos condutores em LT's de extra alta tensão, é usual, nos projetos atuais, se utilizar o valor típico de fator de superfície de 0,85.

-  $\delta$  = 0,88

Este valor corresponde ao valor que é excedido em 90% do tempo para a região de maior altitude onde a LT poderá passar, conforme o relatório 3.51.20-A4-003, "Dados Meteorológicos Aplicáveis ao Projeto".

- r = 1,467 cm.

O maior valor de campo elétrico na superfície dos subcondutores, conforme o Anexo III, foi de 17,22 kV<sub>p</sub>/cm, inferior ao campo elétrico de corona visual de 28,36 kV<sub>p</sub>/cm, atendendo, portanto, o Edital.

#### 5.4 Seccionamento da LT 230 kV Irecê - Senhor do Bonfim para a SE Ourolândia II

O Anexo 6A - Lote A do Edital especifica que à tensão máxima de operação da linha, qual seja, 242kV, a mesma não deverá apresentar corona visual, nos cabos condutores e ferragens, para 90% da condição de tempo bom.

O cálculo do campo elétrico foi elaborado pelo programa computacional CAMPO-FE, desenvolvido pela Fluxo Engenharia, com base na metodologia descrita na referência [1].

A silhueta da estrutura típica considerada é a da Figura 3 e os resultados são apresentados no Anexo III, considerando-se o campo elétrico de corona visual de acordo com a fórmula de Peek [2]

$$E_c = 30m\delta \left( 1 + \frac{0,3}{\sqrt{\delta \cdot r}} \right), \text{ kV}_p/\text{cm}$$

onde:

m - fator de superfície

$\delta$  - densidade relativa do ar

r - raio do condutor, cm

Neste trecho os valores adotados para cálculo foram:

- m = 0,85

Considerando-se os cuidados de lançamento e grampeamento dos cabos condutores em LT's de extra alta tensão, é usual, nos projetos atuais, se utilizar o valor típico de fator de superfície de 0,85.

-  $\delta$  = 0,87

Este valor corresponde ao valor que é excedido em 90% do tempo para a região de maior altitude onde a LT poderá passar, conforme o relatório 3.51.20-A4-003, "Dados Meteorológicos Aplicáveis ao Projeto".

- r = 1,258 cm.

O maior valor de campo elétrico na superfície dos subcondutores, conforme o Anexo III, foi de 24,52 kV<sub>p</sub>/cm, inferior ao campo elétrico de corona visual de 28,55 kV<sub>p</sub>/cm, atendendo, portanto, o Edital.

## 6 TRANSPOSIÇÃO

### 6.1 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 trecho da LT terá um ciclo completo de transposição, com trechos de 1/6, 1/3, 1/3 e 1/6 do comprimento total, a partir das SE's.

### 6.2 LT 230 kV Gentio do Ouro II - Brotas de Macaúbas

Cada trecho da LT terá um ciclo completo de transposição, com trechos de 1/6, 1/3, 1/3 e 1/6 do comprimento total, a partir das SE's.

### 6.3 LT 230 kV Igaporã III - Pindaí II

A LT possui um comprimento muito inferior a 100 km, sendo desnecessária a transposição da mesma.

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

No que se refere a desequilíbrio de tensão, a ANEEL especifica que:

"Com a implantação de uma nova subestação, a partir do seccionamento de uma LT existente, a TRANSMISSORA deverá calcular o desequilíbrio de tensão de sequência negativa e zero, em vazio e a plena carga, na nova subestação. Caso o desequilíbrio de tensão calculado fique acima de 1,5%, a TRANSMISSORA deverá propor no projeto básico solução para adequar a instalação, visando o atendimento deste requisito."

A LT 230 kV Irecê - Senhor do Bonfim possui aproximadamente 214 km e tem um ciclo completo de transposição. O seccionamento da mesma será feito nas proximidades do km 143 da LT, após o último trecho de transposição.

#### 1) Trecho SE Senhor do Bonfim – SE Ouarolândia II

As tensões, em componentes de sequência, nos terminais da SE Ouarolândia II, são apresentadas na tabela a seguir:

Condições	Tensão (kV)		
	Sequência Zero	Sequência Positiva	Sequência Negativa
Em Vazio	0,03 $\angle 45^\circ$	130 $\angle 0,23^\circ$	0,01 $\angle 0^\circ$
A Plena Carga	0,44 $\angle 41,3^\circ$	157,5 $\angle 25,3^\circ$	0,83 $\angle -116,6^\circ$



Dessa forma, tem-se os seguintes desequilíbrios de tensão para as condições de carregamento consideradas na LT:

Condições	Desequilíbrio (%)	
	Zero/Positiva	Negativa/Positiva
Em Vazio	0,018	0,007
A Plena Carga	0,280	0,526

Os desequilíbrios foram calculados aplicando-se o modelo de quadripolo, levando-se em consideração os parâmetros longitudinais e transversais da LT em componentes de fase apresentados no Anexo III e admitindo-se tensões equilibradas na SE Ouroândia II.

A metodologia utilizada nos cálculos é a da referência [3].

Desta forma, fica entendido que não haverá necessidade de transposições adicionais nas novas LT's oriundas do seccionamento da LT 230 kV Irecê - Senhor do Bonfim para SE Ouroândia II.

## 2) Trecho SE Ouroândia II – SE Irecê

As tensões, em componentes de sequência, nos terminais da SE Ouroândia II, são apresentadas na tabela a seguir:

Condições	Tensão (kV)		
	Sequência Zero	Sequência Positiva	Sequência Negativa
Em Vazio	$0 \angle 0^\circ$	$132 \angle 0,07^\circ$	$0,01 \angle -90^\circ$
A Plena Carga	$0,91 \angle -131,4^\circ$	$143,4 \angle 14,7^\circ$	$1,24 \angle 106,8^\circ$

Dessa forma, tem-se os seguintes desequilíbrios de tensão para as condições de carregamento consideradas na LT:

Condições	Desequilíbrio (%)	
	Zero/Positiva	Negativa/Positiva
Em Vazio	0,002	0,004
A Plena Carga	0,632	0,865

Os desequilíbrios foram calculados aplicando-se o modelo de quadripolo, levando-se em consideração os parâmetros longitudinais e transversais da LT em componentes de fase apresentados no Anexo III e admitindo-se tensões equilibradas na SE Ouarolândia II.

A metodologia utilizada nos cálculos é a da referência [3].

Desta forma, fica entendido que não haverá necessidade de transposições adicionais nas novas LT's oriundas do seccionamento da LT 230 kV Irecê - Senhor do Bonfim para SE Ouarolândia II.

## 7 CONCLUSÃO

### 7.1 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.

O feixe de cabos condutores 4 x CAL 1120 – 1010 kCM – 61, conforme apresentado neste Relatório, atende a todas as especificações do Anexo 6A - Lote A do Edital 007/2014 da ANEEL, além de se apresentar como uma escolha adequada tanto do ponto de vista técnico como econômico.

As principais características do cabo condutor CAL 1120 – 1010 kCM – 61, são apresentadas a seguir:

- Diâmetro ..... 29,34 mm
- Peso próprio ..... 1402 kgf/km
- Área total ..... 509,16 mm<sup>2</sup>
- Carga de ruptura ..... 11682 kgf
- Resistência elétrica..... 0,0675 Ω/km, CA, a 50°C
- Reatância indutiva ..... 0,2477 Ω/km, até 1 pé

## 7.2 LT 230 kV Gentio do Ouro II - Brotas de Macaúbas

Será adotado um cabo condutor CAL 1120 – 679 kCM – 37, por fase. Conforme apresentado neste Relatório, o mesmo atende a todas as especificações do Anexo 6A - Lote A do Edital 007/2014 da ANEEL, além de se apresentar como uma escolha adequada tanto do ponto de vista técnico como econômico.

As principais características do cabo condutor CAL 1120 – 679 kCM – 37, são apresentadas a seguir:

- Diâmetro ..... 24,08 mm
- Peso próprio ..... 948,8 kgf/km
- Área total ..... 343,9 mm<sup>2</sup>
- Carga de ruptura ..... 8150 kgf
- Resistência elétrica..... 0,0986  $\Omega$ /km, CA, a 50°C
- Reatância indutiva ..... 0,2636  $\Omega$ /km, até 1 pé

## 7.3 LT 230 kV Igaporã III - Pindaí II

O feixe de cabos condutores 2 x CAL 1120 – 1010 kCM – 61, conforme apresentado neste Relatório, atende a todas as especificações do Anexo 6A - Lote A do Edital 007/2014 da ANEEL, além de se apresentar como uma escolha adequada tanto do ponto de vista técnico como econômico.

As principais características do cabo condutor CAL 1120 – 1010 kCM – 61, são apresentadas a seguir:

- Diâmetro ..... 29,34 mm
- Peso próprio ..... 1402 kgf/km
- Área total ..... 509,16 mm<sup>2</sup>
- Carga de ruptura ..... 11682 kgf
- Resistência elétrica..... 0,0675  $\Omega$ /km, CA, a 50°C
- Reatância indutiva ..... 0,2477  $\Omega$ /km, até 1 pé

## 7.4 Seccionamento da LT 230 kV Irecê - Senhor do Bonfim para a SE Ourorândia II

Será adotado um cabo condutor CAA – 636 kCM – 26/7, GROSBEAK, por fase. Conforme apresentado neste Relatório, atende a todas as especificações do Anexo 6A - Lote A do Edital 007/2014 da ANEEL, além de se apresentar como uma escolha adequada tanto do ponto de vista técnico como econômico.

As principais características do cabo condutor CAA 636 kCM – 26/7 são apresentadas a seguir:

- Diâmetro ..... 25,16 mm
- Peso próprio ..... 1,303 kgf/m
- Área total ..... 374,79 mm<sup>2</sup>
- Carga de ruptura ..... 11412 kgf
- Resistência elétrica..... 0,0968  $\Omega$ /km, CA, a 50°C
- Reatância indutiva ..... 0,2560  $\Omega$ /km, até 1 pé

## 8 REFERÊNCIAS

- [1] Transmission Line Reference Book 345 kV and Above, EPRI, 1982.
- [2] Peek Jr., F. W., "Law of Corona and the Dielectric Strength of Air", AIEE Transactions, Vol. 30, Pt. III, pp. 1889 - 1965, 1911.
- [3] Portela, C.; Tavares, M. C., "Modeling, simulation and optimization of transmission lines. Applicability and limitations of some used procedures", IEEE/PES T&D 2002 - Latin America Conference.

**ANEXO I**

**PARÂMETROS ELÉTRICOS DAS LT'S**

----- JMM -----

Lts 500 kV GILBUES II - GENTIO DO OURO II - OUROLANDIA II - MORRO  
PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 17/03/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 1

DADOS GERAIS DE PROJETO

CABO CONDUTOR:

CIRCUITO 1

- Tipo .....	CAL 1120
- Bitola .....	1010 kCM
- Formação .....	61
- Diâmetro (mm) .....	29.34
- Resistência (Ohms/km) .....	0.0675 a 50.0 (°C)
- Reatância indutiva interna - 1 ft - (Ohms/km) .....	0.2477
- Flecha média (m) .....	20.42

CABO PÁRA-RAIOS:

CABO PÁRA-RAIOS (1)

- Tipo .....	ACO GALV.EAR
- Bitola .....	3/8"
- Formação .....	7
- Diâmetro (mm) .....	9.14
- Resistência (Ohms/km) .....	3.8100 a 20.0 (°C)
- Reatância indutiva interna - 1 ft - (Ohms/km) .....	0.6100
- Flecha média (m) .....	16.35

----- JMM -----  
 Lts 500 kV GILBUES II - GENTIO DO OURO II - OUROLANDIA II - MORRO  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 17/03/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 2

CABO PÁRA-RAIOS:

CABO PÁRA-RAIOS (2)

- Tipo ..... OPGW
- Bitola ..... 12,4
- Formação ..... 12FO
- Diâmetro (mm) ..... 12.40
- Resistência (Ohms/km) ..... 1.0570 a 20.0 (°C)
- Reatância indutiva interna - 1 ft - (Ohms/km) ..... 0.3140
- Flecha média (m) ..... 16.35

RESISTIVIDADE MÉDIA DO SOLO (Ohms.m) ..... 1000

----- JMM -----  
 LTs 500 kV GILBUES II - GENTIO DO OURO II - OUROLANDIA II - MORRO  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 17/03/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 3

DISPOSIÇÃO GEOMÉTRICA DOS CABOS CONDUTORES NO(S) CIRCUITO(S)

CIRCUITO 1

- Número de sub-condutores por fase ..... 4
- Espaçamento entre subcondutores (m) ..... 0.600
- Abscissas (x) e ordenadas (y) dos centros dos feixes de sub-condutores em relação a um sistema de eixos ortogonais arbitrado:

Eixos ..... EIXO DA ESTRUTURA / SOLO

	x(m)	y(m)
FASE A.....	-7.00	32.79
FASE B.....	0.00	31.49
FASE C.....	7.00	32.79

- Abscissa (x) e ordenada (y) dos cabos pára-raios em relação a um sistema de eixos ortogonais arbitrado:

Eixos ..... EIXO DA ESTRUTURA / SOLO

	x(m)	y(m)
CABO PÁRA-RAIOS (1).....	-14.90	40.76
CABO PÁRA-RAIOS (2).....	14.90	40.76



----- JMM -----  
 LTs 500 kV GILBUES II - GENTIO DO OURO II - OUROLANDIA II - MORRO  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 17/03/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 4

MATRIZ LONGITUDINAL DE FASE COM PÁRA-RAIOS:

R	(Ohms/km)			
jX				
0.0752	0.0584	0.0583	0.0581	0.0581
0.7029	0.4483	0.3975	0.4015	0.3559
0.0584	0.0753	0.0584	0.0581	0.0581
0.4483	0.7027	0.4483	0.3741	0.3741
0.0583	0.0584	0.0752	0.0581	0.0581
0.3975	0.4483	0.7029	0.3559	0.4015
0.0581	0.0581	0.0581	3.8678	0.0578
0.4015	0.3741	0.3559	1.2964	0.3410
0.0581	0.0581	0.0581	0.0578	1.1148
0.3559	0.3741	0.4015	0.3410	1.0004

MATRIZ LONGITUDINAL DE FASE COM PÁRA-RAIOS ELIMINADOS:

R	(Ohms/km)	
jX		
0.1362	0.1199	0.1221
0.6051	0.3483	0.2932
0.1199	0.1377	0.1235
0.3483	0.6004	0.3414
0.1221	0.1235	0.1437
0.2932	0.3414	0.5911

----- JMM -----  
 LTs 500 kV GILBUES II - GENTIO DO OURO II - OUROLANDIA II - MORRO  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 17/03/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 5

MATRIZ LONGITUDINAL DE SEQUÊNCIA

R (Ohms/km)  
 jX

0.3829	0.0163	-0.0209
1.2541	-0.0014	-0.0062
-0.0209	0.0174	-0.0289
-0.0062	0.2712	0.0173
0.0163	0.0293	0.0174
-0.0014	0.0165	0.2712

R0/R1 (1)= 22.061

X0/X1 (1)= 4.624

----- JMM -----  
 LTs 500 kV GILBUES II - GENTIO DO OURO II - OUROLANDIA II - MORRO  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 17/03/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 6

MATRIZ TRANSVERSAL DE FASE COM PÁRA-RAIOS ELIMINADOS:

B (Sx1E-6/km)  
 jY

0.0000	0.0000	0.0000
4.9105	-1.3725	-0.4736
0.0000	0.0000	0.0000
-1.3725	5.2681	-1.3714
0.0000	0.0000	0.0000
-0.4736	-1.3714	4.9137

----- JMM -----  
 LTs 500 kV GILBUES II - GENTIO DO OURO II - OUROLANDIA II - MORRO  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 17/03/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 7

MATRIZ TRANSVERSAL DE SEQUÊNCIA

B (Sx1E-6/km)  
 jY

0.0000	-0.1572	0.1572
2.8857	0.0893	0.0893
0.1572	0.0000	0.6213
0.0893	6.1032	-0.3591
-0.1572	-0.6213	0.0000
0.0893	-0.3591	6.1032

Y0/Y1 (1)= 0.473

LT 230 kV GENTIO DO OURO II - BROTAS DE MACAÍBAS  
PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 28/04/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 1

DADOS GERAIS DE PROJETO

CABO CONDUTOR:

CIRCUITO 1

- Tipo ..... CAL
- Bitola ..... 679 kCM
- Formação ..... 37
- Diâmetro (mm) ..... 24.08
- Resistência (Ohms/km) ..... 0.0986 a 50.0 (°C)
- Reatância indutiva interna - 1 ft - (Ohms/km) ..... 0.2636
- Flecha média (m) ..... 19.81

CABO PÁRA-RAIOS:

CABO PÁRA-RAIOS (1)

- Tipo ..... OPGW
- Bitola ..... 12,4
- Formação ..... 12FO
- Diâmetro (mm) ..... 12.40
- Resistência (Ohms/km) ..... 1.0570 a 20.0 (°C)
- Reatância indutiva interna - 1 ft - (Ohms/km) ..... 0.3140
- Flecha média (m) ..... 15.77

LT 230 KV GENTIO DO OURO II - BROTAS DE MACAÍBAS  
PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 28/04/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 2

CABO PÁRA-RAIOS:

CABO PÁRA-RAIOS (2)

- Tipo ..... ACO GALV.EAR
- Bitola ..... 3/8"
- Formação ..... 7
- Diâmetro (mm) ..... 9.14
- Resistência (Ohms/km) ..... 3.8100 a 20.0 (°C)
- Reatância indutiva interna - 1 ft - (Ohms/km) ..... 0.6100
- Flecha média (m) ..... 15.77

RESISTIVIDADE MÉDIA DO SOLO (Ohms.m) ..... 1000

----- JMM -----

LT 230 kV GENTIO DO OURO II - BROTAS DE MACAÍBAS  
PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 28/04/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 3

DISPOSIÇÃO GEOMÉTRICA DOS CABOS CONDUTORES NO(S) CIRCUITO(S)

CIRCUITO 1

- Número de sub-condutores por fase ..... 1
- Espaçamento entre subcondutores (m) ..... 0.000
- Abscissas (x) e ordenadas (y) dos centros dos feixes de sub-condutores em relação a um sistema de eixos ortogonais arbitrado:

Eixos ..... EIXO DA ESTRUTURA / SOLO

	x(m)	y(m)
FASE A.....	-4.00	28.71
FASE B.....	4.00	28.71
FASE C.....	4.00	34.11

- Abscissa (x) e ordenada (y) dos cabos pára-raios em relação a um sistema de eixos ortogonais arbitrado:

Eixos ..... EIXO DA ESTRUTURA / SOLO

	x(m)	y(m)
CABO PÁRA-RAIOS (1).....	-4.00	39.66
CABO PÁRA-RAIOS (2).....	4.00	39.66

LT 230 KV GENTIO DO OURO II - BROTAS DE MACAÍBAS  
PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 28/04/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 4

MATRIZ LONGITUDINAL DE FASE COM PÁRA-RAIOS:

R	(Ohms/km)			
jX				
0.1571	0.0585	0.0584	0.0582	0.0582
0.9494	0.4394	0.4254	0.3995	0.3883
0.0585	0.1571	0.0584	0.0582	0.0582
0.4394	0.9494	0.4692	0.3883	0.3995
0.0584	0.0584	0.1568	0.0580	0.0580
0.4254	0.4692	0.9496	0.4126	0.4376
0.0582	0.0582	0.0580	1.1149	0.0579
0.3995	0.3883	0.4126	1.0004	0.4401
0.0582	0.0582	0.0580	0.0579	3.8679
0.3883	0.3995	0.4376	0.4401	1.2965

MATRIZ LONGITUDINAL DE FASE COM PÁRA-RAIOS ELIMINADOS:

R	(Ohms/km)	
jX		
0.2248	0.1252	0.1309
0.8356	0.3274	0.3065
0.1252	0.2229	0.1300
0.3274	0.8391	0.3521
0.1309	0.1300	0.2348
0.3065	0.3521	0.8254



LT 230 kV GENTIO DO OURO II - BROTAS DE MACAÉ-BAS  
PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 28/04/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 5

MATRIZ LONGITUDINAL DE SEQUÊNCIA

R (Ohms/km)  
jX

0.4849	0.0080	-0.0120
1.4907	-0.0055	-0.0157
-0.0120	0.0988	-0.0082
-0.0157	0.5047	0.0247
0.0080	0.0080	0.0988
-0.0055	0.0244	0.5047

R0/R1 (1)= 4.908

X0/X1 (1)= 2.954

LT 230 KV GENTIO DO OURO II - BROTAS DE MACAÉ-BAS  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 28/04/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 6

MATRIZ TRANSVERSAL DE FASE COM PÁRA-RAIOS ELIMINADOS:

B (Sx1E-6/km)  
 jY

0.0000	0.0000	0.0000
2.8454	-0.3717	-0.3049
0.0000	0.0000	0.0000
-0.3717	2.9181	-0.5516
0.0000	0.0000	0.0000
-0.3049	-0.5516	2.8881

LT 230 KV GENTIO DO OURO II - BROTAS DE MACAÉ-BAS  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 28/04/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 7

MATRIZ TRANSVERSAL DE SEQUÊNCIA

B (Sx1E-6/km)  
 jY

0.0000	-0.0106	0.0106
2.0651	0.0518	0.0518
0.0106	0.0000	0.0472
0.0518	3.2932	-0.1614
-0.0106	-0.0472	-0.0000
0.0518	-0.1614	3.2932

Y0/Y1 (1)= 0.627

LT 230 kV IGAPORA III - PINDAI II  
PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 28/04/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 1

DADOS GERAIS DE PROJETO

CABO CONDUTOR:

CIRCUITO 1  
CIRCUITO 2

- Tipo ..... CAL 1120
- Bitola ..... 1010 kCM
- Formação ..... 61
- Diâmetro (mm) ..... 29.34
- Resistência (Ohms/km) ..... 0.0675 a 50.0 (°C)
- Reatância indutiva interna - 1 ft - (Ohms/km) ..... 0.2477
- Flecha média (m) ..... 20.42

CABO PÁRA-RAIOS:

CABO PÁRA-RAIOS (1)

- Tipo ..... CAA DOTTEREL
- Bitola ..... 176,9kCM
- Formação ..... 12/7
- Diâmetro (mm) ..... 15.42
- Resistência (Ohms/km) ..... 0.3000 a 20.0 (°C)
- Reatância indutiva interna - 1 ft - (Ohms/km) ..... 0.3100
- Flecha média (m) ..... 16.35

LT 230 kV IGAPORA III - PINDAI II  
PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 28/04/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 2

CABO PÁRA-RAIOS:

CABO PÁRA-RAIOS (2)

- Tipo .....	OPGW
- Bitola .....	12,4
- Formação .....	12FO
- Diâmetro (mm) .....	12.40
- Resistência (Ohms/km) .....	1.0570 a 20.0 (°C)
- Reatância indutiva interna - 1 ft - (Ohms/km) .....	0.3140
- Flecha média (m) .....	16.35

RESISTIVIDADE MÉDIA DO SOLO (Ohms.m) ..... 1000

LT 230 kV IGAPORA III - PINDAI II  
PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 28/04/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 3

DISPOSIÇÃO GEOMÉTRICA DOS CABOS CONDUTORES NO(S) CIRCUITO(S)

CIRCUITO 1

- Número de sub-condutores por fase ..... 2
- Espaçamento entre subcondutores (m) ..... 0.457
- Abscissas (x) e ordenadas (y) dos centros dos feixes de sub-condutores em relação a um sistema de eixos ortogonais arbitrado:

Eixos ..... EIXO DA ESTRUTURA / SOLO

	x(m)	y(m)
FASE A.....	-9.20	28.91
FASE B.....	-4.20	28.91
FASE C.....	-4.20	36.01

CIRCUITO 2

- Número de sub-condutores por fase ..... 2
- Espaçamento entre subcondutores (m) ..... 0.457
- Abscissas (x) e ordenadas (y) dos centros dos feixes de sub-condutores em relação a um sistema de eixos ortogonais arbitrado:

Eixos ..... EIXO DA ESTRUTURA / SOLO

	x(m)	y(m)
FASE A.....	9.20	28.91
FASE B.....	4.20	28.91
FASE C.....	4.20	36.01

----- JMM -----

LT 230 kV IGAPORA III - PINDAI II  
PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 28/04/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 4

- Abscissa (x) e ordenada (y) dos cabos pára-raios em relação a um sistema de eixos ortogonais arbitrado:

Eixos ..... EIXO DA ESTRUTURA / SOLO

	x (m)	y (m)
CABO PÁRA-RAIOS (1).....	-6.90	40.16
CABO PÁRA-RAIOS (2).....	6.90	40.16

F L U X O   E N G E N H A R I A

----- JMM -----

LT 230 kV IGAPORA III - PINDAI II  
PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 28/04/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 5

MATRIZ LONGITUDINAL DE FASE COM PÁRA-RAIOS:

R    (Ohms/km)  
jX

0.0923	0.0585	0.0583	0.0585	0.0585	0.0583	0.0582	0.0582
0.7942	0.4750	0.4333	0.3767	0.4006	0.3914	0.3967	0.3659
0.0585	0.0923	0.0583	0.0585	0.0585	0.0583	0.0582	0.0582
0.4750	0.7942	0.4484	0.4006	0.4357	0.4155	0.3963	0.3793
0.0583	0.0583	0.0919	0.0583	0.0583	0.0582	0.0580	0.0580
0.4333	0.4484	0.7946	0.3914	0.4155	0.4361	0.4460	0.4030
0.0585	0.0585	0.0583	0.0923	0.0585	0.0583	0.0582	0.0582
0.3767	0.4006	0.3914	0.7942	0.4750	0.4333	0.3659	0.3967
0.0585	0.0585	0.0583	0.0585	0.0923	0.0583	0.0582	0.0582
0.4006	0.4357	0.4155	0.4750	0.7942	0.4484	0.3793	0.3963
0.0583	0.0583	0.0582	0.0583	0.0583	0.0919	0.0580	0.0580
0.3914	0.4155	0.4361	0.4333	0.4484	0.7946	0.4030	0.4460
0.0582	0.0582	0.0580	0.0582	0.0582	0.0580	0.3579	0.0579
0.3967	0.3963	0.4460	0.3659	0.3793	0.4030	0.9964	0.3990
0.0582	0.0582	0.0580	0.0582	0.0582	0.0580	0.0579	1.1149
0.3659	0.3793	0.4030	0.3967	0.3963	0.4460	0.3990	1.0004



LT 230 kV IGAPORA III - PINDAI II  
PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 28/04/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 6

MATRIZ LONGITUDINAL DE FASE COM PÁRA-RAIOS ELIMINADOS:

R	(Ohms/km)				
jX					
0.1116	0.0790	0.0827	0.0797	0.0801	0.0853
0.6089	0.2880	0.2270	0.1975	0.2170	0.1936
0.0790	0.1141	0.0840	0.0813	0.0816	0.0871
0.2880	0.6056	0.2403	0.2196	0.2504	0.2157
0.0827	0.0840	0.1222	0.0845	0.0850	0.0910
0.2270	0.2403	0.5648	0.1921	0.2114	0.2162
0.0797	0.0813	0.0845	0.1168	0.0831	0.0891
0.1975	0.2196	0.1921	0.6198	0.2966	0.2406
0.0801	0.0816	0.0850	0.0831	0.1171	0.0893
0.2170	0.2504	0.2114	0.2966	0.6117	0.2514
0.0853	0.0871	0.0910	0.0891	0.0893	0.1300
0.1936	0.2157	0.2162	0.2406	0.2514	0.5818

F L U X O   E N G E N H A R I A

----- JMM -----

LT 230 kV IGAPORA III - PINDAI II  
PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 28/04/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 7

MATRIZ LONGITUDINAL DE SEQUÊNCIA

R	(Ohms/km)				
jX					
0.2798	0.0261	-0.0326	0.2519	0.0121	-0.0186
1.0966	0.0170	0.0102	0.6379	-0.0095	-0.0192
-0.0326	0.0341	-0.0236	-0.0224	0.0003	-0.0048
0.0102	0.3414	-0.0033	-0.0178	0.0131	-0.0064
0.0261	0.0234	0.0341	0.0156	0.0048	0.0001
0.0170	-0.0038	0.3414	-0.0118	-0.0069	0.0132
0.2519	0.0156	-0.0224	0.2956	0.0215	-0.0281
0.6379	-0.0118	-0.0178	1.1302	0.0189	0.0079
-0.0186	0.0001	-0.0048	-0.0281	0.0341	-0.0238
-0.0192	0.0132	-0.0064	0.0079	0.3416	-0.0035
0.0121	0.0048	0.0003	0.0215	0.0235	0.0341
-0.0095	-0.0069	0.0131	0.0189	-0.0041	0.3416

R0/R1 (1)= 8.212                      X0/X1 (1)= 3.213

R0/R1 (2)= 8.660                      X0/X1 (2)= 3.309

F L U X O   E N G E N H A R I A

----- JMM -----

LT 230 kV IGAPORA III - PINDAI II  
PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 28/04/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 8

MATRIZ TRANSVERSAL DE FASE COM PÁRA-RAIOS ELIMINADOS:

B (Sx1E-6/km)  
jY

0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.0862	-0.9711	-0.5238	-0.0828	-0.1826	-0.1550
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-0.9711	4.2615	-0.6269	-0.1827	-0.4921	-0.2969
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-0.5238	-0.6269	4.0798	-0.1551	-0.2967	-0.5737
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-0.0828	-0.1827	-0.1551	4.0858	-0.9714	-0.5249
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-0.1826	-0.4921	-0.2967	-0.9714	4.2614	-0.6276
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-0.1550	-0.2969	-0.5737	-0.5249	-0.6276	4.0772

F L U X O   E N G E N H A R I A

----- JMM -----

LT 230 kV IGAPORA III - PINDAI II  
PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 28/04/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 9

MATRIZ TRANSVERSAL DE SEQUÊNCIA

B (Sx1E-6/km)  
jY

0.0000	-0.0767	0.0767	0.0000	0.0156	-0.0156
2.7280	-0.0683	-0.0683	-0.8059	0.1926	0.1926
0.0767	0.0000	0.3107	-0.0156	-0.0000	0.0395
-0.0683	4.8498	0.0522	0.1927	-0.1714	0.0647
-0.0767	-0.3107	0.0000	0.0156	-0.0395	0.0000
-0.0683	0.0522	4.8498	0.1927	0.0647	-0.1714
0.0000	0.0156	-0.0156	0.0000	-0.0757	0.0757
-0.8059	0.1927	0.1927	2.7255	-0.0680	-0.0680
-0.0156	0.0000	0.0395	0.0757	0.0000	0.3110
0.1926	-0.1714	0.0647	-0.0680	4.8494	0.0526
0.0156	-0.0395	-0.0000	-0.0757	-0.3110	0.0000
0.1926	0.0647	-0.1714	-0.0680	0.0526	4.8494

Y0/Y1 (1)= 0.562

Y0/Y1 (2)= 0.562

----- JMM -----

SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 1

DADOS GERAIS DE PROJETO

CABO CONDUTOR:

CIRCUITO 1

- Tipo ..... CAA
- Bitola ..... 636 kCM
- Formação ..... 26/7
- Diâmetro (mm) ..... 25.16
- Resistência (Ohms/km) ..... 0.0968 a 50.0 (°C)
- Reatância indutiva interna - 1 ft - (Ohms/km) ..... 0.2560
- Flecha média (m) ..... 19.19

CABO PÁRA-RAIOS:

CABO PÁRA-RAIOS (1)

- Tipo ..... OPGW
- Bitola ..... 12,4
- Formação ..... 12FO
- Diâmetro (mm) ..... 12.40
- Resistência (Ohms/km) ..... 1.0570 a 20.0 (°C)
- Reatância indutiva interna - 1 ft - (Ohms/km) ..... 0.3140
- Flecha média (m) ..... 15.50

----- JMM -----

SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 2

CABO PÁRA-RAIOS:

CABO PÁRA-RAIOS (2)

- Tipo .....	CAA DOTTEREL
- Bitola .....	176,9kCM
- Formação .....	12/7
- Diâmetro (mm) .....	15.42
- Resistência (Ohms/km) .....	0.3000 a 20.0 (°C)
- Reatância indutiva interna - 1 ft - (Ohms/km) .....	0.3100
- Flecha média (m) .....	15.50

RESISTIVIDADE MÉDIA DO SOLO (Ohms.m) ..... 1000

----- JMM -----  
 SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 3

DISPOSIÇÃO GEOMÉTRICA DOS CABOS CONDUTORES NO(S) CIRCUITO(S)

CIRCUITO 1

- Número de sub-condutores por fase ..... 1
- Espaçamento entre subcondutores (m) ..... 0.000
- Abscissas (x) e ordenadas (y) dos centros dos feixes de sub-condutores em relação a um sistema de eixos ortogonais arbitrado:

Eixos ..... EIXO DA ESTRUTURA / SOLO

	x(m)	y(m)
FASE A.....	8.60	27.60
FASE B.....	-8.60	27.60
FASE C.....	0.00	27.60

- Abscissa (x) e ordenada (y) dos cabos pára-raios em relação a um sistema de eixos ortogonais arbitrado:

Eixos ..... EIXO DA ESTRUTURA / SOLO

	x(m)	y(m)
CABO PÁRA-RAIOS (1).....	-7.00	33.15
CABO PÁRA-RAIOS (2).....	7.00	33.15

----- JMM -----  
 SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 4

MATRIZ LONGITUDINAL DE FASE COM PÁRA-RAIOS:

R	(Ohms/km)			
jX				
0.1553	0.0585	0.0585	0.0583	0.0583
0.9418	0.3817	0.4339	0.3804	0.4380
0.0585	0.1553	0.0585	0.0583	0.0583
0.3817	0.9418	0.4339	0.4380	0.3804
0.0585	0.0585	0.1553	0.0583	0.0583
0.4339	0.4339	0.9418	0.4181	0.4181
0.0583	0.0583	0.0583	1.1151	0.0581
0.3804	0.4380	0.4181	1.0001	0.3976
0.0583	0.0583	0.0583	0.0581	0.3581
0.4380	0.3804	0.4181	0.3976	0.9961

MATRIZ LONGITUDINAL DE FASE COM PÁRA-RAIOS ELIMINADOS:

R	(Ohms/km)	
jX		
0.1804	0.0863	0.0862
0.7237	0.1772	0.2183
0.0863	0.1907	0.0914
0.1772	0.7456	0.2295
0.0862	0.0914	0.1868
0.2183	0.2295	0.7273



----- JMM -----  
 SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 5

MATRIZ LONGITUDINAL DE SEQUÊNCIA

R (Ohms/km)  
 jX

0.3618	-0.0111	0.0021
1.1488	-0.0160	-0.0137
0.0021	0.0980	0.0296
-0.0137	0.5239	0.0159
-0.0111	-0.0284	0.0980
-0.0160	0.0179	0.5239

R0/R1 (1)= 3.691

X0/X1 (1)= 2.193

----- JMM -----  
 SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 6

MATRIZ TRANSVERSAL DE FASE COM PÁRA-RAIOS ELIMINADOS:

B (Sx1E-6/km)  
 jY

0.0000	0.0000	0.0000
2.8679	-0.1220	-0.3591
0.0000	0.0000	0.0000
-0.1220	2.8664	-0.3599
0.0000	0.0000	0.0000
-0.3591	-0.3599	2.9130

----- JMM -----  
 SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 7

MATRIZ TRANSVERSAL DE SEQUÊNCIA

B (Sx1E-6/km)  
 jY

0.0000	0.0550	-0.0550
2.3217	0.0325	0.0325
-0.0550	0.0000	-0.1504
0.0325	3.1628	-0.0868
0.0550	0.1504	0.0000
0.0325	-0.0868	3.1628

Y0/Y1 (1)= 0.734

OS PARÂMETROS ELÉTRICOS APRESENTADOS A SEGUIR, SÃO OS UTILIZADOS NO ESTUDO DE DESEQUILÍBRIO LONGITUDINAL DA LINHA DE TRANSMISSÃO A SER SECCIONADA.

SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 1

DADOS GERAIS DE PROJETO

CABO CONDUTOR:

CIRCUITO 1

- Tipo ..... CAA
- Bitola ..... 636 kCM
- Formação ..... 26/7
- Diâmetro (mm) ..... 25.16
- Resistência (Ohms/km) ..... 0.0968 a 50.0 (°C)
- Reatância indutiva interna - 1 ft - (Ohms/km) ..... 0.2560
- Flecha média (m) ..... 19.19

CABO PÁRA-RAIOS:

CABO PÁRA-RAIOS (1)

- Tipo ..... OPGW
- Bitola ..... 120mm
- Formação ..... 10/6
- Diâmetro (mm) ..... 14.70
- Resistência (Ohms/km) ..... 0.5100 a 20.0 (°C)
- Reatância indutiva interna - 1 ft - (Ohms/km) ..... 0.3000
- Flecha média (m) ..... 15.50

----- JMM -----

SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 2

CABO PÁRA-RAIOS:

CABO PÁRA-RAIOS (2)

- Tipo .....	ACO GALV.EAR
- Bitola .....	3/8"
- Formação .....	7
- Diâmetro (mm) .....	9.14
- Resistência (Ohms/km) .....	3.8100 a 20.0 (°C)
- Reatância indutiva interna - 1 ft - (Ohms/km) .....	0.6100
- Flecha média (m) .....	15.50

RESISTIVIDADE MÉDIA DO SOLO (Ohms.m) ..... 1000

----- JMM -----  
 SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 3

DISPOSIÇÃO GEOMÉTRICA DOS CABOS CONDUTORES NO(S) CIRCUITO(S)

CIRCUITO 1

- Número de sub-condutores por fase ..... 1
- Espaçamento entre subcondutores (m) ..... 0.000
- Abscissas (x) e ordenadas (y) dos centros dos feixes de sub-condutores em relação a um sistema de eixos ortogonais arbitrado:

Eixos ..... EIXO DA ESTRUTURA / SOLO

	x(m)	y(m)
FASE A.....	-8.60	27.60
FASE B.....	0.00	27.60
FASE C.....	8.60	27.60

- Abscissa (x) e ordenada (y) dos cabos pára-raios em relação a um sistema de eixos ortogonais arbitrado:

Eixos ..... EIXO DA ESTRUTURA / SOLO

	x(m)	y(m)
CABO PÁRA-RAIOS (1).....	-7.00	33.15
CABO PÁRA-RAIOS (2).....	7.00	33.15

----- JMM -----  
 SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 4

MATRIZ LONGITUDINAL DE FASE COM PÁRA-RAIOS:

R	(Ohms/km)			
jX				
0.1553	0.0585	0.0585	0.0583	0.0583
0.9418	0.4339	0.3817	0.4380	0.3804
0.0585	0.1553	0.0585	0.0583	0.0583
0.4339	0.9418	0.4339	0.4181	0.4181
0.0585	0.0585	0.1553	0.0583	0.0583
0.3817	0.4339	0.9418	0.3804	0.4380
0.0583	0.0583	0.0583	0.5681	0.0581
0.4380	0.4181	0.3804	0.9861	0.3976
0.0583	0.0583	0.0583	0.0581	3.8681
0.3804	0.4181	0.4380	0.3976	1.2962

MATRIZ LONGITUDINAL DE FASE COM PÁRA-RAIOS ELIMINADOS:

R	(Ohms/km)	
jX		
0.2062	0.1086	0.1048
0.7625	0.2602	0.2205
0.1086	0.2053	0.1053
0.2602	0.7732	0.2773
0.1048	0.1053	0.1999
0.2205	0.2773	0.7960



----- JMM -----  
 SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 5

MATRIZ LONGITUDINAL DE SEQUÊNCIA

R (Ohms/km)  
 jX

0.4163	0.0065	-0.0033
1.2825	-0.0224	-0.0170
-0.0033	0.0975	-0.0292
-0.0170	0.5246	0.0179
0.0065	0.0298	0.0975
-0.0224	0.0166	0.5246

R0/R1 (1)= 4.267

X0/X1 (1)= 2.445

----- JMM -----  
 SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 6

MATRIZ TRANSVERSAL DE FASE COM PÁRA-RAIOS ELIMINADOS:

B (Sx1E-6/km)  
 jY

0.0000	0.0000	0.0000
2.8672	-0.3600	-0.1229
0.0000	0.0000	0.0000
-0.3600	2.9117	-0.3617
0.0000	0.0000	0.0000
-0.1229	-0.3617	2.8640

----- JMM -----  
 SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 7

MATRIZ TRANSVERSAL DE SEQUÊNCIA

B (Sx1E-6/km)  
 jY

0.0000	-0.0546	0.0546
2.3179	0.0332	0.0332
0.0546	0.0000	0.1506
0.0332	3.1625	-0.0870
-0.0546	-0.1506	0.0000
0.0332	-0.0870	3.1625

Y0/Y1 (1)= 0.733

----- JMM -----

SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 1

DADOS GERAIS DE PROJETO

CABO CONDUTOR:

CIRCUITO 1

- Tipo ..... CAA
- Bitola ..... 636 kCM
- Formação ..... 26/7
- Diâmetro (mm) ..... 25.16
- Resistência (Ohms/km) ..... 0.0968 a 50.0 (°C)
- Reatância indutiva interna - 1 ft - (Ohms/km) ..... 0.2560
- Flecha média (m) ..... 19.19

CABO PÁRA-RAIOS:

CABO PÁRA-RAIOS (1)

- Tipo ..... OPGW
- Bitola ..... 120mm
- Formação ..... 10/6
- Diâmetro (mm) ..... 14.70
- Resistência (Ohms/km) ..... 0.5100 a 20.0 (°C)
- Reatância indutiva interna - 1 ft - (Ohms/km) ..... 0.3000
- Flecha média (m) ..... 15.50

----- JMM -----

SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 2

CABO PÁRA-RAIOS:

CABO PÁRA-RAIOS (2)

- Tipo .....	ACO GALV.EAR
- Bitola .....	3/8"
- Formação .....	7
- Diâmetro (mm) .....	9.14
- Resistência (Ohms/km) .....	3.8100 a 20.0 (°C)
- Reatância indutiva interna - 1 ft - (Ohms/km) .....	0.6100
- Flecha média (m) .....	15.50

RESISTIVIDADE MÉDIA DO SOLO (Ohms.m) ..... 1000

----- JMM -----  
 SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 3

DISPOSIÇÃO GEOMÉTRICA DOS CABOS CONDUTORES NO(S) CIRCUITO(S)

CIRCUITO 1

- Número de sub-condutores por fase ..... 1
- Espaçamento entre subcondutores (m) ..... 0.000
- Abscissas (x) e ordenadas (y) dos centros dos feixes de sub-condutores em relação a um sistema de eixos ortogonais arbitrado:

Eixos ..... EIXO DA ESTRUTURA / SOLO

	x(m)	y(m)
FASE A.....	8.60	27.60
FASE B.....	-8.60	27.60
FASE C.....	0.00	27.60

- Abscissa (x) e ordenada (y) dos cabos pára-raios em relação a um sistema de eixos ortogonais arbitrado:

Eixos ..... EIXO DA ESTRUTURA / SOLO

	x(m)	y(m)
CABO PÁRA-RAIOS (1).....	-7.00	33.15
CABO PÁRA-RAIOS (2).....	7.00	33.15

----- JMM -----  
 SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 4

MATRIZ LONGITUDINAL DE FASE COM PÁRA-RAIOS:

R	(Ohms/km)			
jX				
0.1553	0.0585	0.0585	0.0583	0.0583
0.9418	0.3817	0.4339	0.3804	0.4380
0.0585	0.1553	0.0585	0.0583	0.0583
0.3817	0.9418	0.4339	0.4380	0.3804
0.0585	0.0585	0.1553	0.0583	0.0583
0.4339	0.4339	0.9418	0.4181	0.4181
0.0583	0.0583	0.0583	0.5681	0.0581
0.3804	0.4380	0.4181	0.9861	0.3976
0.0583	0.0583	0.0583	0.0581	3.8681
0.4380	0.3804	0.4181	0.3976	1.2962

MATRIZ LONGITUDINAL DE FASE COM PÁRA-RAIOS ELIMINADOS:

R	(Ohms/km)	
jX		
0.1999	0.1048	0.1053
0.7960	0.2205	0.2773
0.1048	0.2062	0.1086
0.2205	0.7625	0.2602
0.1053	0.1086	0.2053
0.2773	0.2602	0.7732

----- JMM -----  
 SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 5

MATRIZ LONGITUDINAL DE SEQUÊNCIA

R (Ohms/km)  
 jX

0.4163	-0.0227	0.0164
1.2825	0.0055	0.0057
0.0164	0.0975	0.0301
0.0057	0.5246	0.0163
-0.0227	-0.0293	0.0975
0.0055	0.0175	0.5246

R0/R1 (1)= 4.267

X0/X1 (1)= 2.445



----- JMM -----  
 SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 6

MATRIZ TRANSVERSAL DE FASE COM PÁRA-RAIOS ELIMINADOS:

B (Sx1E-6/km)  
 jY

0.0000	0.0000	0.0000
2.8640	-0.1229	-0.3617
0.0000	0.0000	0.0000
-0.1229	2.8672	-0.3600
0.0000	0.0000	0.0000
-0.3617	-0.3600	2.9117

----- JMM -----  
 SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 7

MATRIZ TRANSVERSAL DE SEQUÊNCIA

B (Sx1E-6/km)  
 jY

0.0000	0.0561	-0.0561
2.3179	0.0307	0.0307
-0.0561	-0.0000	-0.1507
0.0307	3.1625	-0.0870
0.0561	0.1507	0.0000
0.0307	-0.0870	3.1625

Y0/Y1 (1)= 0.733

----- JMM -----

SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 1

DADOS GERAIS DE PROJETO

CABO CONDUTOR:

CIRCUITO 1

- Tipo ..... CAA
- Bitola ..... 636 kCM
- Formação ..... 26/7
- Diâmetro (mm) ..... 25.16
- Resistência (Ohms/km) ..... 0.0968 a 50.0 (°C)
- Reatância indutiva interna - 1 ft - (Ohms/km) ..... 0.2560
- Flecha média (m) ..... 19.19

CABO PÁRA-RAIOS:

CABO PÁRA-RAIOS (1)

- Tipo ..... OPGW
- Bitola ..... 120mm
- Formação ..... 10/6
- Diâmetro (mm) ..... 14.70
- Resistência (Ohms/km) ..... 0.5100 a 20.0 (°C)
- Reatância indutiva interna - 1 ft - (Ohms/km) ..... 0.3000
- Flecha média (m) ..... 15.50

----- JMM -----

SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 2

CABO PÁRA-RAIOS:

CABO PÁRA-RAIOS (2)

- Tipo .....	ACO GALV.EAR
- Bitola .....	3/8"
- Formação .....	7
- Diâmetro (mm) .....	9.14
- Resistência (Ohms/km) .....	3.8100 a 20.0 (°C)
- Reatância indutiva interna - 1 ft - (Ohms/km) .....	0.6100
- Flecha média (m) .....	15.50

RESISTIVIDADE MÉDIA DO SOLO (Ohms.m) ..... 1000

----- JMM -----  
 SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 3

DISPOSIÇÃO GEOMÉTRICA DOS CABOS CONDUTORES NO(S) CIRCUITO(S)

CIRCUITO 1

- Número de sub-condutores por fase ..... 1
- Espaçamento entre subcondutores (m) ..... 0.000
- Abscissas (x) e ordenadas (y) dos centros dos feixes de sub-condutores em relação a um sistema de eixos ortogonais arbitrado:

Eixos ..... EIXO DA ESTRUTURA / SOLO

	x(m)	y(m)
FASE A.....	0.00	27.60
FASE B.....	8.60	27.60
FASE C.....	-8.60	27.60

- Abscissa (x) e ordenada (y) dos cabos pára-raios em relação a um sistema de eixos ortogonais arbitrado:

Eixos ..... EIXO DA ESTRUTURA / SOLO

	x(m)	y(m)
CABO PÁRA-RAIOS (1).....	-7.00	33.15
CABO PÁRA-RAIOS (2).....	7.00	33.15

----- JMM -----  
 SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 4

MATRIZ LONGITUDINAL DE FASE COM PÁRA-RAIOS:

R	(Ohms/km)			
jX				
0.1553	0.0585	0.0585	0.0583	0.0583
0.9418	0.4339	0.4339	0.4181	0.4181
0.0585	0.1553	0.0585	0.0583	0.0583
0.4339	0.9418	0.3817	0.3804	0.4380
0.0585	0.0585	0.1553	0.0583	0.0583
0.4339	0.3817	0.9418	0.4380	0.3804
0.0583	0.0583	0.0583	0.5681	0.0581
0.4181	0.3804	0.4380	0.9861	0.3976
0.0583	0.0583	0.0583	0.0581	3.8681
0.4181	0.4380	0.3804	0.3976	1.2962

MATRIZ LONGITUDINAL DE FASE COM PÁRA-RAIOS ELIMINADOS:

R	(Ohms/km)	
jX		
0.2053	0.1053	0.1086
0.7732	0.2773	0.2602
0.1053	0.1999	0.1048
0.2773	0.7960	0.2205
0.1086	0.1048	0.2062
0.2602	0.2205	0.7625

----- JMM -----  
 SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 5

MATRIZ LONGITUDINAL DE SEQUÊNCIA

R (Ohms/km)  
 jX

0.4163	0.0161	-0.0131
1.2825	0.0169	0.0113
-0.0131	0.0975	-0.0009
0.0113	0.5246	-0.0343
0.0161	-0.0005	0.0975
0.0169	-0.0341	0.5246

R0/R1 (1)= 4.267

X0/X1 (1)= 2.445

SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 6

MATRIZ TRANSVERSAL DE FASE COM PÁRA-RAIOS ELIMINADOS:

B (Sx1E-6/km)  
 jY

0.0000	0.0000	0.0000
2.9117	-0.3617	-0.3600
0.0000	0.0000	0.0000
-0.3617	2.8640	-0.1229
0.0000	0.0000	0.0000
-0.3600	-0.1229	2.8672



----- JMM -----  
 SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROL  
 PARÂMETROS ELÉTRICOS DE LINHAS DE TRANSMISSÃO

DATA: 27/05/15

REFERÊNCIA: 3.51.20-A4-005

PÁGINA: 7

MATRIZ TRANSVERSAL DE SEQUÊNCIA

B (Sx1E-6/km)  
 jY

0.0000	-0.0014	0.0014
2.3179	-0.0639	-0.0639
0.0014	0.0000	0.0000
-0.0639	3.1625	0.1740
-0.0014	-0.0000	-0.0000
-0.0639	0.1740	3.1625

Y0/Y1 (1)= 0.733

**ANEXO II**

**CAPACIDADE TÉRMICA DO CABO CONDUTOR**

----- JMM -----

LTs 500 kV GILBUES II - GENTIO DO OURO II - OUROLANDIA II - MORRO  
CAPACIDADE TÉRMICA DE CABOS AÉREOS EM REGIME PERMANENTE

TIPO: CAL 1120

BITOLA: 1010 kCM

FORMAÇÃO: 61

DATA: 16/03/15

REFERÊNCIA:

PÁGINA: 1

1.- CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE:

Temperatura ambiente (°C) ..... 33.0  
 Velocidade do vento (km/h) ..... 3.6  
 Pressão atmosférica (mmHg) ..... 692.0

2.- CARACTERÍSTICAS DO CABO CONDUTOR:

Diâmetro nominal (mm) ..... 29.34  
 Resistência linear do condutor (ohms/km) .. 0.0675 ( a 50.0 °C)  
 Coeficiente de emissividade (0.2 - 0.9) ... 0.60  
 Coeficiente de absorção (0.1 - 1.0) ..... 0.60

3.- RESULTADOS:

TEMPERATURA CONDUTOR (°C)	CORRENTE CONDUTOR (A)
45.0	334.
50.0	520.
55.0	652.
60.0	759.
65.0	851.
70.0	931.
75.0	1004.
80.0	1070.
85.0	1131.
90.0	1188.

QC (W/m)	QR (W/m)	QS (W/m)	RI <sup>2</sup> (W/m)
21.1	4.6	18.3	7.4
29.9	6.6	18.3	18.3
38.8	8.8	18.3	29.3
47.6	11.1	18.3	40.5
56.6	13.4	18.3	51.8
65.6	15.9	18.3	63.2
74.6	18.5	18.3	74.8
83.6	21.2	18.3	86.5
92.7	24.0	18.3	98.4
101.8	27.0	18.3	110.5

Obs: QC - perda de calor por convecção  
 QS - ganho de calor do sol

QR - perda de calor por irradiação  
 RI<sup>2</sup> - ganho de calor por efeito Joule

F L U X O   E N G E N H A R I A

----- JMM -----

LT 230 kV GENTIO DO OURO II - BROTAS DE MACAUBAS  
CAPACIDADE TÉRMICA DE CABOS AÉREOS EM REGIME PERMANENTE

TIPO: CAL 1120

BITOLA: 679 kCM

FORMAÇÃO: 37

DATA: 16/03/15

REFERÊNCIA:

PÁGINA: 1

1.- CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE:

Temperatura ambiente (°C) ..... 30.0  
 Velocidade do vento (km/h) ..... 3.6  
 Pressão atmosférica (mmHg) ..... 692.0

2.- CARACTERÍSTICAS DO CABO CONDUTOR:

Diâmetro nominal (mm) ..... 24.08  
 Resistência linear do condutor (ohms/km) .. 0.0986 ( a 50.0 °C)  
 Coeficiente de emissividade (0.2 - 0.9) ... 0.60  
 Coeficiente de absorção (0.1 - 1.0) ..... 0.60

3.- RESULTADOS:

TEMPERATURA CONDUTOR (°C)	CORRENTE CONDUTOR (A)
45.0	367.
50.0	479.
55.0	566.
60.0	640.
65.0	705.
70.0	763.
75.0	815.
80.0	864.
85.0	909.
90.0	950.

QC (W/m)	QR (W/m)	QS (W/m)	RI <sup>2</sup> (W/m)
23.4	4.6	15.0	13.0
31.3	6.3	15.0	22.6
39.2	8.1	15.0	32.3
47.1	10.0	15.0	42.0
55.0	11.9	15.0	51.9
63.0	13.9	15.0	62.0
71.0	16.1	15.0	72.1
79.1	18.3	15.0	82.4
87.2	20.6	15.0	92.8
95.3	23.0	15.0	103.3

Obs: QC - perda de calor por convecção  
 QS - ganho de calor do sol

QR - perda de calor por irradiação  
 RI<sup>2</sup> - ganho de calor por efeito Joule

F L U X O   E N G E N H A R I A

----- JMM -----

LT 230 kV IGAPORA III - PINDAI II  
CAPACIDADE TÉRMICA DE CABOS AÉREOS EM REGIME PERMANENTE

TIPO: CAL 1120

BITOLA: 1010 kCM

FORMAÇÃO: 61

DATA: 16/03/15

REFERÊNCIA:

PÁGINA: 1

1.- CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE:

Temperatura ambiente (°C) ..... 28.0  
 Velocidade do vento (km/h) ..... 3.6  
 Pressão atmosférica (mmHg) ..... 684.0

2.- CARACTERÍSTICAS DO CABO CONDUTOR:

Diâmetro nominal (mm) ..... 29.34  
 Resistência linear do condutor (ohms/km) .. 0.0675 ( a 50.0 °C)  
 Coeficiente de emissividade (0.2 - 0.9) ... 0.60  
 Coeficiente de absorção (0.1 - 1.0) ..... 0.60

3.- RESULTADOS:

TEMPERATURA CONDUTOR (°C)	CORRENTE CONDUTOR (A)
45.0	518.
50.0	651.
55.0	759.
60.0	850.
65.0	931.
70.0	1004.
75.0	1070.
80.0	1131.
85.0	1188.
90.0	1241.

QC (W/m)	QR (W/m)	QS (W/m)	RI <sup>2</sup> (W/m)
29.7	6.3	18.3	17.7
38.5	8.4	18.3	28.6
47.3	10.6	18.3	39.6
56.2	12.8	18.3	50.7
65.1	15.2	18.3	62.0
74.0	17.7	18.3	73.4
83.0	20.3	18.3	85.0
92.0	23.0	18.3	96.7
101.1	25.8	18.3	108.6
110.2	28.7	18.3	120.6

Obs: QC - perda de calor por convecção  
 QS - ganho de calor do sol

QR - perda de calor por irradiação  
 RI<sup>2</sup> - ganho de calor por efeito Joule

F L U X O   E N G E N H A R I A

----- JMM -----

SECC. DA LT 230 kV IRE - SBD P/ SE OUROLANDIA II  
CAPACIDADE TÉRMICA DE CABOS AÉREOS EM REGIME PERMANENTE

TIPO: CAA

BITOLA: 636 kCM

FORMAÇÃO: 26/7

DATA: 16/03/15

REFERÊNCIA:

PÁGINA: 1

1.- CARACTERÍSTICAS DO AMBIENTE:

Temperatura ambiente (°C) ..... 30.0  
 Velocidade do vento (km/h) ..... 3.6  
 Pressão atmosférica (mmHg) ..... 704.0

2.- CARACTERÍSTICAS DO CABO CONDUTOR:

Diâmetro nominal (mm) ..... 25.16  
 Resistência linear do condutor (ohms/km) .. 0.0968 ( a 50.0 °C)  
 Coeficiente de emissividade (0.2 - 0.9) ... 0.60  
 Coeficiente de absorção (0.1 - 1.0) ..... 0.60

3.- RESULTADOS:

TEMPERATURA CONDUTOR (°C)	CORRENTE CONDUTOR (A)
45.0	377.
50.0	491.
55.0	582.
60.0	658.
65.0	725.
70.0	784.
75.0	838.
80.0	888.
85.0	934.
90.0	977.

QC (W/m)	QR (W/m)	QS (W/m)	RI <sup>2</sup> (W/m)
24.3	4.8	15.7	13.5
32.4	6.6	15.7	23.4
40.6	8.5	15.7	33.4
48.8	10.4	15.7	43.6
57.1	12.4	15.7	53.9
65.4	14.6	15.7	64.3
73.7	16.8	15.7	74.8
82.0	19.1	15.7	85.5
90.4	21.5	15.7	96.3
98.8	24.0	15.7	107.2

Obs: QC - perda de calor por convecção  
 QS - ganho de calor do sol

QR - perda de calor por irradiação  
 RI<sup>2</sup> - ganho de calor por efeito Joule

### **ANEXO III**

## **CAMPO ELÉTRICO SUPERFICIAL DOS CABOS CONDUTORES**

## Campo Elétrico

### Dados de identificação:

Nome do cliente: JMM  
Nome da LT: LT 500 kV Gilbués II - Gentio do Ouro II, LT 500 kV Gentio do Ouro II - Ourolândia II e LT 500 kV Ourolândia II - Morro do Chapéu II  
Número de referência: 3.51.20-A4-005  
Descrição: CAL 1120 - 1010 kCM  
Data: 17/03/2015

### Dados gerais:

Número de Linhas de Transmissão: 1  
Densidade relativa do ar: 0.88  
Índice pluviométrico (mm/h): 10  
Campo elétrico máximo no bordo da faixa de servidão (kVrms/m): 4.17

### Dados referentes ao perfil do campo elétrico:

Coordenada X inicial (m): -40  
Coordenada X final (m): 40  
Incremento da coordenada X (m): 1  
Alturas em relação ao solo (m): 1.5

### Dados referentes à Linha de Transmissão:

#### Linha de Transmissão 1:

Posição do eixo (m): (0 ; 0)  
Frequência (Hz): 60  
Vão médio (m): 500  
Número de circuitos: 1  
Número de cabos pára-raios: 2

#### Circuito 1:

Código do cabo: CAL 1120 - 1010 kCM  
Tipo do cabo: CAL 1120  
Bitola do cabo: 1010 kCM  
Formação do cabo: 61  
Diâmetro do cabo (mm): 29.34  
Fator de superfície do cabo: 0.85  
Flecha do cabo na temperatura típica de operação (m): 20.42  
Flecha do cabo na temperatura máxima (m): 21.19  
Número de cabos por fase: 4  
Tensão nominal (kV): 500  
Tensão máxima operativa (kV): 550



**Fase A:**

Posição do centro do feixe (m): (-7 ; 32.79)  
Posição do subcondutor 1 em relação ao centro do feixe (m): (0.300 ; 0.300)  
Posição do subcondutor 2 em relação ao centro do feixe (m): (-0.300 ; 0.300)  
Posição do subcondutor 3 em relação ao centro do feixe (m): (-0.300 ; -0.300)  
Posição do subcondutor 4 em relação ao centro do feixe (m): (0.300 ; -0.300)

**Fase B:**

Posição do centro do feixe (m): (0 ; 31.49)  
Posição do subcondutor 1 em relação ao centro do feixe (m): (0.300 ; 0.300)  
Posição do subcondutor 2 em relação ao centro do feixe (m): (-0.300 ; 0.300)  
Posição do subcondutor 3 em relação ao centro do feixe (m): (-0.300 ; -0.300)  
Posição do subcondutor 4 em relação ao centro do feixe (m): (0.300 ; -0.300)

**Fase C:**

Posição do centro do feixe (m): (7 ; 32.79)  
Posição do subcondutor 1 em relação ao centro do feixe (m): (0.300 ; 0.300)  
Posição do subcondutor 2 em relação ao centro do feixe (m): (-0.300 ; 0.300)  
Posição do subcondutor 3 em relação ao centro do feixe (m): (-0.300 ; -0.300)  
Posição do subcondutor 4 em relação ao centro do feixe (m): (0.300 ; -0.300)

**Cabo Pára-raios 1:**

Código: AÇO 3/8"  
Tipo: Aço Galvanizado EAR  
Bitola: 3/8"  
Formação: 7  
Diâmetro (mm): 9.14  
Flecha do cabo na temperatura média (m): 16.35  
Posição na estrutura (m): (-14.90 ; 40.76)

**Cabo Pára-raios 2:**

Código: OPGW 12,4  
Tipo: OPGW  
Bitola: 85 mm<sup>2</sup>  
Formação: 9/1  
Diâmetro (mm): 12.4  
Flecha do cabo na temperatura média (m): 16.35  
Posição na estrutura (m): (14.9 ; 40.76)

**Resultados:**

**Perda Corona 3Ø com chuva, campo elétrico crítico de corona e superficial máximo:**

LT	Circuito	Perda corona 3Ø com chuva (kW/km)	Campo Elétrico			
			Crítico Peek (kVp/cm)	Fase	Condutor	Superficial máximo (kVp/cm)
1	1	79.7	28.36	A	1	24.32
					2	22.88
					3	23.08
					4	24.59
				B	1	27.00
					2	27.00
					3	26.58
					4	26.58
				C	1	22.89
					2	24.33
					3	24.60
					4	23.09

**Perfil do campo elétrico a 1.5 metro do solo:**

**Posição média dos cabos:**

Largura da faixa de servidão (m):	0.00
Campo elétrico máximo (kVrms/m):	2.82
Posição X (m):	-12.00

**Posição de distância mínima condutor-solo:**

Largura da faixa de servidão (m):	35.44
Campo elétrico máximo (kVrms/m):	7.23
Posição X (m):	-9.00

X (m)	E (kVrms/m)	
	Cabos na posição média	Cabos na posição mínima
-40.00	0.69	0.57
-39.00	0.73	0.61
-38.00	0.77	0.66
-37.00	0.82	0.71
-36.00	0.87	0.76
-35.00	0.93	0.83
-34.00	0.99	0.89
-33.00	1.05	0.97
-32.00	1.12	1.06
-31.00	1.19	1.15
-30.00	1.27	1.26

-29.00	1.35	1.38
-28.00	1.43	1.51
-27.00	1.53	1.66
-26.00	1.62	1.82
-25.00	1.73	2.01
-24.00	1.83	2.21
-23.00	1.94	2.45
-22.00	2.05	2.71
-21.00	2.16	3.00
-20.00	2.28	3.32
-19.00	2.39	3.67
-18.00	2.49	4.06
-17.00	2.59	4.47
-16.00	2.67	4.92
-15.00	2.74	5.38
-14.00	2.79	5.84
-13.00	2.82	6.28
-12.00	2.82	6.67
-11.00	2.79	6.98
-10.00	2.73	7.18
-9.00	2.64	7.23
-8.00	2.51	7.12
-7.00	2.37	6.86
-6.00	2.20	6.48
-5.00	2.01	6.09
-4.00	1.82	5.80
-3.00	1.64	5.70
-2.00	1.49	5.77
-1.00	1.38	5.89
0.00	1.34	5.95
1.00	1.38	5.89
2.00	1.49	5.77
3.00	1.64	5.69
4.00	1.82	5.79
5.00	2.01	6.09
6.00	2.19	6.48
7.00	2.36	6.85
8.00	2.51	7.12
9.00	2.63	7.23
10.00	2.72	7.18
11.00	2.78	6.98
12.00	2.81	6.66
13.00	2.81	6.27
14.00	2.78	5.83
15.00	2.73	5.37
16.00	2.66	4.91
17.00	2.58	4.47
18.00	2.48	4.05
19.00	2.38	3.66
20.00	2.27	3.31
21.00	2.16	2.99
22.00	2.05	2.70
23.00	1.93	2.44
24.00	1.82	2.21
25.00	1.72	2.00

26.00	1.62	1.81
27.00	1.52	1.65
28.00	1.43	1.50
29.00	1.34	1.37
30.00	1.26	1.25
31.00	1.18	1.14
32.00	1.11	1.05
33.00	1.04	0.97
34.00	0.98	0.89
35.00	0.92	0.82
36.00	0.87	0.76
37.00	0.81	0.70
38.00	0.77	0.65
39.00	0.72	0.61
40.00	0.68	0.56

## Campo Elétrico

### Dados de identificação:

Nome do cliente: JMM  
Nome da LT: LT 230 kV Gentio do Ouro II - Brotas de Macaúbas  
Número de referência: 3.51.20-A4-005  
Descrição: CAL 1120 - 679 kCM  
Data: 29/04/2015

### Dados gerais:

Número de Linhas de Transmissão: 1  
Densidade relativa do ar: 0.87  
Índice pluviométrico (mm/h): 10  
Campo elétrico máximo no bordo da faixa de servidão (kVrms/m): 4.17

### Dados referentes ao perfil do campo elétrico:

Coordenada X inicial (m): -20  
Coordenada X final (m): 20  
Incremento da coordenada X (m): 1  
Alturas em relação ao solo (m): 1.5

### Dados referentes à Linha de Transmissão:

#### Linha de Transmissão 1:

Posição do eixo (m): (0 ; 0)  
Frequência (Hz): 60  
Vão médio (m): 500  
Número de circuitos: 1  
Número de cabos pára-raios: 2

#### Circuito 1:

Código do cabo: CAL 1120 - 679 kCM  
Tipo do cabo: CAL 1120  
Bitola do cabo: 679 kCM  
Formação do cabo: 37  
Diâmetro do cabo (mm): 24.08  
Fator de superfície do cabo: 0.85  
Flecha do cabo na temperatura típica de operação (m): 19.81  
Flecha do cabo na temperatura máxima (m): 20.71  
Número de cabos por fase: 1  
Tensão nominal (kV): 230  
Tensão máxima operativa (kV): 242

**Fase A:**

Posição do condutor (m): (-4 ; 28.71)

**Fase B:**

Posição do condutor (m): (4 ; 28.71)

**Fase C:**

Posição do condutor (m): (4 ; 34.11)

**Cabo Pára-raios 1:**

Código: OPGW 12,4  
 Tipo: OPGW  
 Bitola: 85 mm<sup>2</sup>  
 Formação: 9/1  
 Diâmetro (mm): 12.4  
 Flecha do cabo na temperatura média (m): 15.77  
 Posição na estrutura (m): (4 ; 39.66)

**Cabo Pára-raios 2:**

Código: AÇO 3/8"  
 Tipo: Aço Galvanizado EAR  
 Bitola: 3/8"  
 Formação: 7  
 Diâmetro (mm): 9.14  
 Flecha do cabo na temperatura média (m): 15.77  
 Posição na estrutura (m): (-4 ; 39.66)

**Resultados:**

**Perda Corona 3Ø com chuva, campo elétrico crítico de corona e superficial máximo:**

LT	Circuito	Perda corona 3Ø com chuva (kW/km)	Campo Elétrico			
			Crítico Peek (kVp/cm)	Fase	Condutor	Superficial máximo (kVp/cm)
1	1	15.7	28.69	A	1	24.92
				B	1	26.49
				C	1	26.02

**Perfil do campo elétrico a 1.5 metro do solo:**

**Posição média dos cabos:**

Largura da faixa de servidão (m): 0.00  
 Campo elétrico máximo (kVrms/m): 1.06  
 Posição X (m): -7.00

**Posição de distância mínima condutor-solo:**

Largura da faixa de servidão (m): 0.00

Campo elétrico máximo (kVrms/m): 3.29  
 Posição X (m): -5.00

X (m)	E (kVrms/m)	
	Cabos na posição média	Cabos na posição mínima
-20.00	0.53	0.49
-19.00	0.57	0.56
-18.00	0.62	0.64
-17.00	0.67	0.74
-16.00	0.72	0.86
-15.00	0.77	0.99
-14.00	0.82	1.15
-13.00	0.88	1.34
-12.00	0.93	1.56
-11.00	0.97	1.82
-10.00	1.01	2.10
-9.00	1.04	2.41
-8.00	1.06	2.72
-7.00	1.06	3.00
-6.00	1.05	3.21
-5.00	1.03	3.29
-4.00	0.99	3.21
-3.00	0.94	2.96
-2.00	0.88	2.56
-1.00	0.83	2.11
0.00	0.78	1.74
1.00	0.75	1.82
2.00	0.74	2.17
3.00	0.74	2.50
4.00	0.75	2.71
5.00	0.76	2.77
6.00	0.77	2.68
7.00	0.77	2.48
8.00	0.76	2.22
9.00	0.75	1.95
10.00	0.73	1.69
11.00	0.70	1.46
12.00	0.66	1.27
13.00	0.63	1.11
14.00	0.59	0.97
15.00	0.56	0.86
16.00	0.52	0.77
17.00	0.49	0.69
18.00	0.45	0.62
19.00	0.42	0.57
20.00	0.40	0.52

## Campo Elétrico

### Dados de identificação:

Nome do cliente: JMM  
Nome da LT: LT 230 kV Igaporã III - Pindaí II  
Número de referência: 3.51.20-A4-005  
Descrição: CAL 1120 - 1010 kCM  
Data: 29/04/2015

### Dados gerais:

Número de Linhas de Transmissão: 1  
Densidade relativa do ar: 0.88  
Índice pluviométrico (mm/h): 10  
Campo elétrico máximo no bordo da faixa de servidão (kVrms/m): 4.17

### Dados referentes ao perfil do campo elétrico:

Coordenada X inicial (m): -20  
Coordenada X final (m): 20  
Incremento da coordenada X (m): 1  
Alturas em relação ao solo (m): 1.5

### Dados referentes à Linha de Transmissão:

#### Linha de Transmissão 1:

Posição do eixo (m): (0 ; 0)  
Frequência (Hz): 60  
Vão médio (m): 500  
Número de circuitos: 2  
Número de cabos pára-raios: 2

#### Circuito 1:

Código do cabo: CAL 1120 - 1010 kCM  
Tipo do cabo: CAL 1120  
Bitola do cabo: 1010 kCM  
Formação do cabo: 61  
Diâmetro do cabo (mm): 29.34  
Fator de superfície do cabo: 0.85  
Flecha do cabo na temperatura típica de operação (m): 20.42  
Flecha do cabo na temperatura máxima (m): 20.91  
Número de cabos por fase: 2  
Tensão nominal (kV): 230  
Tensão máxima operativa (kV): 242

#### Fase A:



Posição do centro do feixe (m): (-9.2 ; 28.91)  
Posição do subcondutor 1 em relação ao centro do feixe (m): (0.229 ; 0.000)  
Posição do subcondutor 2 em relação ao centro do feixe (m): (-0.229 ; 0.000)

**Fase B:**

Posição do centro do feixe (m): (-4.2 ; 28.91)  
Posição do subcondutor 1 em relação ao centro do feixe (m): (0.229 ; 0.000)  
Posição do subcondutor 2 em relação ao centro do feixe (m): (-0.229 ; 0.000)

**Fase C:**

Posição do centro do feixe (m): (-4.2 ; 36.01)  
Posição do subcondutor 1 em relação ao centro do feixe (m): (0.229 ; 0.000)  
Posição do subcondutor 2 em relação ao centro do feixe (m): (-0.229 ; 0.000)

**Circuito 2:**

Código do cabo:	CAL 1120 - 1010 kCM
Tipo do cabo:	CAL 1120
Bitola do cabo:	1010 kCM
Formação do cabo:	61
Diâmetro do cabo (mm):	29.34
Fator de superfície do cabo:	0.85
Flecha do cabo na temperatura típica de operação (m):	20.42
Flecha do cabo na temperatura máxima (m):	20.91
Número de cabos por fase:	2
Tensão nominal (kV):	230
Tensão máxima operativa (kV):	242

**Fase A:**

Posição do centro do feixe (m): (9.2 ; 28.91)  
Posição do subcondutor 1 em relação ao centro do feixe (m): (0.229 ; 0.000)  
Posição do subcondutor 2 em relação ao centro do feixe (m): (-0.229 ; 0.000)

**Fase B:**

Posição do centro do feixe (m): (4.2 ; 28.91)  
Posição do subcondutor 1 em relação ao centro do feixe (m): (0.229 ; 0.000)  
Posição do subcondutor 2 em relação ao centro do feixe (m): (-0.229 ; 0.000)

**Fase C:**

Posição do centro do feixe (m): (4.2 ; 36.01)  
Posição do subcondutor 1 em relação ao centro do feixe (m): (0.229 ; 0.000)  
Posição do subcondutor 2 em relação ao centro do feixe (m): (-0.229 ; 0.000)

**Cabo Para-raios 1:**

Código:	DOTTEREL
Tipo:	CAA
Bitola:	176.9 kCM
Formação:	12/7
Diâmetro (mm):	15.42

Flecha do cabo na temperatura média (m): 16.35  
 Posição na estrutura (m): (-6.9 ; 40.16)

**Cabo Pára-raios 2:**

Código: OPGW 12,4  
 Tipo: OPGW  
 Bitola: 85 mm<sup>2</sup>  
 Formação: 9/1  
 Diâmetro (mm): 12.4  
 Flecha do cabo na temperatura média (m): 16.35  
 Posição na estrutura (m): (6.9 ; 40.16)

**Resultados:**

**Perda Corona 3Ø com chuva, campo elétrico crítico de corona e superficial máximo:**

LT	Circuito	Perda corona 3Ø com chuva (kW/km)	Campo Elétrico			
			Crítico Peek (kVp/cm)	Fase	Condutor	Superficial máximo (kVp/cm)
1	1	4.4	28.36	A	1	17.22
					2	16.55
				B	1	16.10
					2	16.82
				C	1	14.58
					2	14.91
	2	4.4	28.36	A	1	16.55
					2	17.22
				B	1	16.82
					2	16.10
				C	1	14.90
					2	14.58

**Perfil do campo elétrico a 1.5 metro do solo:**

**Posição média dos cabos:**

Largura da faixa de servidão (m): 0.00  
 Campo elétrico máximo (kVrms/m): 1.99  
 Posição X (m): 0.00

**Posição de distância mínima condutor-solo:**

Largura da faixa de servidão (m): 10.22  
 Campo elétrico máximo (kVrms/m): 5.24  
 Posição X (m): 0.00

X (m)	E (kVrms/m)	
	Cabos na posição média	Cabos na posição mínima
-20.00	0.85	1.11

-19.00	0.92	1.31
-18.00	0.99	1.54
-17.00	1.06	1.82
-16.00	1.13	2.15
-15.00	1.20	2.51
-14.00	1.26	2.91
-13.00	1.32	3.29
-12.00	1.37	3.63
-11.00	1.41	3.86
-10.00	1.46	3.93
-9.00	1.50	3.82
-8.00	1.56	3.62
-7.00	1.62	3.53
-6.00	1.69	3.77
-5.00	1.76	4.22
-4.00	1.84	4.66
-3.00	1.90	4.97
-2.00	1.95	5.15
-1.00	1.98	5.22
0.00	1.99	5.24
1.00	1.98	5.22
2.00	1.95	5.15
3.00	1.90	4.97
4.00	1.84	4.66
5.00	1.76	4.22
6.00	1.69	3.77
7.00	1.62	3.53
8.00	1.56	3.62
9.00	1.50	3.82
10.00	1.46	3.93
11.00	1.41	3.86
12.00	1.36	3.63
13.00	1.31	3.29
14.00	1.26	2.91
15.00	1.20	2.51
16.00	1.13	2.15
17.00	1.06	1.82
18.00	0.99	1.54
19.00	0.92	1.31
20.00	0.85	1.11

## Campo Elétrico

### Dados de identificação:

Nome do cliente: JMM  
Nome da LT: Seccionamento da LT 230 kV Irecê - Senhor do Bonfim para a SE Ouroilândia II  
Número de referência: 3.51.20-A4-005  
Descrição: GROSBEAK  
Data: 02/06/2015

### Dados gerais:

Número de Linhas de Transmissão: 1  
Densidade relativa do ar: 0.87  
Índice pluviométrico (mm/h): 10  
Campo elétrico máximo no bordo da faixa de servidão (kVrms/m): 4.17

### Dados referentes ao perfil do campo elétrico:

Coordenada X inicial (m): -20  
Coordenada X final (m): 20  
Incremento da coordenada X (m): 1  
Alturas em relação ao solo (m): 1.5

### Dados referentes à Linha de Transmissão:

#### Linha de Transmissão 1:

Posição do eixo (m): (0 ; 0)  
Frequência (Hz): 60  
Vão médio (m): 500  
Número de circuitos: 1  
Número de cabos pára-raios: 2

#### Circuito 1:

Código do cabo: GROSBEAK  
Tipo do cabo: CAA  
Bitola do cabo: 636 kCM  
Formação do cabo: 26/7  
Diâmetro do cabo (mm): 25.16  
Fator de superfície do cabo: 0.85  
Flecha do cabo na temperatura típica de operação (m): 19.19  
Flecha do cabo na temperatura máxima (m): 19.60  
Número de cabos por fase: 1  
Tensão nominal (kV): 230  
Tensão máxima operativa (kV): 242

**Fase A:**

Posição do condutor (m): (-8.6 ; 27.6)

**Fase B:**

Posição do condutor (m): (0 ; 27.6)

**Fase C:**

Posição do condutor (m): (8.6 ; 27.6)

**Cabo Pára-raios 1:**

Código: OPGW 12,4  
 Tipo: OPGW  
 Bitola: 85 mm<sup>2</sup>  
 Formação: 9/1  
 Diâmetro (mm): 12.4  
 Flecha do cabo na temperatura média (m): 15.50  
 Posição na estrutura (m): (7 ; 33.15)

**Cabo Pára-raios 2:**

Código: DOTTEREL  
 Tipo: CAA  
 Bitola: 176.9 kCM  
 Formação: 12/7  
 Diâmetro (mm): 15.42  
 Flecha do cabo na temperatura média (m): 15.50  
 Posição na estrutura (m): (-7 ; 33.15)

**Resultados:**

**Perda Corona 3Ø com chuva, campo elétrico crítico de corona e superficial máximo:**

LT	Circuito	Perda corona 3Ø com chuva (kW/km)	Campo Elétrico			
			Crítico Peek (kVp/cm)	Fase	Condutor	Superficial máximo (kVp/cm)
1	1	11.6	28.55	A	1	23.34
				B	1	24.52
				C	1	23.33

**Perfil do campo elétrico a 1.5 metro do solo:**

**Posição média dos cabos:**

Largura da faixa de servidão (m): 0.00  
 Campo elétrico máximo (kVrms/m): 1.35  
 Posição X (m): 11.00

**Posição de distância mínima condutor-solo:**

Largura da faixa de servidão (m):	0.00
Campo elétrico máximo (kVrms/m):	3.75
Posição X (m):	9.00

X (m)	E (kVrms/m)	
	Cabos na posição média	Cabos na posição mínima
-20.00	0.92	1.11
-19.00	0.98	1.28
-18.00	1.05	1.47
-17.00	1.12	1.70
-16.00	1.18	1.96
-15.00	1.24	2.26
-14.00	1.29	2.58
-13.00	1.32	2.92
-12.00	1.34	3.25
-11.00	1.34	3.53
-10.00	1.33	3.71
-9.00	1.28	3.75
-8.00	1.22	3.61
-7.00	1.14	3.33
-6.00	1.05	2.95
-5.00	0.95	2.58
-4.00	0.85	2.37
-3.00	0.75	2.43
-2.00	0.68	2.64
-1.00	0.62	2.83
0.00	0.60	2.90
1.00	0.62	2.83
2.00	0.68	2.64
3.00	0.76	2.43
4.00	0.85	2.38
5.00	0.95	2.59
6.00	1.05	2.95
7.00	1.15	3.33
8.00	1.22	3.62
9.00	1.29	3.75
10.00	1.33	3.72
11.00	1.35	3.53
12.00	1.35	3.25
13.00	1.33	2.92
14.00	1.29	2.58
15.00	1.24	2.26
16.00	1.18	1.96
17.00	1.12	1.70
18.00	1.05	1.47
19.00	0.99	1.28
20.00	0.92	1.11

**ANEXO IV**

**PARÂMETROS ELÉTRICOS DAS LT'S - ATP**

Alternative Transients Program (ATP), GNU Linux or DOS. All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.  
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 17-Mar-15 16:35:48 Name of disk plot file is C:\ATP\SAIDAS\LT500LOTEA.pl4  
 Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland, Oregon, USA. Source code date is 06 November 2001.  
 Total size of LABCOM tables = 4929880 INTEGER words. VARDIM List Sizes follow : 6002 10K 10K 340 20K 5K  
 13140 120K 1450 1900 360 900 36400 255 64800 384 45 254 400K 100K 3K 12K 40K 120 30K 10K 600 126K 5059K 60

-----+-----  
 Descriptive interpretation of input data cards. | Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character  
 0 1 2 3 4 5 6 7 8  
 0123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890  
 -----+-----

Comment card. NUMDCD = 1. |C data:C:\ATP\SAIDAS\LT500LOTEA.ATP  
 Marker card preceding new EMTP data case. |BEGIN NEW DATA CASE  
 Compute overhead line constants. Limit = 100 |LINE CONSTANTS  
 Erase all of 0 cards in the punch buffer. |\$ERASE  
 Request for metric (not English) units. |METRIC  
 Comment card. NUMDCD = 6. |C JMM  
 Comment card. NUMDCD = 7. |C LTs 500 kV GILBUES II - GENTIO DO OURO II - OUROLANDIA II - MORRO DO CHAPEU II  
 Comment card. NUMDCD = 8. |C CONDUTOR 4xCAL 1120 - 1010 kCM - 61 FIOS  
 Comment card. NUMDCD = 9. |C TEMPERATURA DO CONDUTOR = 50 GRAUS | TEMPERATURA DO PR = 30 GRAUS  
 Comment card. NUMDCD = 10. |C PARA-RAIOS - 3/8" EAR / OPGW 12,4  
 Comment card. NUMDCD = 11. |C 3456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890  
 Comment card. NUMDCD = 12. |C x x x x x x x x x x x x  
 Comment card. NUMDCD = 13. |C  
 Line conductor card. 0.000E+00 6.750E-02 0 | 1 .0675 0 0.3372 2.934 -7.0 32.79 12.37 60.0 45. 4  
 Line conductor card. 0.000E+00 6.750E-02 0 | 2 .0675 0 0.3372 2.934 0.0 31.49 11.07 60.0 45. 4  
 Line conductor card. 0.000E+00 6.750E-02 0 | 3 .0675 0 0.3372 2.934 7.0 31.79 12.37 60.0 45. 4  
 Line conductor card. 0.000E+00 3.810E+00 0 | 0 3.81 0 0.7155 .914 -14.9 40.76 24.41 0.0 0.0 0  
 Line conductor card. 0.000E+00 1.053E+00 0 | 0 1.053 0 0.4035 1.240 14.9 40.76 24.41 0.0 0.0 0  
 Blank card terminating conductor cards. |BLANK CARD ENDING CONDUCTOR CARDS  
 Frequency card. 1.000E+03 6.000E+01 0.000E+00 | 1000. 60. 1 000001 001000 0 0

Line conductor table after sorting and initial processing.

Table	Phase	Skin effect	Resistance	Reactance data specification	Diameter	Horizontal	Avg height	
Row	Number	R-type	R (ohm/km)	X-type X(ohm/km) or GMR	( cm )	X (mtrs)	Y (mtrs)	Name
1	1	.00000	.06750	0	.337200	2.93400	-6.700	18.877
2	2	.00000	.06750	0	.337200	2.93400	0.300	17.577
3	3	.00000	.06750	0	.337200	2.93400	7.300	18.543
4	1	.00000	.06750	0	.337200	2.93400	-7.300	18.877
5	1	.00000	.06750	0	.337200	2.93400	-7.300	19.477
6	1	.00000	.06750	0	.337200	2.93400	-6.700	19.477
7	2	.00000	.06750	0	.337200	2.93400	-0.300	17.577
8	2	.00000	.06750	0	.337200	2.93400	-0.300	18.177
9	2	.00000	.06750	0	.337200	2.93400	0.300	18.177
10	3	.00000	.06750	0	.337200	2.93400	6.700	18.543
11	3	.00000	.06750	0	.337200	2.93400	6.700	19.143
12	3	.00000	.06750	0	.337200	2.93400	7.300	19.143
13	0	.00000	3.81000	0	.715500	.91400	-14.900	29.860
14	0	.00000	1.05300	0	.403500	1.24000	14.900	29.860

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Susceptance matrix, in units of [mhos/kmeter] for symmetrical components of the equivalent phase conductor  
 Rows proceed in the sequence (0, 1, 2), (0, 1, 2), etc.; columns proceed in the sequence (0, 2, 1), (0, 2, 1), etc.



```

0 2.889120E-06
  0.000000E+00

1 8.982083E-08 -3.680938E-07
  -1.610268E-07 -6.228140E-07

2 8.982083E-08 6.111568E-06 -3.680938E-07
  1.610268E-07 -5.568184E-25 6.228140E-07

```

Impedance matrix, in units of [ohms/kmeter ] for symmetrical components of the equivalent phase conductor  
 Rows proceed in the sequence (0, 1, 2), (0, 1, 2), etc.; columns proceed in the sequence (0, 2, 1), (0, 2, 1), etc.

```

0 3.819219E-01
  1.254303E+00

1 -2.052380E-02 -2.895726E-02
  -6.303700E-03 1.764158E-02

2 1.612709E-02 1.733872E-02 2.935683E-02
  -1.959057E-03 2.710507E-01 1.686130E-02

```

Sequence	Surge impedance magnitude(ohm) angle(degr.)	Attenuation db/km	velocity km/sec	Wavelength km	Resistance ohm/km	Reactance ohm/km	Susceptance mho/km
Zero :	6.73667E+02 -8.46747E+00	2.48928E-03	1.95831E+05	3.26384E+03	3.81922E-01	1.25430E+00	2.88912E-06
Positive:	2.10811E+02 -1.83007E+00	3.57380E-04	2.92757E+05	4.87929E+03	1.73387E-02	2.71051E-01	6.11157E-06
Blank card terminating frequency cards.			BLANK CARD ENDING FREQUENCY CARDS				
Request for flushing of punch buffer.			\$PUNCH				

A listing of 80-column card images now being flushed from punch buffer follows.

```

=====
123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
=====

```

```

C <++++> Cards punched by support routine on 17-Mar-15 16:35:48 <++++>
C **** TRANSPOSED Line calculated at 6.000E+01 HZ. ****
C LINE CONSTANTS
C $ERASE
C METRIC
C C JMM
C C LTs 500 kV GILBUES II - GENTIO DO OURO II - OUROLANDIA II - MORRO DO CHAPEU
C C CONDUTOR 4xCAL 1120 - 1010 kCM - 61 FIOS
C C TEMPERATURA DO CONDUTOR = 50 GRAUS | TEMPERATURA DO PR = 30 GRAUS
C C PARA-RAIOS - 3/8" EAR / OPGW 12,4
C C 345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678
C C x x x x x x x x x x x
C C
C 1 .0675 0 0.3372 2.934 -7.0 32.79 12.37 60.0 45.
C 2 .0675 0 0.3372 2.934 0.0 31.49 11.07 60.0 45.
C 3 .0675 0 0.3372 2.934 7.0 31.79 12.37 60.0 45.
C 0 3.81 0 0.7155 .914 -14.9 40.76 24.41 0.0 0.0
C 0 1.053 0 0.4035 1.240 14.9 40.76 24.41 0.0 0.0
C BLANK CARD ENDING CONDUCTOR CARDS
C 1000. 60. 1 000001 001000 0 0
$VINTAGE, 1

```

-1 3.81922E-01 6.58898E+02 1.98037E+05 0.00000E+00 1  
-2 1.73387E-02 2.10595E+02 2.92907E+05 0.00000E+00 1  
-3  
\$VINTAGE, -1,  
===== < End of LUNIT7 punched cards as flushed by \$PUNCH request > =====

Blank card ending "LINE CONSTANTS" cases. |BLANK CARD ENDING LINE CONSTANT  
Timing figures characterizing central processor (CP) solution speed. ----- CP sec Wait sec Real sec  
Totals 0.000 0.000 0.000

Alternative Transients Program (ATP), GNU Linux or DOS. All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.  
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 28-Apr-15 16:25:35 Name of disk plot file is C:\ATP\SAIDAS\JMM\BROTAS.pl4  
 Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland, Oregon, USA. Source code date is 06 November 2001.  
 Total size of LABCOM tables = 4929880 INTEGER words. VARDIM List Sizes follow : 6002 10K 10K 340 20K 5K  
 13140 120K 1450 1900 360 900 36400 255 64800 384 45 254 400K 100K 3K 12K 40K 120 30K 10K 600 126K 5059K 60

-----+-----  
 Descriptive interpretation of input data cards. | Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character  
 0 1 2 3 4 5 6 7 8  
 012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890

-----+-----  
 Comment card. NUMDCD = 1. |C data:C:\ATP\SAIDAS\JMM\BROTAS.ATP  
 Marker card preceding new EMTP data case. |BEGIN NEW DATA CASE  
 Compute overhead line constants. Limit = 100 |LINE CONSTANTS  
 Erase all of 0 cards in the punch buffer. |\$ERASE  
 Request for metric (not English) units. |METRIC  
 Comment card. NUMDCD = 6. |C JMM  
 Comment card. NUMDCD = 7. |C LT 230 KV GENTIO DO OURO II - BROTAS DE MACAUBAS  
 Comment card. NUMDCD = 8. |C CONDUTOR CAL 1120 - 679 kCM - 37 FIOS  
 Comment card. NUMDCD = 9. |C RESISTÊNCIA DO CONDUTOR A 50 GRAUS | RESISTÊNCIA DO PR A 20 GRAUS  
 Comment card. NUMDCD = 10. |C PARA-RAIOS - 3/8" EAR / OPGW 12,4  
 Comment card. NUMDCD = 11. |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890  
 Comment card. NUMDCD = 12. |C x x x x x x x x x x x x  
 Comment card. NUMDCD = 13. |C  
 Line conductor card. 0.000E+00 9.860E-02 0 | 1 .0986 0 0.3521 2.408 -4.0 28.71 08.90 00.0 0.0 1  
 Line conductor card. 0.000E+00 9.860E-02 0 | 2 .0986 0 0.3521 2.408 4.0 28.71 08.90 00.0 0.0 1  
 Line conductor card. 0.000E+00 9.860E-02 0 | 3 .0986 0 0.3521 2.408 4.0 34.11 14.30 00.0 0.0 1  
 Line conductor card. 0.000E+00 3.810E+00 0 | 0 3.81 0 0.7541 .914 -4.0 39.66 23.89 0.0 0.0 0  
 Line conductor card. 0.000E+00 1.057E+00 0 | 0 1.057 0 0.4035 1.220 4.0 39.66 23.89 0.0 0.0 0  
 Blank card terminating conductor cards. |BLANK CARD ENDING CONDUCTOR CARDS  
 Frequency card. 1.000E+03 6.000E+01 0.000E+00 | 1000. 60. 1 000001 001000 0 0

Line conductor table after sorting and initial processing.

Table	Phase	Skin effect	Resistance	Reactance data specification	Diameter	Horizontal	Avg height	
Row	Number	R-type	R (ohm/km)	X-type X(ohm/km) or GMR	( cm )	X (mtrs)	Y (mtrs)	Name
1	1	.00000	.09860	0 .352100	2.40800	-4.000	15.503	
2	2	.00000	.09860	0 .352100	2.40800	4.000	15.503	
3	3	.00000	.09860	0 .352100	2.40800	4.000	20.903	
4	0	.00000	3.81000	0 .754100	.91400	-4.000	29.147	
5	0	.00000	1.05700	0 .403500	1.22000	4.000	29.147	

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Susceptance matrix, in units of [mhos/kmeter] for symmetrical components of the equivalent phase conductor  
 Rows proceed in the sequence (0, 1, 2), (0, 1, 2), etc.; columns proceed in the sequence (0, 2, 1), (0, 2, 1), etc.

```

0 2.066474E-06
  0.000000E+00

1 5.136020E-08 -1.615294E-07
 -1.088256E-08 -4.697958E-08

2 5.136020E-08 3.294978E-06 -1.615294E-07
 1.088256E-08 1.850216E-23 4.697958E-08
  
```

Impedance matrix, in units of [ohms/kmeter ] for symmetrical components of the equivalent phase conductor  
 Rows proceed in the sequence (0, 1, 2), (0, 1, 2), etc.; columns proceed in the sequence (0, 2, 1), (0, 2, 1), etc.

```

0 4.884225E-01
  1.481362E+00

1 -1.663891E-02 -7.910800E-03
  -1.214163E-02  2.483424E-02

2 7.313934E-03  9.894284E-02  7.841232E-03
  3.664618E-04  5.034188E-01  2.420966E-02
  
```

Sequence	Surge impedance		Attenuation	velocity	Wavelength	Resistance	Reactance	Susceptance
	magnitude(ohm)	angle(degr.)	db/km	km/sec	km	ohm/km	ohm/km	mho/km
Zero :	8.68801E+02	-9.12400E+00	2.47280E-03	2.12672E+05	3.54454E+03	4.88422E-01	1.48136E+00	2.06647E-06
Positive:	3.94597E+02	-5.55964E+00	1.09411E-03	2.91322E+05	4.85536E+03	9.89428E-02	5.03419E-01	3.29498E-06

Blank card terminating frequency cards. |BLANK CARD ENDING FREQUENCY CARDS  
 Request for flushing of punch buffer. |\$PUNCH

A listing of 80-column card images now being flushed from punch buffer follows.

```

=====
123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
=====
  
```

```

C <+++++> Cards punched by support routine on 28-Apr-15 16:25:35 <+++++>
C **** TRANSPOSED Line calculated at 6.000E+01 HZ. ****
C LINE CONSTANTS
C $ERASE
C METRIC
C C JMM
C C LT 230 kV GENTIO DO OURO II - BROTAS DE MACAUBAS
C C CONDUTOR CAL 1120 - 679 kCM - 37 FIOS
C C RESISTÊNCIA DO CONDUTOR A 50 GRAUS | RESISTÊNCIA DO PR A 20 GRAUS
C C PARA-RAIOS - 3/8" EAR / OPGW 12,4
C C 345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678
C C x x x x x x x x x x x
C C
C 1 .0986 0 0.3521 2.408 -4.0 28.71 08.90 00.0 0.0
C 2 .0986 0 0.3521 2.408 4.0 28.71 08.90 00.0 0.0
C 3 .0986 0 0.3521 2.408 4.0 34.11 14.30 00.0 0.0
C 0 3.81 0 0.7541 .914 -4.0 39.66 23.89 0.0 0.0
C 0 1.057 0 0.4035 1.220 4.0 39.66 23.89 0.0 0.0
C BLANK CARD ENDING CONDUCTOR CARDS
C 1000. 60. 1 000001 001000 0 0
$VINTAGE, 1
-1 4.88422E-01 8.46673E+02 2.15469E+05 0.00000E+00 1
-2 9.89428E-02 3.90876E+02 2.92712E+05 0.00000E+00 1
-3
$VINTAGE, -1,
=====< End of LUNIT7 punched cards as flushed by $PUNCH request >=====
  
```

Blank card ending "LINE CONSTANTS" cases. |BLANK CARD ENDING LINE CONSTANT

Timing figures characterizing central processor (CP) solution speed.	-----	CP sec	Wait sec	Real sec
Totals		0.000	0.000	0.000

Alternative Transients Program (ATP), GNU Linux or DOS. All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.  
 Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 29-Apr-15 10:58:50 Name of disk plot file is C:\ATP\SAIDAS\JMM\PINDAI.pl4  
 Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland, Oregon, USA. Source code date is 06 November 2001.  
 Total size of LABCOM tables = 4929880 INTEGER words. VARDIM List Sizes follow : 6002 10K 10K 340 20K 5K  
 13140 120K 1450 1900 360 900 36400 255 64800 384 45 254 400K 100K 3K 12K 40K 120 30K 10K 600 126K 5059K 60

-----+-----  
 Descriptive interpretation of input data cards. | Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character  
 0 1 2 3 4 5 6 7 8  
 012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890

-----+-----  
 Comment card. NUMDCD = 1. |C data:C:\ATP\SAIDAS\JMM\PINDAI.ATP  
 Marker card preceding new EMTP data case. |BEGIN NEW DATA CASE  
 Compute overhead line constants. Limit = 100 |LINE CONSTANTS  
 Erase all of 0 cards in the punch buffer. |\$ERASE  
 Request for metric (not English) units. |METRIC  
 Comment card. NUMDCD = 6. |C JMM  
 Comment card. NUMDCD = 7. |C LT 230 kV IGAPORA III - PINDAI II  
 Comment card. NUMDCD = 8. |C CONDUTOR 2xCAL 1120 - 1010 kCM - 61 FIOS  
 Comment card. NUMDCD = 9. |C RESISTÊNCIA DO CONDUTOR A 50 GRAUS | RESISTÊNCIA DO PR A 20 GRAUS  
 Comment card. NUMDCD = 10. |C PARA-RAIOS - 3/8" EAR / OPGW 12,4  
 Comment card. NUMDCD = 11. |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890  
 Comment card. NUMDCD = 12. |C x x x x x x x x x x x x  
 Comment card. NUMDCD = 13. |C  
 Line conductor card. 0.000E+00 6.750E-02 0 | 1 .0675 0 0.3372 2.934 -9.2 28.91 8.490 45.7 0.0 2  
 Line conductor card. 0.000E+00 6.750E-02 0 | 2 .0675 0 0.3372 2.934 -4.2 28.91 8.490 45.7 0.0 2  
 Line conductor card. 0.000E+00 6.750E-02 0 | 3 .0675 0 0.3372 2.934 -4.2 36.01 15.59 45.7 0.0 2  
 Line conductor card. 0.000E+00 6.750E-02 0 | 4 .0675 0 0.3372 2.934 9.2 28.91 8.490 45.7 0.0 2  
 Line conductor card. 0.000E+00 6.750E-02 0 | 5 .0675 0 0.3372 2.934 4.2 28.91 8.490 45.7 0.0 2  
 Line conductor card. 0.000E+00 6.750E-02 0 | 6 .0675 0 0.3372 2.934 4.2 36.01 15.59 45.7 0.0 2  
 Line conductor card. 0.000E+00 3.000E-01 0 | 0 .3000 0 0.3784 1.542 -6.9 40.16 23.81 0.0 0.0 0  
 Line conductor card. 0.000E+00 1.057E+00 0 | 0 1.057 0 0.4035 1.240 6.9 40.16 23.81 0.0 0.0 0  
 Blank card terminating conductor cards. |BLANK CARD ENDING CONDUCTOR CARDS  
 Frequency card. 1.000E+03 6.000E+01 0.000E+00 | 1000. 60. 1 000001 001000 0 0

Line conductor table after sorting and initial processing.

Table Row	Phase Number	Skin effect R-type	Resistance R (ohm/km)	Reactance data specification X-type	Diameter ( cm )	Horizontal X (mtrs)	Avg height Y (mtrs)	Name	
1	1	.00000	.06750	0	.337200	2.93400	-9.428	15.297	
2	2	.00000	.06750	0	.337200	2.93400	-4.429	15.297	
3	3	.00000	.06750	0	.337200	2.93400	-4.429	22.397	
4	4	.00000	.06750	0	.337200	2.93400	8.971	15.297	
5	5	.00000	.06750	0	.337200	2.93400	3.971	15.297	
6	6	.00000	.06750	0	.337200	2.93400	3.971	22.397	
7	1	.00000	.06750	0	.337200	2.93400	-8.971	15.297	
8	2	.00000	.06750	0	.337200	2.93400	-3.971	15.297	
9	3	.00000	.06750	0	.337200	2.93400	-3.971	22.397	
10	4	.00000	.06750	0	.337200	2.93400	9.428	15.297	
11	5	.00000	.06750	0	.337200	2.93400	4.429	15.297	
12	6	.00000	.06750	0	.337200	2.93400	4.429	22.397	
13	0	.00000	.30000	0	.378400	1.54200	-6.900	29.260	
14	0	.00000	1.05700	0	.403500	1.24000	6.900	29.260	

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Susceptance matrix, in units of [mhos/kmeter ] for symmetrical components of the equivalent phase conductor  
 Rows proceed in the sequence (0, 1, 2), (0, 1, 2), etc.; columns proceed in the sequence (0, 2, 1), (0, 2, 1), etc.

```

0 2.729262E-06
  0.000000E+00

1 -6.836462E-08 5.225706E-08
  -7.670414E-08 -3.108720E-07

2 -6.836462E-08 4.852092E-06 5.225706E-08
  7.670414E-08 8.111345E-23 3.108720E-07

0 -8.062387E-07 1.928028E-07 1.928028E-07 2.726841E-06
  0.000000E+00 1.558280E-08 -1.558280E-08 0.000000E+00

1 1.926981E-07 6.473468E-08 -1.714461E-07 -6.805889E-08 5.258644E-08
  1.564087E-08 -3.949982E-08 -4.797434E-11 -7.576420E-08 -3.111143E-07

2 1.926981E-07 -1.714461E-07 6.473468E-08 -6.805889E-08 4.851694E-06 5.258644E-08
  -1.564087E-08 4.797434E-11 3.949982E-08 7.576420E-08 7.176532E-23 3.111143E-07
  
```

Impedance matrix, in units of [ohms/kmeter ] for symmetrical components of the equivalent phase conductor  
 Rows proceed in the sequence (0, 1, 2), (0, 1, 2), etc.; columns proceed in the sequence (0, 2, 1), (0, 2, 1), etc.

```

0 2.813271E-01
  1.089045E+00

1 -3.295450E-02 -2.357045E-02
  1.025847E-02 -3.308930E-03

2 2.635668E-02 3.407575E-02 2.338761E-02
  1.725861E-02 3.412919E-01 -3.784946E-03

0 2.529007E-01 -2.270460E-02 1.584199E-02 2.962253E-01
  6.310031E-01 -1.782200E-02 -1.158706E-02 1.123852E+00

1 -1.872052E-02 -4.814675E-03 1.212198E-04 -2.820263E-02 -2.381247E-02
  -1.900678E-02 -6.349627E-03 1.315325E-02 8.067316E-03 -3.507612E-03

2 1.218965E-02 3.161565E-04 4.807805E-03 2.154095E-02 3.413606E-02 2.350176E-02
  -9.344369E-03 1.310212E-02 -6.893607E-03 1.899825E-02 3.415240E-01 -4.076681E-03
  
```

Sequence	Surge impedance magnitude(ohm) angle(degr.)	Attenuation db/km	velocity km/sec	Wavelength km	Resistance ohm/km	Reactance ohm/km	Susceptance mho/km
Zero :	6.41969E+02 -7.24213E+00	1.91849E-03	2.16895E+05	3.61492E+03	2.81327E-01	1.08905E+00	2.72926E-06
Positive:	2.65874E+02 -2.85085E+00	5.57304E-04	2.92593E+05	4.87656E+03	3.40757E-02	3.41292E-01	4.85209E-06
Blank card terminating frequency cards.			BLANK CARD ENDING FREQUENCY CARDS				
Request for flushing of punch buffer.			\$PUNCH				

A listing of 80-column card images now being flushed from punch buffer follows.

```

=====
123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
=====
  
```

C <++++> Cards punched by support routine on 29-Apr-15 10:58:50 <++++>

C \*\*\*\* TRANSPOSED Line calculated at 6.000E+01 HZ. \*\*\*\*

C LINE CONSTANTS

C \$ERASE

C METRIC

C C JMM

C C LT 230 kV IGAPORA III - PINDAI II

C C CONDUTOR 2xCAL 1120 - 1010 kCM - 61 FIOS

C C RESISTÊNCIA DO CONDUTOR A 50 GRAUS | RESISTÊNCIA DO PR A 20 GRAUS

C C PARA-RAIOS - 3/8" EAR / OPGW 12,4

C C 345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678

C C x x x x x x x x x x

C C

C 1 .0675 0 0.3372 2.934 -9.2 28.91 8.490 45.7 0.0

C 2 .0675 0 0.3372 2.934 -4.2 28.91 8.490 45.7 0.0

C 3 .0675 0 0.3372 2.934 -4.2 36.01 15.59 45.7 0.0

C 4 .0675 0 0.3372 2.934 9.2 28.91 8.490 45.7 0.0

C 5 .0675 0 0.3372 2.934 4.2 28.91 8.490 45.7 0.0

C 6 .0675 0 0.3372 2.934 4.2 36.01 15.59 45.7 0.0

C 0 .3000 0 0.3784 1.542 -6.9 40.16 23.81 0.0 0.0

C 0 1.057 0 0.4035 1.240 6.9 40.16 23.81 0.0 0.0

C BLANK CARD ENDING CONDUCTOR CARDS

C 1000. 60. 1 000001 001000 0 0

\$VINTAGE, 1

-1 5.41677E-01 9.50825E+02 2.06309E+05 0.00000E+00 1

-2 3.44598E-02 2.83284E+02 2.90035E+05 0.00000E+00 1

-3

-4

-5

-6

\$VINTAGE, -1,

=====< End of LUNIT7 punched cards as flushed by \$PUNCH request >=====

Blank card ending "LINE CONSTANTS" cases. |BLANK CARD ENDING LINE CONSTANT

Timing figures characterizing central processor (CP) solution speed. -----	CP sec	Wait sec	Real sec
Totals	0.000	0.000	0.000

Alternative Transients Program (ATP), GNU Linux or DOS. All rights reserved by Can/Am user group of Portland, Oregon, USA.

Date (dd-mth-yy) and time of day (hh.mm.ss) = 02-Jun-15 16:44:35 Name of disk plot file is C:\ATP\SAIDAS\JMM\SECC.pl4  
 Consult the 860-page ATP Rule Book of the Can/Am EMTP User Group in Portland, Oregon, USA. Source code date is 06 November 2001.  
 Total size of LABCOM tables = 4929880 INTEGER words. VARDIM List Sizes follow : 6002 10K 10K 340 20K 5K  
 13140 120K 1450 1900 360 900 36400 255 64800 384 45 254 400K 100K 3K 12K 40K 120 30K 10K 600 126K 5059K 60

-----+-----  
 Descriptive interpretation of input data cards. | Input data card images are shown below, all 80 columns, character by character  
 0 1 2 3 4 5 6 7 8  
 01234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890  
 -----+-----

Comment card. NUMDCD = 1. |C data:C:\ATP\SAIDAS\JMM\SECC.ATP  
 Marker card preceding new EMTP data case. |BEGIN NEW DATA CASE  
 Compute overhead line constants. Limit = 100 |LINE CONSTANTS  
 Erase all of 0 cards in the punch buffer. |\$ERASE  
 Request for metric (not English) units. |METRIC  
 Comment card. NUMDCD = 6. |C JMM  
 Comment card. NUMDCD = 7. |C SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROLÂNDIA II  
 Comment card. NUMDCD = 8. |C CONDUTOR CAA 636 kCM 26/7 - GROSBEAK  
 Comment card. NUMDCD = 9. |C RESISTÊNCIA DO CONDUTOR A 50 GRAUS | RESISTÊNCIA DO PR A 20 GRAUS  
 Comment card. NUMDCD = 10. |C PARA-RAIOS - 3/8" EAR / OPGW 12,4  
 Comment card. NUMDCD = 11. |C 34567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890  
 Comment card. NUMDCD = 12. |C x x x x x x x x x x x x  
 Comment card. NUMDCD = 13. |C  
 Line conductor card. 0.000E+00 9.680E-02 0 | 1 .0968 0 0.3457 2.516 8.6 27.60 08.41 00.0 0.0 1  
 Line conductor card. 0.000E+00 9.680E-02 0 | 2 .0968 0 0.3457 2.516 -8.6 27.60 08.41 00.0 0.0 1  
 Line conductor card. 0.000E+00 9.680E-02 0 | 3 .0968 0 0.3457 2.516 0.0 27.60 08.41 00.0 0.0 1  
 Line conductor card. 0.000E+00 3.000E-01 0 | 0 .3000 0 0.3784 1.542 -7.0 33.15 17.65 0.0 0.0 0  
 Line conductor card. 0.000E+00 1.057E+00 0 | 0 1.057 0 0.4035 1.220 7.0 33.15 17.65 0.0 0.0 0  
 Blank card terminating conductor cards. |BLANK CARD ENDING CONDUCTOR CARDS  
 Frequency card. 1.000E+03 6.000E+01 0.000E+00 | 1000. 60. 1 000001 001000 0 0

Line conductor table after sorting and initial processing.

Table	Phase	Skin effect	Resistance	Reactance data specification	Diameter	Horizontal	Avg height	
Row	Number	R-type	R (ohm/km)	X-type X(ohm/km) or GMR	( cm )	X (mtrs)	Y (mtrs)	Name
1	1	.00000	.09680	0 .345700	2.51600	8.600	14.807	
2	2	.00000	.09680	0 .345700	2.51600	-8.600	14.807	
3	3	.00000	.09680	0 .345700	2.51600	0.000	14.807	
4	0	.00000	.30000	0 .378400	1.54200	-7.000	22.817	
5	0	.00000	1.05700	0 .403500	1.22000	7.000	22.817	

Matrices are for earth resistivity = 1.00000000E+03 ohm-meters and frequency 6.00000000E+01 Hz. Correction factor = 1.00000000E-06

Susceptance matrix, in units of [mhos/kmeter] for symmetrical components of the equivalent phase conductor  
 Rows proceed in the sequence (0, 1, 2), (0, 1, 2), etc.; columns proceed in the sequence (0, 2, 1), (0, 2, 1), etc.

```

0 2.322653E-06
  0.000000E+00

1 3.132205E-08 -8.687012E-08
  5.572493E-08 1.504923E-07

2 3.132205E-08 3.164286E-06 -8.687012E-08
  -5.572493E-08 -1.392581E-23 -1.504923E-07
  
```



Impedance matrix, in units of [ohms/kmeter ] for symmetrical components of the equivalent phase conductor  
 Rows proceed in the sequence (0, 1, 2), (0, 1, 2), etc.; columns proceed in the sequence (0, 2, 1), (0, 2, 1), etc.

```

0 3.630562E-01
  1.141557E+00

1 1.925134E-02 2.971527E-02
  -1.132268E-03 1.555893E-02

2 -1.326613E-02 9.806174E-02 -2.854818E-02
  5.259212E-03 5.240127E-01 1.773751E-02
  
```

Sequence	Surge impedance		Attenuation	velocity	Wavelength	Resistance	Reactance	Susceptance
	magnitude(ohm)	angle(degr.)	db/km	km/sec	km	ohm/km	ohm/km	mho/km
Zero :	7.18155E+02	-8.82127E+00	2.22182E-03	2.28716E+05	3.81193E+03	3.63056E-01	1.14156E+00	2.32265E-06
Positive:	4.10459E+02	-5.29976E+00	1.04202E-03	2.91505E+05	4.85841E+03	9.80617E-02	5.24013E-01	3.16429E-06

Blank card terminating frequency cards. |BLANK CARD ENDING FREQUENCY CARDS  
 Request for flushing of punch buffer. |\$PUNCH

A listing of 80-column card images now being flushed from punch buffer follows.

```

=====
123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789
=====
  
```

```

C <++++> Cards punched by support routine on 02-Jun-15 16:44:35 <++++>
C **** TRANSPOSED Line calculated at 6.000E+01 HZ. ****
C LINE CONSTANTS
C $ERASE
C METRIC
C C JMM
C C SECCIONAMENTO DA LT 230 KV IRECE - SENHOR DO BONFIM A SE OUROLÂNDIA II
C C CONDUTOR CAA 636 kCM 26/7 - GROSBEAK
C C RESISTÊNCIA DO CONDUTOR A 50 GRAUS | RESISTÊNCIA DO PR A 20 GRAUS
C C PARA-RAIOS - 3/8" EAR / OPGW 12,4
C C 345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678
C C x x x x x x x x x x x
C C
C 1 .0968 0 0.3457 2.516 8.6 27.60 08.41 00.0 0.0
C 2 .0968 0 0.3457 2.516 -8.6 27.60 08.41 00.0 0.0
C 3 .0968 0 0.3457 2.516 0.0 27.60 08.41 00.0 0.0
C 0 .3000 0 0.3784 1.542 -7.0 33.15 17.65 0.0 0.0
C 0 1.057 0 0.4035 1.220 7.0 33.15 17.65 0.0 0.0
C BLANK CARD ENDING CONDUCTOR CARDS
C 1000. 60. 1 000001 001000 0 0
$VINTAGE, 1
-1 3.63056E-01 7.01062E+02 2.31521E+05 0.00000E+00 1
-2 9.80617E-02 4.06942E+02 2.92767E+05 0.00000E+00 1
-3
$VINTAGE, -1,
=====< End of LUNIT7 punched cards as flushed by $PUNCH request >=====
  
```

Blank card ending "LINE CONSTANTS" cases. |BLANK CARD ENDING LINE CONSTANT

Timing figures characterizing central processor (CP) solution speed.	-----	CP sec	Wait sec	Real sec
Totals		0.000	0.000	0.000