

<b>0A</b>	<b>14/11/2018</b>	<b>EMISSÃO INICIAL</b>	<b>KAM</b>	<b>RNG</b>	<b>LMSA</b>
Nº	Data	Natureza da Revisão	Elaborado	Verificado	Aprovado



**Sterlite São Francisco**  
**Energia S.A.**

**Sterlite São Francisco Transmissão de Energia S.A.**

**PROJETO BÁSICO – LOTE 7 – LEILÃO Nº02/2018 - ANEEL**

ELAB.	VERIF.	APROV.	RESP. TÉCNICO	CREA	DATA
KAM	RNG	LMSA	CSF	2000119859	14/11/2018

TÍTULO

**LT 500 KV OLINDINA - SAPEAÇU C1**  
**ESTUDO DE RELIGAMENTO MONOPOLAR**

Nº DOCUMENTO	FOLHA	REVISÃO
<b>SF01818-ES-GN-G-RE-0006</b>	<b>1 de 59</b>	<b>0A</b>

## INDICE

<b>1. OBJETIVO</b> .....	<b>6</b>
<b>2. CONCLUSÕES</b> .....	<b>7</b>
<b>3. RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>8</b>
<b>4. DADOS UTILIZADOS</b> .....	<b>9</b>
4.1. CONFIGURAÇÃO DA REDE ANALISADA .....	9
4.2. LINHAS DE TRANSMISSÃO .....	9
4.3. DISJUNTORES.....	9
4.3.1. Disjuntores sem resistor de pré inserção .....	9
4.3.2. Disjuntores com resistor de pré inserção .....	9
4.4. PARA-RAIOS ZNO .....	10
<b>5. CRITÉRIOS E METODOLOGIA ADOTADA</b> .....	<b>11</b>
5.1. CRITÉRIOS ADOTADOS PARA OS ESTUDOS DE RELIGAMENTO MONOPOLAR.	11
5.2. CRITERIO COM TEMPO MORTO DE 500 MS .....	11
5.3. CRITERIO COM TEMPO MORTO SUPERIOR A 500 MS .....	12
5.4. CRITÉRIO DE TENSÃO MÁXIMA OPERATIVA .....	12
5.5. TENSÃO PRÉ-MANOBRA .....	12
5.6. CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO DAS SOBRETENSÕES .....	13
5.7. NÍVEL DE ISOLAMENTO DO NEUTRO .....	13
5.8. METODOLOGIA .....	14
<b>6. ESTUDO DE RELIGAMENTO MONOPOLAR</b> .....	<b>15</b>
6.1. GRAU DE COMPENSAÇÃO DAS LINHAS DE TRANSMISSÃO .....	15
6.2. ANÁLISE EM REGIME PERMANENTE NO DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA .....	16
6.3. ANÁLISE DA TRT ASSOCIADA À EXTINÇÃO DA CORRENTE DE ARCO SECUNDÁRIO .....	26
6.4. ANÁLISE TRANSITÓRIA .....	29
<b>7. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>59</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Valores Máximos Encontrados de corrente de arco secundário e de primeiro pico de TRT .....	7
Tabela 2.2 – Valores Máximos Encontrados nos Estudos para a LT 500 kV Olindina – Sapeaçu C1 .....	7
Tabela 4.1 – Dados dos Para-raios do setor de 500 kV .....	10
Tabela 4.2 – Dados dos Para-raios de Neutro .....	10
Tabela 6.1 – Compensação da LT em análise .....	15
Tabela 6.2 – Prospecção da fase em falta .....	16
Tabela 6.3 – Tensão induzida na fase aberta e corrente de arco secundário, com reatores de linha solidamente aterrados .....	18
Tabela 6.4 – Tensão induzida na fase aberta, corrente de arco secundário, corrente e tensão no reator de neutro de 400 $\Omega$ .....	18
Tabela 6.5 – Tensão induzida na fase aberta, corrente de arco secundário, corrente e tensão no reator de neutro de 600 $\Omega$ .....	19
Tabela 6.6 – Tensão induzida na fase aberta, corrente de arco secundário, corrente e tensão no reator de neutro de 800 $\Omega$ .....	19
Tabela 6.7 - Corrente de Arco Secundário e Primeiro Pico da TRT - Regime Permanente .....	26
Tabela 6.8 - Religamento monopolar com sucesso da LT 500 kV Olindina – Sapeaçu C1 – Análises transitórias – Sem RPI .....	30
Tabela 6.9 - Religamento monopolar com sucesso da LT 500 kV Olindina – Sapeaçu C1 – Análises transitórias – Com RPI .....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5.1– Zona Provável de Extinção do Arco Secundário .....	11
Figura 5.2 - Tempo morto necessário para extinção do Arco Secundário x Valor eficaz da corrente de arco secundário .....	12
Figura 6.1 – Análise em Regime Permanente no Domínio da Frequência, Sem falta, Sem reator de neutro - Tensão induzida na fase aberta ( $V_{rms}$ ) .....	20
Figura 6.2 – Análise em Regime Permanente no Domínio da Frequência, Com falta, Sem reator de neutro - Corrente de arco secundário ( $A_{rms}$ ) .....	20
Figura 6.3 – Análise em Regime Permanente no Domínio da Frequência, Sem falta – Com reatores de neutro de 400 $\Omega$ , 600 $\Omega$ e 800 $\Omega$ - Tensão induzida na fase aberta ( $V_{rms}$ ) no Terminal de Olindina.....	21
Figura 6.4 – Análise em Regime Permanente no Domínio da Frequência, Sem falta – Com reatores de neutro de 400 $\Omega$ , 600 $\Omega$ e 800 $\Omega$ - Tensão induzida na fase aberta ( $V_{rms}$ ) no Terminal de Sapeaçu.....	22
Figura 6.5 – Análise em Regime Permanente no Domínio da Frequência, Com falta – Com reatores de neutro de 400 $\Omega$ , 600 $\Omega$ e 800 $\Omega$ - Corrente de arco secundário ( $A_{rms}$ ) Terminal de Olindina.....	22
Figura 6.6 – Análise em Regime Permanente no Domínio da Frequência, Com falta – Com reatores de neutro de 400 $\Omega$ , 600 $\Omega$ e 800 $\Omega$ - Corrente de arco secundário ( $A_{rms}$ ) no Terminal de Sapeaçu.....	23
Figura 6.7 – Análise em Regime Permanente no Domínio da Frequência – Com reator de neutro de 800 $\Omega$ - Corrente no reator de neutro ( $A_{rms}$ ) no Terminal de Olindina.....	23
Figura 6.8 – Análise em Regime Permanente no Domínio da Frequência – Com reator de neutro de 800 $\Omega$ - Corrente no reator de neutro ( $A_{rms}$ ) no Terminal de Sapeaçu.....	24
Figura 6.9 – Análise em Regime Permanente no Domínio da Frequência – Com reator de neutro de 800 $\Omega$ - Tensão no reator de neutro ( $kV_{rms}$ ) no Terminal de Olindina.....	24
Figura 6.10 – Análise em Regime Permanente no Domínio da Frequência – Com reator de neutro de 800 $\Omega$ - Tensão no reator de neutro ( $kV_{rms}$ ) no Terminal de Sapeaçu.....	25
Figura 6.11 – Análise da TRT Associada à Extinção da Corrente de Arco Secundário, Sem reator de neutro - TRT após a extinção do arco secundário.....	27
Figura 6.12 – Análise da TRT Associada à Extinção da Corrente de Arco Secundário, Com reator de neutro de 800 $\Omega$ .....	27
Figura 6.13 – Corrente de arco secundário x Primeiro pico da TRT – Com reator de neutro de 800 $\Omega$ - no terminal de Olindina.....	28
Figura 6.14 – Corrente de arco secundário x Primeiro pico da TRT – Com reator de neutro de 800 $\Omega$ - no terminal de Sapeaçu.....	28
Figura 6.15 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão na LT e Pior Energia nos PRs de Linha – Sem RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Sapeaçu, com falta no terminal de Sapeaçu.....	31
Figura 6.16 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão no Neutro – Sem RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Olindina, com falta no terminal de Olindina.....	38
Figura 6.17 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão na LT e Pior Energia nos PRs de Linha – Com RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Olindina, com falta no terminal de Sapeaçu .....	45

Figura 6.18 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão no Neutro – Com RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Olindina, com falta no terminal de Olindina.....52

## **1. OBJETIVO**

O presente relatório tem por objetivo apontar os requisitos mínimos para determinação das características dos equipamentos correspondentes ao Lote 7 do Leilão 02/2018 da ANEEL [1] e [2], considerando que estes empreendimentos serão conectados ao sistema existente. Todos os equipamentos devem ser especificados de forma a não comprometer ou limitar a operação das subestações, nem impor restrições operativas às demais instalações do Sistema Interligado Nacional (SIN). As Linhas de Transmissão que compõem o Lote 7 são:

- LT 500 kV Porto Sergipe – Olindina, C1, com 180 km;
- LT 500 kV Olindina – Sapeaçu, C1, com 207 km;
- LT 230 kV Morro do Chapéu II – Irecê, CD (C2 e C3), com 67 km;

Os resultados dos estudos de desempenho elétrico do SIN frente aos novos empreendimentos são apresentados visando atender aos critérios determinados nos Procedimentos de Rede do ONS, submódulo 23.3 (Diretrizes e Critérios para Estudos Elétricos), bem como, os demais submódulos referenciados pelo mesmo [4].

São apresentadas a base de informações, as premissas e os procedimentos utilizados neste estudo. Esta base é composta pelos dados fornecidos pela transmissora, pelos documentos referenciados no anexo técnico do edital da ANEEL do correspondente lote do leilão de transmissão e complementada por informações obtidas na base de dados, disponibilizadas pelo ONS e EPE. A rede retida modelada para as análises do Lote 07 é apresentada no documento Rede Equivalente para Estudos de Transitórios Eletromagnéticos – SF01818-ES-GN-G-RE-0009 [8].

Os estudos de Religamento Monopolar têm por principais objetivos:

- Verificar a viabilidade de implantação de religamento monopolar na linha de transmissão em análise;
- Verificar a adequação das características dos equipamentos considerados, bem como identificar configurações operativas potencialmente problemáticas;
- Identificar a necessidade de implementação de equipamentos para facilitar a extinção das correntes de arco secundário;
- Identificar a ocorrência de condições de ressonância e sua mitigação.

Este relatório apresenta os resultados do estudo de transitórios eletromagnéticos referentes ao religamento monopolar da **LT 500 kV Olindina – Sapeaçu C1**.

## 2. CONCLUSÕES

Apresenta-se a seguir as principais conclusões obtidas com os estudos realizados para a LT 500 kV Olindina – Sapeaçu C1.

Constata-se que o religamento monopolar da LT 500 kV Olindina – Sapeaçu C1 mostra-se viável para toda a faixa operativa do sistema analisado (56 a 66 Hz).

A Tabela 2.1 apresenta um resumo com as situações mais críticas encontradas para as avaliações de corrente de arco secundário e de primeiro pico de Tensão de Reestabelecimento Transitório (TRT) do Religamento Monopolar da LT 500 kV Olindina – Sapeaçu C1.

**Tabela 2.1 – Valores Máximos Encontrados de corrente de arco secundário e de primeiro pico de TRT**

LT	Reator de Neutro	Tensão Induzida na Fase Aberta (kV <sub>eficaz</sub> )	Corrente de Arco-Secundário (A <sub>eficaz</sub> )	Primeiro Pico da TRT <sup>(1)</sup> (kV <sub>pico</sub> )
LT 500 kV Olindina – Sapeaçu C1	-	324,73	79,03	81,69
	800 Ω	82,22	48,92	43,49

Obs.:(1) Valores para 60 Hz

Com os reatores nos terminais da LT solidamente aterrados, o par de corrente de arco secundário e de tensão de primeiro pico da TRT se encontra fora de região de provável extensão mostrada no item 5.2, sendo necessário à implementação de reatores de neutro de 800 Ω em cada terminal da LT para mitigar a corrente de arco secundário para valores que se encontrem dentro da região de provável extinção

A Tabela 2.2 apresenta um resumo com as situações mais críticas de sobretensões na linha, energias nos para-raios de linha e sobretensões eficaz nos reatores de neutro (RN); **sem e com o uso de Resistor de pré-inserção (RPI)**, encontradas para as avaliações transitórias do Religamento Monopolar da LT 500 kV Olindina – Sapeaçu, C1.

**Tabela 2.2 – Valores Máximos Encontrados nos Estudos para a LT 500 kV Olindina – Sapeaçu C1**

LT	RPI	V <sub>máx</sub> (pu)	Para-Raios (kJ)	V <sub>máx</sub> RN (kV <sub>eficaz</sub> )
LT 500 kV Olindina – Sapeaçu, C1	Sem	1,922	428,61	71,91
	Com	1,548	1,19	71,91

Os valores encontrados nas análises transitórias de Religamento Monopolar atendem aos limites e critérios determinados no capítulo 5 deste relatório.

### 3. RECOMENDAÇÕES

- Recomenda-se a implantação de reatores de neutro de  $800 \Omega$  nos reatores de linha em ambos os terminais da LT 500 kV Olindina – Sapeaçu C1, de forma a viabilizar o religamento monopolar.
- Para os disjuntores, para-raios de linha e para-raios de neutro, recomenda-se a análise dos estudos de manobras tripolares (energização, religamento tripolar e rejeição de carga) [9] para um dimensionamento assertivo destes equipamentos, dado que os valores encontrados no presente documento não demonstram severidade no funcionamento dos mesmos.
- Recomenda-se a adoção do nível de isolamento do neutro igual a  $72,5 \text{ kV}_{\text{rms}}$ , com tensão suportável nominal a frequência industrial (1 minuto) igual a  $140 \text{ kV}_{\text{rms}}$ .
- Visando garantir adequação do reator para condições futuras de crescimento do nível de curto-circuito local, recomenda-se adotar as seguintes características para os reatores de neutro:
  - Corrente de curta duração (1 minuto) = 94 A
  - Nível de isolamento do neutro =  $72,5 \text{ kV}_{\text{eficaz}}$
  - Tensão suportável nominal à frequência industrial (1 minuto) =  $140 \text{ kV}_{\text{eficaz}}$
  - Corrente permanente = 14 A (adotado 15% da corrente de curta duração)
  - Potência permanente:  $Q = Z * I^2 = 800\Omega * 14^2 = 158 \text{ kVar}$



## **4. DADOS UTILIZADOS**

### **4.1. CONFIGURAÇÃO DA REDE ANALISADA**

O documento Rede equivalente para estudos de transitório eletromagnéticos [8] apresenta a modelagem do sistema equivalente de curto-circuito, bem como os dados utilizados para o estudo: transformadores, linhas de transmissão, reatores, banco de capacitores e capacitores série, máquinas elétricas e cargas.

### **4.2. LINHAS DE TRANSMISSÃO**

As linhas de transmissão objeto do estudo, foram representadas através da rotina Line and Cables Constants, do programa ATP, conforme apresentado na referência [8].

### **4.3. DISJUNTORES**

Para a LT em estudo neste documento, foram representados disjuntores **sem e com resistor de pré-inserção**, conforme apresentado na referência [8].

#### **4.3.1. Disjuntores sem resistor de pré inserção**

Utilizou-se a distribuição normal dos tempos de fechamento, com um desvio de  $\pm 2 \sigma$ , de forma a tornar o sorteio mais conservativo.

Os parâmetros adotados para os contatos principais do disjuntor foram:

- Desvio padrão para contato principal do disjuntor:  $\sigma = 1,25$  ms;

O valor de 1,25 ms foi convencionado para o desvio-padrão do contato principal dessa distribuição. Dessa forma, a dispersão máxima dos instantes de fechamento dos contatos nos três polos (pole spread) corresponde a 5 ms ( $4 \sigma$ ).

#### **4.3.2. Disjuntores com resistor de pré inserção**

Utilizou-se a distribuição normal dos tempos de fechamento, com um desvio de  $\pm 2 \sigma$ , de forma a tornar o sorteio mais conservativo.

Os parâmetros adotados para os contatos principais e auxiliares do disjuntor foram:

- Desvio padrão para contato principal do disjuntor:  $\sigma = 1,25$  ms;
- Desvio padrão para contato secundário (resistor de fechamento):  $\sigma = 1,00$  ms;
- Tempo médio de permanência do resistor de pré-inserção:  $10,0 \pm 2$  ms;
- Valor do resistor de fechamento (resistor de pré-inserção – RPI):  $R = 400 \Omega$

O valor de 1,25 ms foi convencionado para o desvio-padrão do contato principal dessa distribuição. Dessa forma, a dispersão máxima dos instantes de fechamento dos contatos nos três polos (pole spread) corresponde a 5 ms ( $4 \sigma$ ).

O valor de 1,00 ms foi convencionado para o desvio-padrão do contato secundário dessa distribuição. Dessa forma, a dispersão máxima dos instantes de fechamento dos contatos nos três polos (pole spread) corresponde a 4 ms ( $4 \sigma$ ).

#### 4.4. PARA-RAIOS ZNO

Os modelos dos para-raios utilizados nas análises deste documento foram:

- Setor de 500 kV – ZnO – Classe 5 – Um = 420 kV – Ur = 420 kV - MCOV = 336 kV
- Reatores de Neutro – ZnO – Classe 3 – Um = 72 kV – Ur = 84 kV - MCOV = 68 kV

As curvas V x I, com forma de onda 30x60  $\mu$ s, que foram consideradas nos estudos são apresentadas a seguir conforme Tabela 4.1 e Tabela 4.2:

**Tabela 4.1 – Dados dos Para-raios do setor de 500 kV**

Corrente (kA)	Tensão Residual (kV)	
	Para-raios 420 kV Classe 5	
	Curva normal	Curva reduzida (5%)
0,000001	475,180	451,420
0,5	775,000	736,250
1,0	807,000	766,650
2,0	830,000	788,500
3,0	846,000	803,700

**Tabela 4.2 – Dados dos Para-raios de Neutro**

Corrente (kA)	Tensão Residual (kV)
	Para-raios 84 kV Classe 3
0,000001	95,035
0,5	162,000
1,0	167,000
2,0	173,000

## 5. CRITÉRIOS E METODOLOGIA ADOTADA

### 5.1. CRITÉRIOS ADOTADOS PARA OS ESTUDOS DE RELIGAMENTO MONOPOLAR

- Tensão Induzida na Fase Aberta 500 kV: 1,10 pu (317,54 kV<sub>eficaz</sub>)
- Corrente de Arco Secundário: 50 A<sub>eficaz</sub>
- Faixa de Frequência analisada: 56 a 66 Hz

### 5.2. CRITÉRIO COM TEMPO MORTO DE 500 MS

Ponto determinado pelo par de valores: ( $V_p \times I_a$ ) valor eficaz da corrente de arco secundário x tensão de primeiro pico da TRV de extinção da corrente de arco secundário deve estar situado na região de provável extinção do arco secundário do gráfico da Figura 5.1 [3].

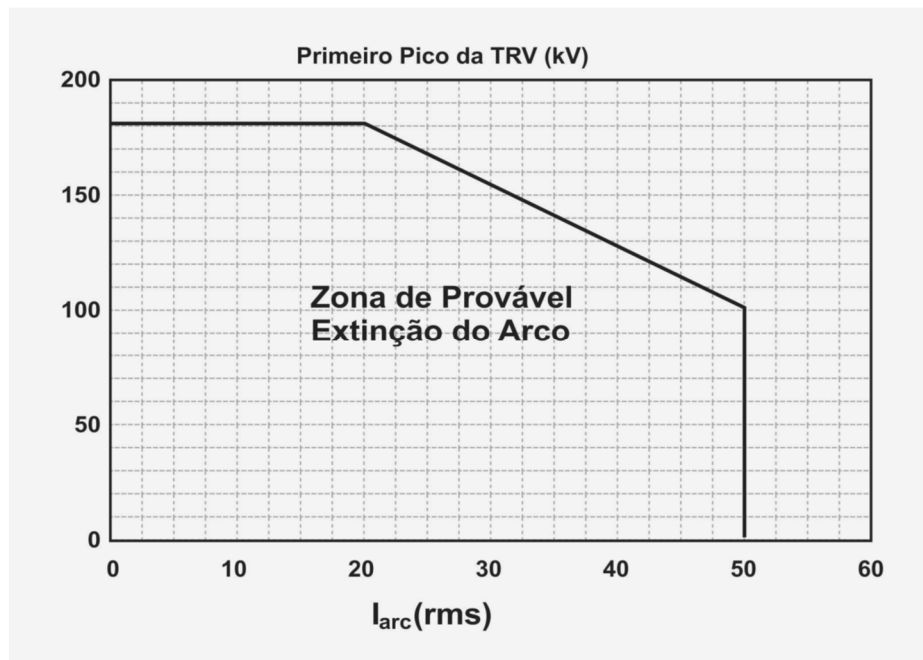
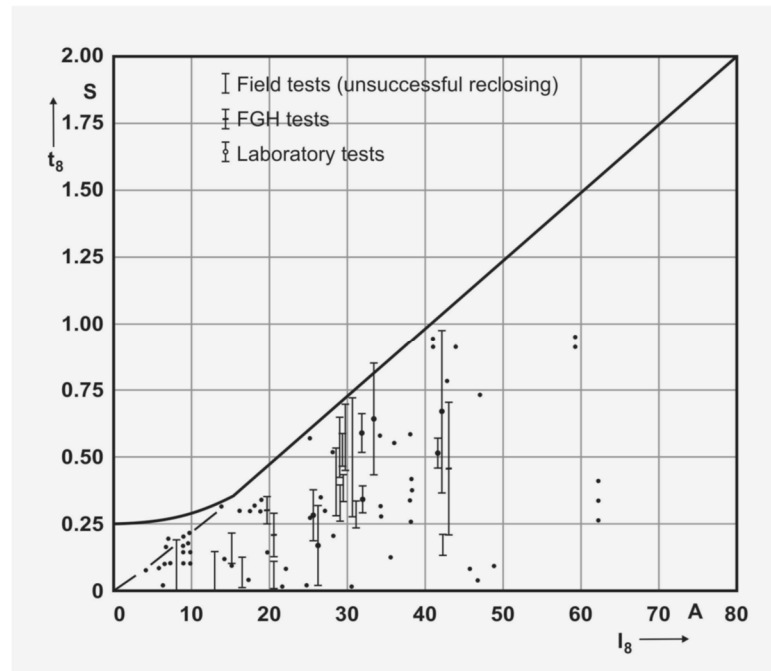


Figura 5.1– Zona Provável de Extinção do Arco Secundário

### 5.3. CRITÉRIO COM TEMPO MORTO SUPERIOR A 500 MS

Este critério só deverá ser empregado caso o critério com tempo morto de 500 ms não possa ser adotado com a utilização de métodos de mitigação.

Para avaliação do sucesso do religamento monopolar deverá ser considerada a curva mostrada na Figura 5.2 que relaciona o tempo morto [3], necessário para extinção do arco secundário, com o valor do último pico da corrente de arco secundário, utilizando meios de mitigação convencionais.



**Figura 5.2 - Tempo morto necessário para extinção do Arco Secundário x Valor eficaz da corrente de arco secundário**

### 5.4. CRITÉRIO DE TENSÃO MÁXIMA OPERATIVA

Foram adotadas as tensões máximas em regime permanente indicadas pelo Procedimento de Rede 23.3 do ONS, a saber:

- 500 kV = 550 kV (1,10 pu)

### 5.5. TENSÃO PRÉ-MANOBRA

O sistema elétrico foi ajustado de maneira que a tensão pré-manobra fosse próxima da máxima tensão operativa.

## **5.6. CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO DAS SOBRETENSÕES**

As sobretensões devido às manobras devem estar coerentes com a definição dos espaçamentos elétricos fase-terra e fase-fase da linha de transmissão apresentados no relatório de coordenação de isolamento desta. Portanto, o critério de aceitação das sobretensões estabelecido para estes estudos deve ser tal que as sobretensões encontradas sejam inferiores a aquelas apresentadas nos documentos de Coordenação de Isolamento das linhas de transmissão.

As sobretensões observadas nos estudos de transitórios de manobra da LT 500 kV Olindina – Sapeaçu, C1 devem obedecer ao seguinte critério [7] e [9]:

- Valor de pico das sobretensões fase-terra devido a surtos de manobra deve ser inferior a:

$$V = 2,2 \text{ pu} = (500 \times \sqrt{(2/3)}) \times 2,2 = 898,15 \text{ kV};$$

- Valor de pico das sobretensões fase-fase devido a surtos de manobra deve ser inferior a:

$$V = 2,2 \text{ pu} = (500 \times \sqrt{(2)}) \times 2,2 = 1555,63 \text{ kV};$$

## **5.7. NÍVEL DE ISOLAMENTO DO NEUTRO**

O nível de isolamento dos neutros dos reatores de linha deve ser definido conforme Anexo Técnico Especifico do lote em estudo [2], que determina a Tabela 2 – Tensão suportável normalizada de frequência fundamental de curta duração – da NBR 6939 como referência.

Para tensão máxima do sistema ( $U_m$ ) de 72,5 kVrms, a tensão suportável nominal a frequência industrial (1 minuto) é de 140 kVrms.

## **5.8. METODOLOGIA**

Os estudos de religamento foram conduzidos em três etapas, a saber:

- Estudos em regime permanente, visando definir as correntes de arco secundário, bem como a tensão na fase aberta em todas as condições operativas (faixa de frequência de 56 a 66 Hz). Esses estudos tiveram por objetivo identificar possíveis condições de ressonância na fase aberta e confirmar o atendimento dos critérios relativos à magnitude da corrente de arco secundário estabelecidos nos itens 5.2 e 5.3;
- Estudos de transitórios envolvendo manobras de extinção do arco secundário (obtenção das curvas de TRT). Os resultados desta parte do estudo permitiram complementar a análise da probabilidade de extinção do arco secundário nas linhas de transmissão em estudo;
- Estudos de transitórios envolvendo manobras de religamento monopolar com sucesso, visando determinar os níveis das sobretensões em ambos os terminais das LTs analisadas e os níveis de absorção de energia dos para-raios neles instalados decorrentes do religamento. Neste estudo, em que foram simuladas manobras estatísticas de fechamento, admitiu-se uma distribuição normal dos instantes de fechamento dos três pólos truncada em  $\pm 2\sigma$ . Foram analisadas manobras com disjuntores sem e com resistores de pré-inserção conforme descritos no item 4.3.

## 6. ESTUDO DE RELIGAMENTO MONOPOLAR

### 6.1. GRAU DE COMPENSAÇÃO DAS LINHAS DE TRANSMISSÃO

A condição de ressonância de uma linha de transmissão compensada com reatores pode ser expressa por:

$$\frac{1}{\omega \cdot L} = \frac{\omega \cdot (2C_1 + C_0)}{3}; \text{ onde:}$$

- L - indutância correspondente aos reatores da linha;
- C1 - capacitância de sequência positiva da linha;
- C0 - capacitância de sequência zero da linha.

Sendo:

$$k = \frac{C_0}{C_1}$$

$$h = \frac{1}{\omega^2 \cdot L \cdot C_1}$$

A ressonância ocorre quando:  $h = \frac{(2+k)}{3}$ .

Foram considerados os seguintes parâmetros para as linhas de transmissão em análise:

Linhas de Transmissão	B <sub>1</sub> (μS/km)	B <sub>0</sub> (μS/km)
LT 500 kV Olindina – Sapeaçu C1	6,2057	3,1982

Para a LT 500 kV Olindina – Sapeaçu o valor de k é igual a 0,515; logo a ressonância situa-se para um grau de compensação igual a 83,85%. A Tabela 6.1 apresenta para a LT em análise a compensação shunt e o grau de compensação resultante.

**Tabela 6.1 – Compensação da LT em análise**

Linhas de Transmissão	Comprimento (km)	Total de Compensação Shunt (Mvar)	Grau de Compensação (%)
LT 500 kV Olindina – Sapeaçu C1	207	200	62,28

A LT 500 kV Olindina – Sapeaçu C1 apresenta grau de compensação relativamente afastado à condição de ressonância. Portanto, não devem ser esperadas sobretensões muito elevadas na fase aberta desta LT.

## 6.2. ANÁLISE EM REGIME PERMANENTE NO DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA

Os estudos consideraram os seguintes aspectos:

- Fluxo na LT 500 kV Olindina – Sapeaçu C1 foi maximizado para o mais próximo possível ao SIL de 1200 MW;
- Reatores de 100 Mvar em cada terminal da LT presentes, sem reator de neutro e com reator de neutro de 400  $\Omega$ , 600  $\Omega$  e de 800  $\Omega$ ;
- Todos os circuitos estudados foram representados com os acoplamentos entre fases;
- A máxima tensão de operação, à frequência industrial, em regime permanente de uma fase aberta corresponde a 317,54 kV<sub>eficaz</sub> fase-terra (449,07 kV<sub>pico</sub>)

Foi realizado, inicialmente, a prospecção da fase em falta com intuito de encontrar as condições mais severas para a corrente de arco-secundário, considerando os reatores em derivação da linha com seus neutros solidamente aterrados – vide Tabela 6.2.

**Tabela 6.2 – Prospecção da fase em falta**

FASE	Corrente de Arco	
	Olindina	Sapeaçu
A	78,55	73,16
B	75,98	75,51
<b>C</b>	<b>79,02</b>	72,80

Estes estudos foram conduzidos para a faixa de frequência entre 56 e 66 Hz visando cobrir todas as possíveis condições operativas.

Os seguintes aspectos merecem destaque:

- A tensão máxima encontrada nos terminais de uma fase aberta da LT 500 kV Olindina – Sapeaçu C1, considerando os reatores de 100 Mvar em cada terminal solidamente aterrados, foi de 324,73 kV<sub>eficaz</sub> para 56 Hz (vide Figura 6.1), superior ao critério descrito no item 5.1;
- As correntes de arco secundário apresentam valores superiores ao critério (50 A<sub>eficaz</sub>), com reatores de 100 Mvar solidamente aterrados. O valor mais alto foi de 79,03 A<sub>eficaz</sub> (vide Figura 6.2), observado à frequência de 66 Hz;

Para a redução das correntes de arco secundário e tensão induzida na fase aberta, analisou-se a inclusão de reatores de neutro nos reatores de linha. Foram analisados reatores 400  $\Omega$ , 600  $\Omega$  e de 800  $\Omega$ . Da Tabela 6.3 até a Tabela 6.7 apresentam os valores máximos para a tensão induzida na fase aberta, corrente de arco secundário, corrente e tensão no neutro do reator para a faixa de frequências entre 56 e 66 Hz;

- Com a utilização do reator de neutro de 800  $\Omega$ , a tensão máxima encontrada nos terminais de uma fase aberta da LT 500 kV Olindina – Sapeaçu C1 foi de 82,22 kV<sub>eficaz</sub> (vide Figura 6.3 e Figura 6.4), inferior ao critério descrito no item 5.1;
- Com a utilização do reator de neutro de 800  $\Omega$ , a corrente de arco secundário máxima encontrada foi de 48,92 kV<sub>eficaz</sub> (vide Figura 6.5 e Figura 6.6), viabilizando a extinção do



arco secundário com o tempo morto especificado no 5.2;

- A máxima corrente no reator de neutro de  $800 \Omega$  alcançou  $80,38 A_{\text{eficaz}}$  (vide Figura 6.7 e Figura 6.8). A máxima tensão no neutro do reator principal (de linha) atingiu  $70,73 kV_{\text{eficaz}}$  (vide Figura 6.9 e Figura 6.10). O reator de neutro foi especificado para a corrente de curta duração de  $94 A_{\text{eficaz}}$  visando possibilitar uma margem de segurança;

Então, de maneira a viabilizar o religamento monopolar para esta linha, foi especificado o uso de um reator de neutro de  $800 \Omega$ , em ambos os terminais, com um tempo morto de 500 ms (item 5.2).

**Tabela 6.3 – Tensão induzida na fase aberta e corrente de arco secundário. com reatores de linha solidamente aterrados**

Sem reator de neutro				
Freq. (Hz)	Tensão induzida na fase aberta (kV <sub>eficaz</sub> )	Corrente arco-secundário (A <sub>eficaz</sub> )	Corrente reator de neutro (A <sub>eficaz</sub> )	Tensão reator de neutro (kV <sub>eficaz</sub> )
Fig.	Figura 6.1	Figura 6.2	-	-
56	<b>324,73</b>	<b>51,05</b>	-	-
57	279,41	<b>53,30</b>	-	-
58	248,59	<b>55,65</b>	-	-
59	226,50	<b>58,10</b>	-	-
<b>60</b>	<b>210,09</b>	<b>60,67</b>	-	-
61	197,59	<b>63,37</b>	-	-
62	187,91	<b>66,19</b>	-	-
63	180,35	<b>69,16</b>	-	-
64	174,43	<b>72,28</b>	-	-
65	169,82	<b>75,57</b>	-	-
66	166,27	<b>79,03</b>	-	-

**Tabela 6.4 – Tensão induzida na fase aberta, corrente de arco secundário, corrente e tensão no reator de neutro de 400 Ω**

Com reator de neutro de 400 Ω				
Freq. (Hz)	Tensão induzida na fase aberta (kV <sub>eficaz</sub> )	Corrente arco-secundário (A <sub>eficaz</sub> )	Corrente reator de neutro (A <sub>eficaz</sub> )	Tensão reator de neutro (kV <sub>eficaz</sub> )
Fig.	Figura 6.3 Figura 6.4	Figura 6.5 Figura 6.6	-	-
56	120,65	30,01	118,73	44,32
57	115,43	32,42	116,54	44,29
58	111,70	34,91	114,91	44,43
59	109,03	37,48	113,70	44,72
<b>60</b>	<b>107,16</b>	<b>40,16</b>	<b>112,82</b>	<b>45,13</b>
61	105,93	42,94	112,22	45,64
62	105,21	45,84	111,85	46,23
63	104,92	48,86	111,69	46,91
64	104,99	<b>52,02</b>	111,72	47,67
65	105,39	<b>55,32</b>	111,92	48,50
66	106,08	<b>58,79</b>	112,30	49,41

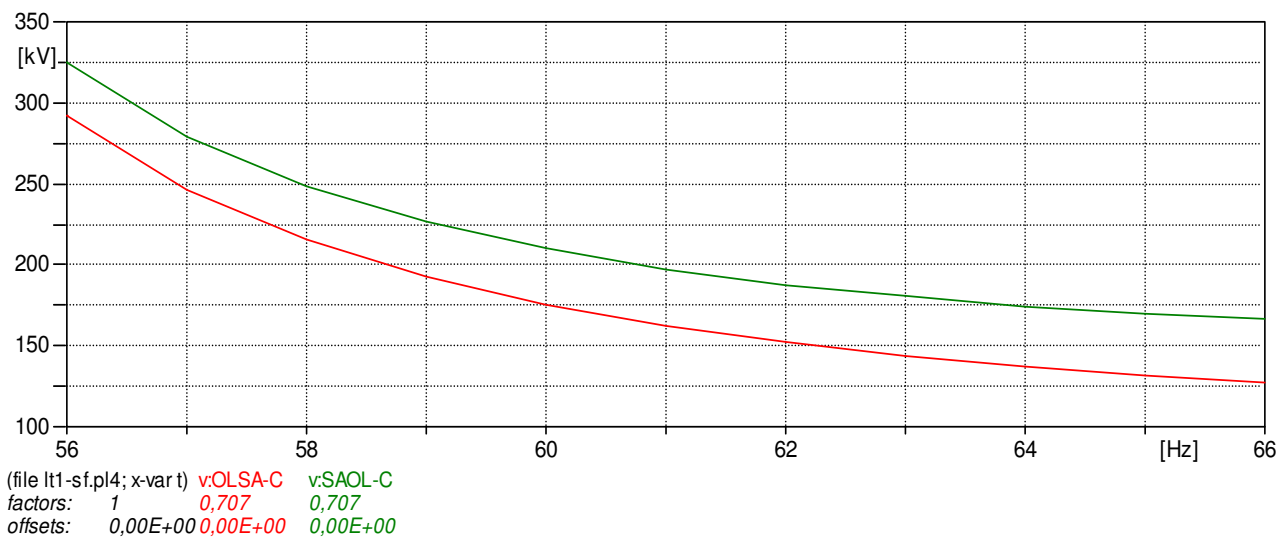
**Tabela 6.5 – Tensão induzida na fase aberta, corrente de arco secundário, corrente e tensão no reator de neutro de 600 Ω**

Com reator de neutro de 600 Ω				
Freq. (Hz)	Tensão induzida na fase aberta (kV <sub>eficaz</sub> )	Corrente arco-secundário (A <sub>eficaz</sub> )	Corrente reator de neutro (A <sub>eficaz</sub> )	Tensão reator de neutro (kV <sub>eficaz</sub> )
Fig.	Figura 6.3 Figura 6.4	Figura 6.5 Figura 6.6	-	-
56	87,22	24,05	93,89	52,58
57	86,24	26,51	93,19	53,12
58	85,77	29,05	92,69	53,76
59	85,70	31,67	92,36	54,49
<b>60</b>	<b>85,93</b>	<b>34,38</b>	<b>92,18</b>	<b>55,31</b>
61	86,43	37,19	92,13	56,20
62	87,16	40,11	92,21	57,17
63	88,09	43,15	92,40	58,21
64	89,21	46,32	92,71	59,34
65	90,50	49,64	93,14	60,54
66	91,97	<b>53,10</b>	93,67	61,82

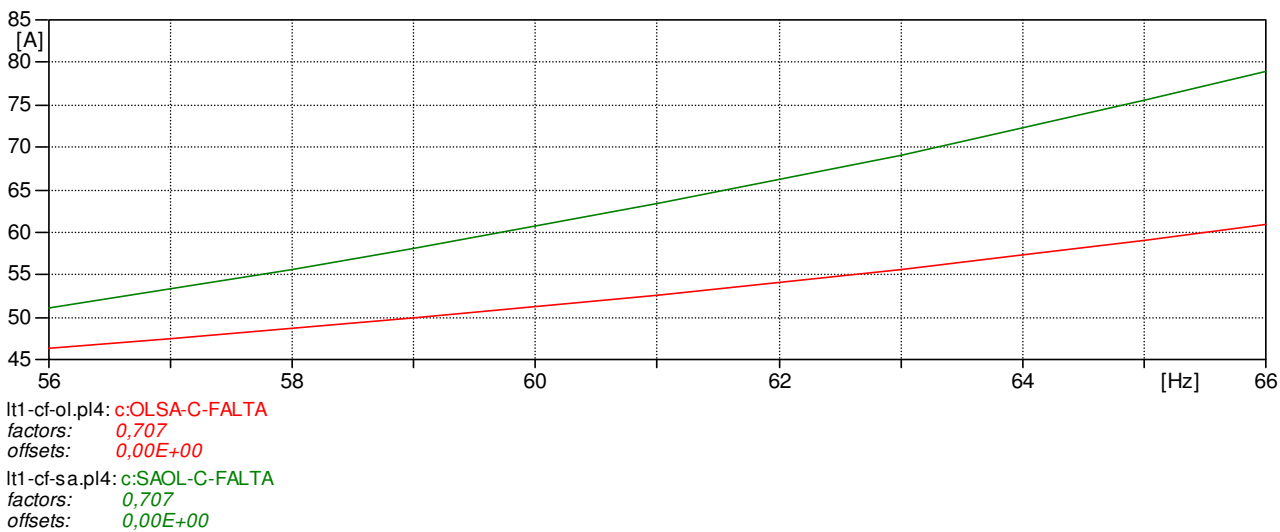
**Tabela 6.6 – Tensão induzida na fase aberta, corrente de arco secundário, corrente e tensão no reator de neutro de 800 Ω**

Com reator de neutro de 800 Ω				
Freq. (Hz)	Tensão induzida na fase aberta (kV <sub>eficaz</sub> )	Corrente arco-secundário (A <sub>eficaz</sub> )	Corrente reator de neutro (A <sub>eficaz</sub> )	Tensão reator de neutro (kV <sub>eficaz</sub> )
Fig.	Figura 6.3 Figura 6.4	Figura 6.5 Figura 6.6	Figura 6.7 Figura 6.8	Figura 6.9 Figura 6.10
56	66,47	19,69	77,81	58,09
57	67,74	22,19	77,75	59,09
58	69,06	24,75	77,77	60,14
59	70,43	27,40	77,85	61,24
<b>60</b>	<b>71,87</b>	<b>30,14</b>	<b>77,99</b>	<b>62,39</b>
61	73,39	32,97	78,20	63,61
62	74,98	35,90	78,49	64,88
63	76,65	38,96	78,84	66,23
64	78,40	42,13	79,28	67,65
65	80,26	45,45	79,78	69,15
66	82,22	48,92	80,38	70,73

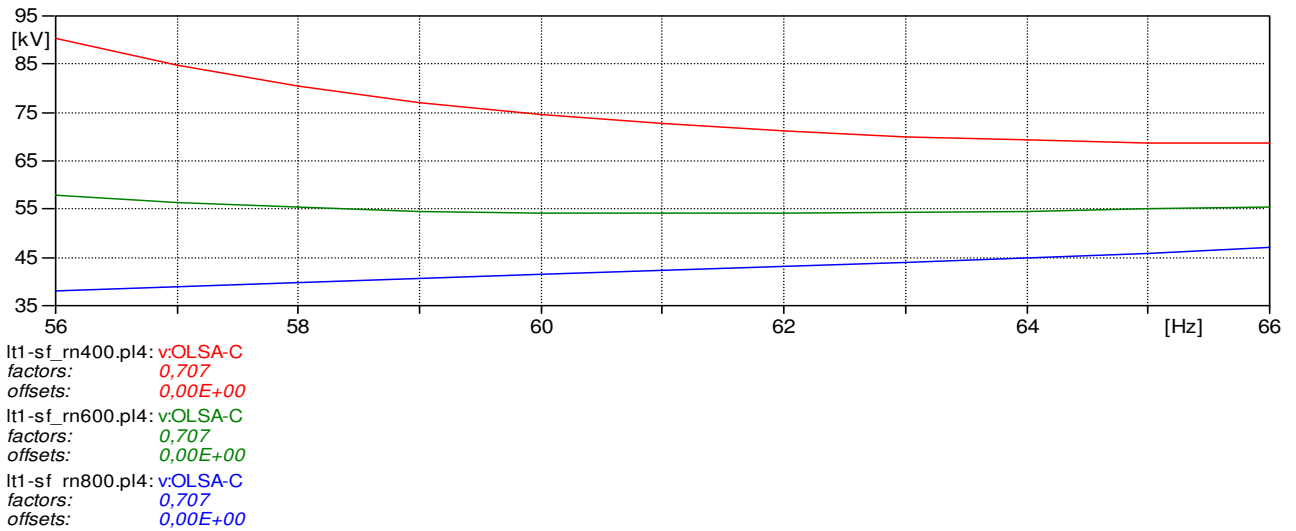
**Figura 6.1 – Análise em Regime Permanente no Domínio da Frequência, Sem falta, Sem reator de neutro - Tensão induzida na fase aberta ( $V_{rms}$ )**



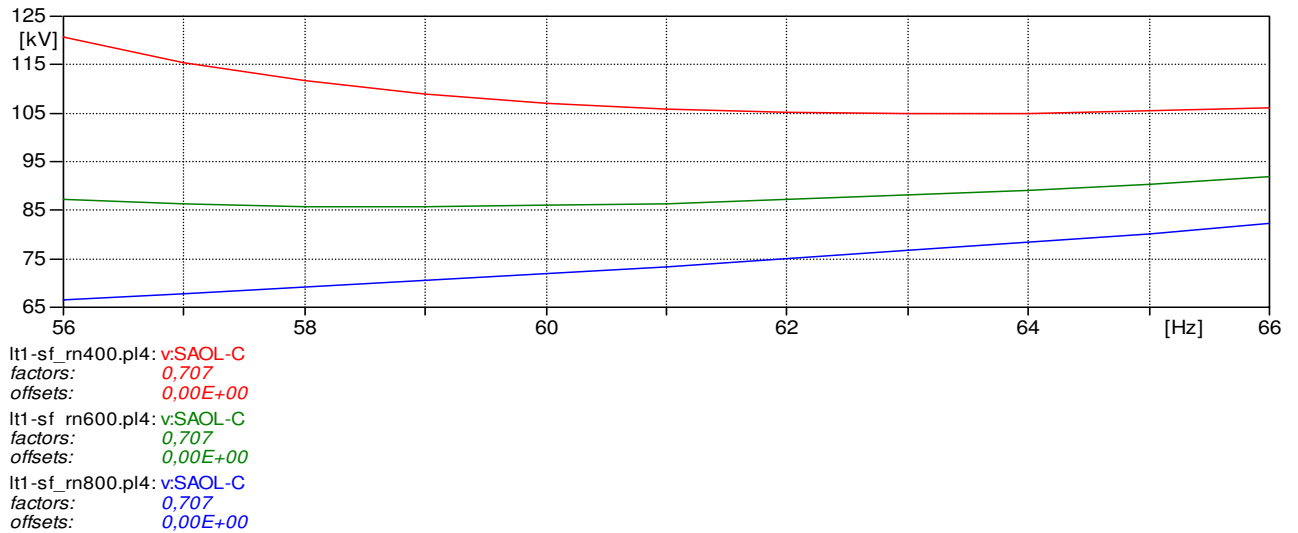
**Figura 6.2 – Análise em Regime Permanente no Domínio da Frequência, Com falta, Sem reator de neutro - Corrente de arco secundário ( $A_{rms}$ )**



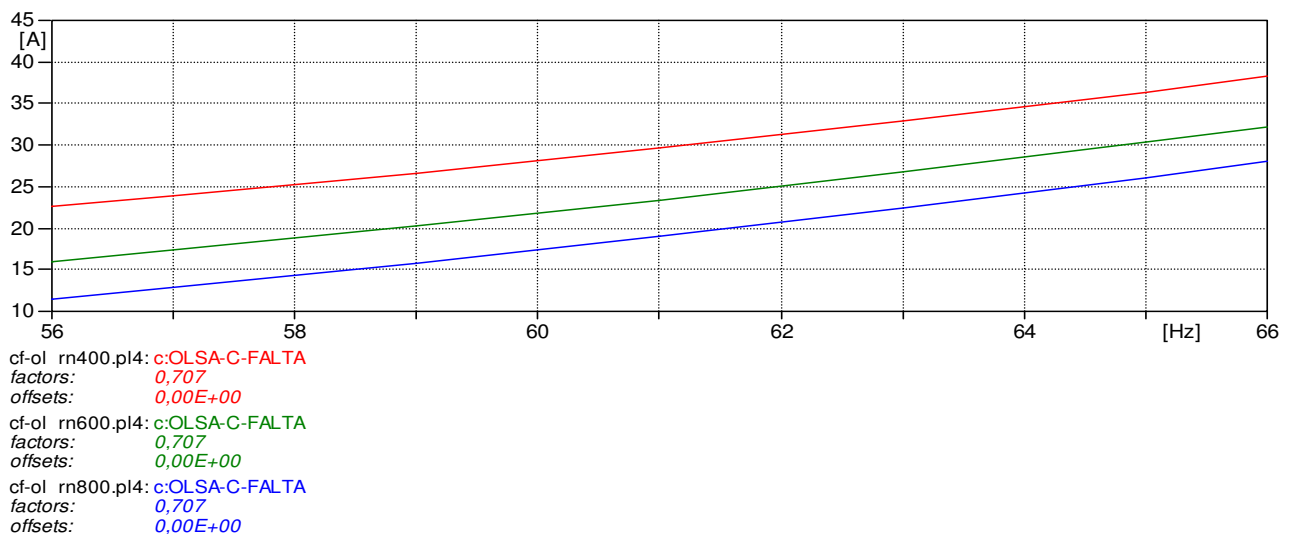
**Figura 6.3 – Análise em Regime Permanente no Domínio da Frequência, Sem falta – Com reatores de neutro de 400 Ω, 600 Ω e 800 Ω - Tensão induzida na fase aberta ( $V_{rms}$ ) no Terminal de Olindina**



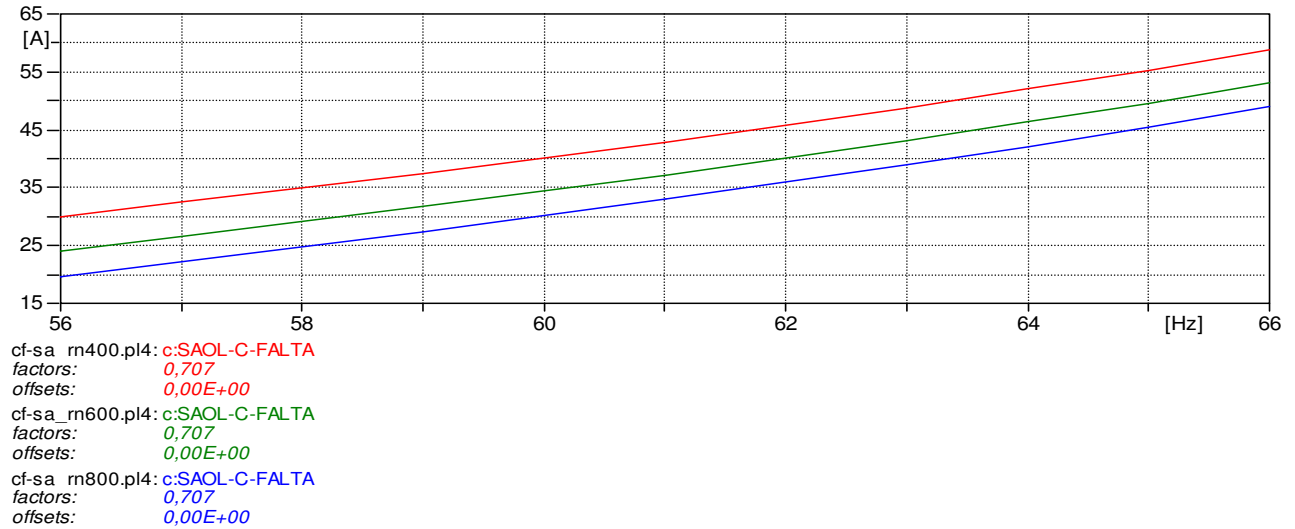
**Figura 6.4 – Análise em Regime Permanente no Domínio da Frequência, Sem falta – Com reatores de neutro de 400 Ω, 600 Ω e 800 Ω - Tensão induzida na fase aberta ( $V_{rms}$ ) no Terminal de Sapeaçu**



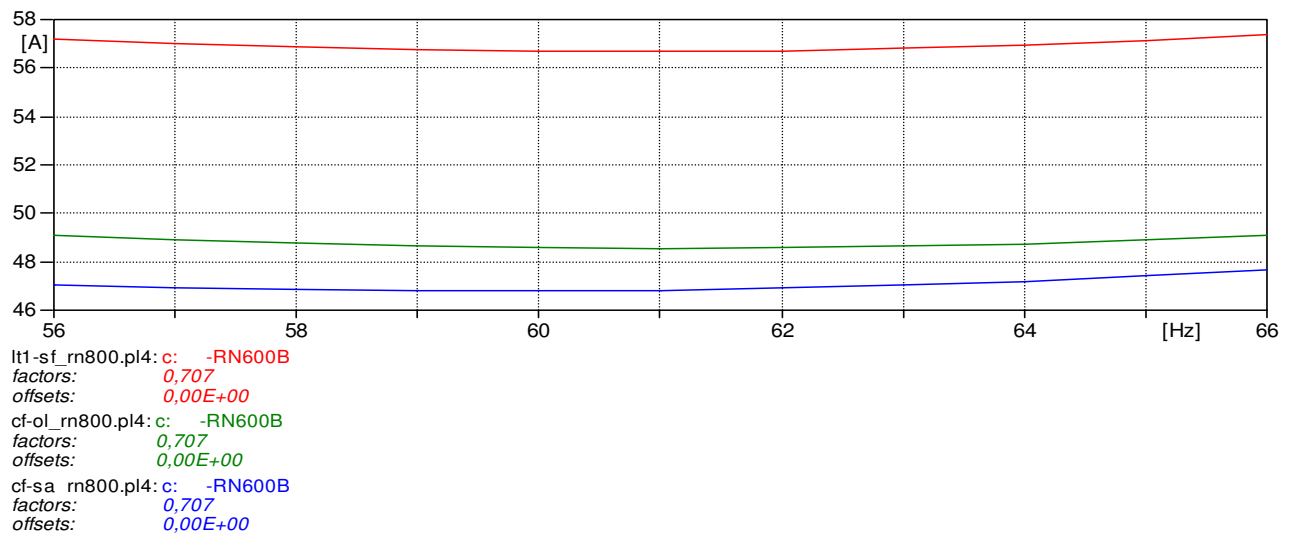
**Figura 6.5 – Análise em Regime Permanente no Domínio da Frequência, Com falta – Com reatores de neutro de 400 Ω, 600 Ω e 800 Ω - Corrente de arco secundário ( $A_{rms}$ ) Terminal de Olindina**



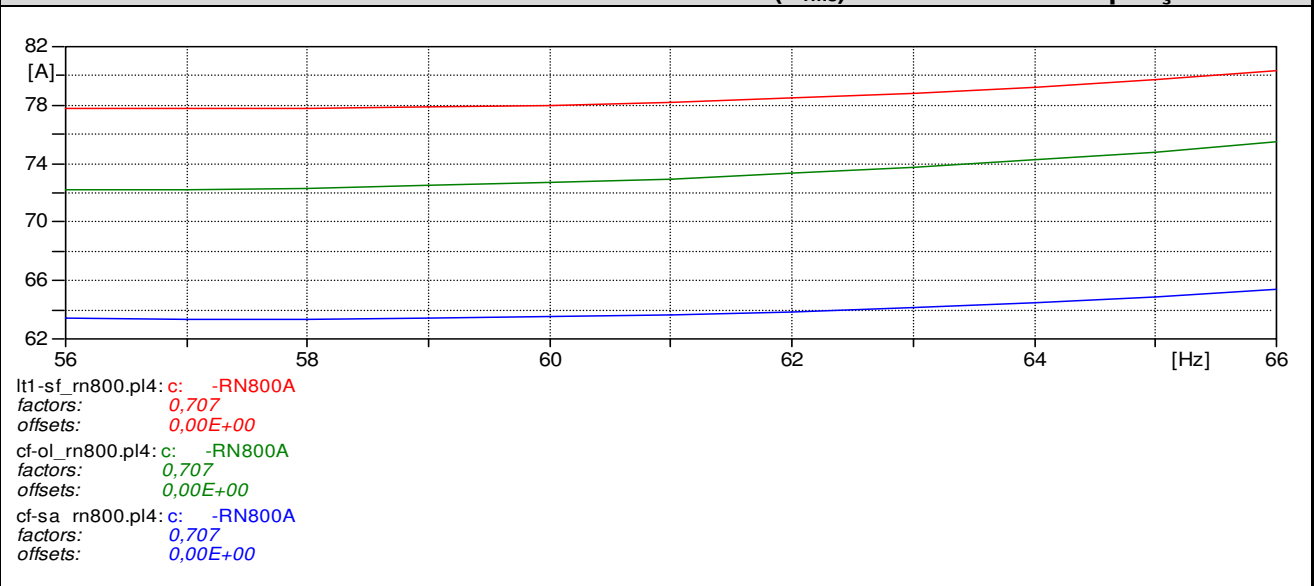
**Figura 6.6 – Análise em Regime Permanente no Domínio da Frequência, Com falta – Com reatores de neutro de 400 Ω, 600 Ω e 800 Ω - Corrente de arco secundário ( $A_{rms}$ ) no Terminal de Sapeaçú**



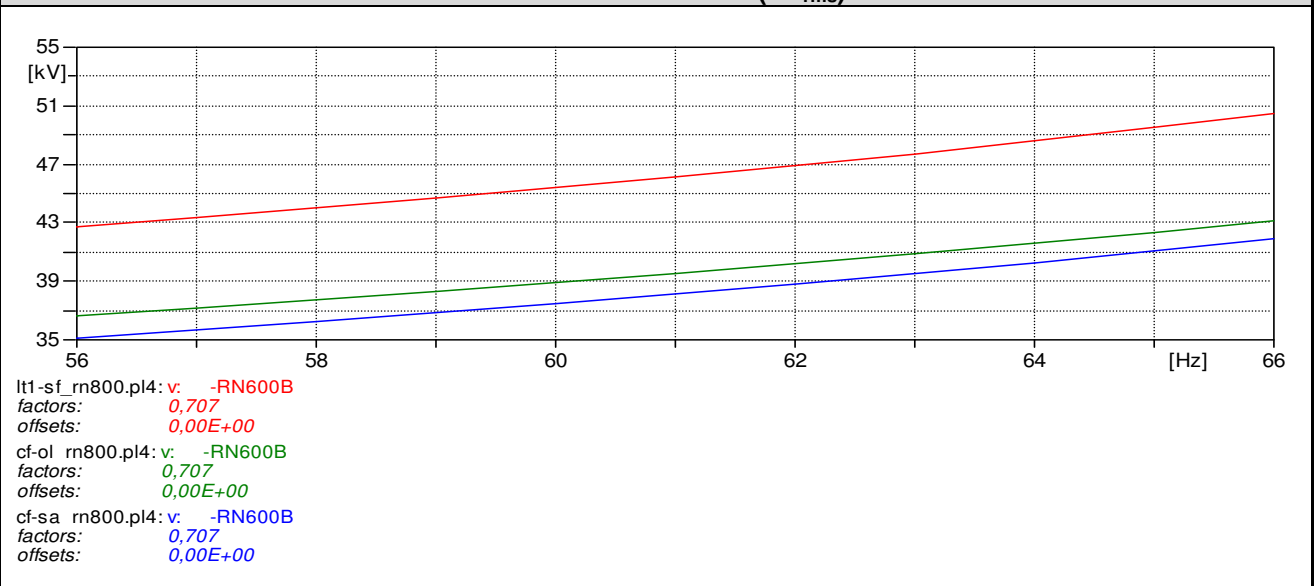
**Figura 6.7 – Análise em Regime Permanente no Domínio da Frequência – Com reator de neutro de 800 Ω - Corrente no reator de neutro ( $A_{rms}$ ) no Terminal de Olindina**



**Figura 6.8 – Análise em Regime Permanente no Domínio da Frequência – Com reator de neutro de 800 Ω - Corrente no reator de neutro ( $A_{rms}$ ) no Terminal de Sapeaçu**

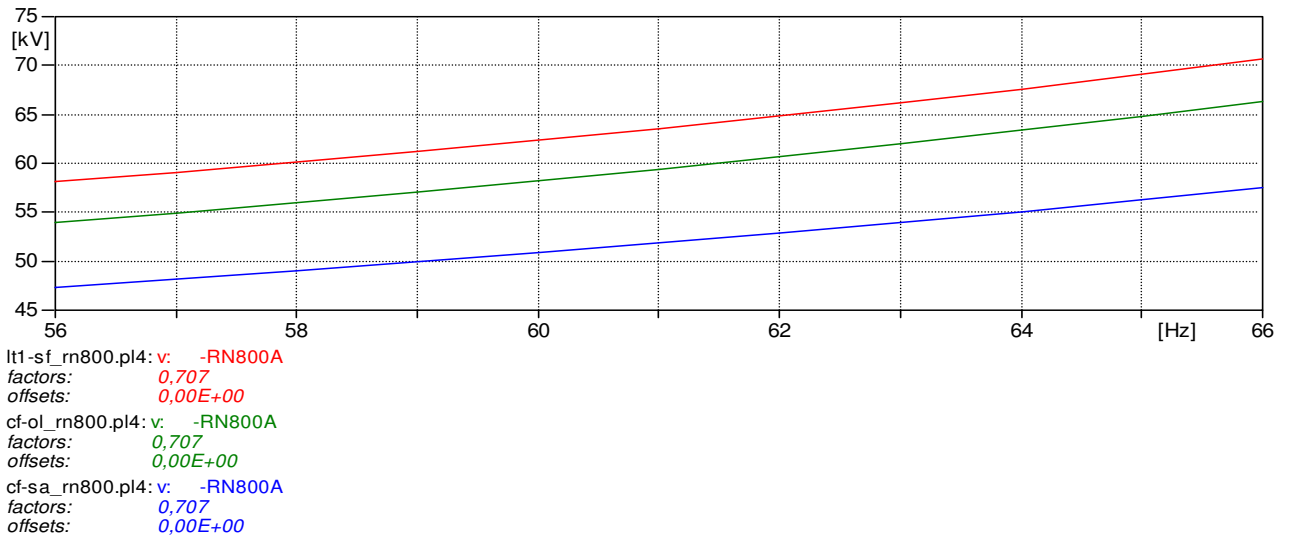


**Figura 6.9 – Análise em Regime Permanente no Domínio da Frequência – Com reator de neutro de 800 Ω - Tensão no reator de neutro ( $kV_{rms}$ ) no Terminal de Olindina**





**Figura 6.10 – Análise em Regime Permanente no Domínio da Frequência – Com reator de neutro de 800 Ω - Tensão no reator de neutro ( $kV_{rms}$ ) no Terminal de Sapeaçu**



### 6.3. ANÁLISE DA TRT ASSOCIADA À EXTINÇÃO DA CORRENTE DE ARCO SECUNDÁRIO

A seguir foram efetuadas simulações em regime transitório da extinção da corrente de arco secundário para identificação dos valores de TRT registrados nos instantes de ocorrência do primeiro pico, visando complementar a verificação de atendimento do critério indicado no item 5.2.

O valor máximo registrado para o primeiro pico da TRT foi de 81,69 kV<sub>pico</sub> (Figura 6.11) sem a presença de reator de neutro. O valor máximo registrado para o primeiro pico da TRT com reator de neutro de 800 Ω. foi de 43,49 kV<sub>pico</sub> (Figura 6.12).

Os valores de primeiro pico de TRT encontrados atendem ao critério indicado no item 5.2. Tendo em vista que a corrente de arco secundário, com a presença do reator de neutro de 800 Ω em ambos os terminais ficou abaixo de 50 A<sub>eficaz</sub>, a utilização de tempo morto de 500 ms (item 5.2) é indicado para esta LT.

A Tabela 6.7 apresenta os pares de corrente de arco e de primeiro pico de TRT com a presença do reator de neutro de 800 Ω em ambos os terminais e os limites máximos especificados no critério descrito no item 5.2.

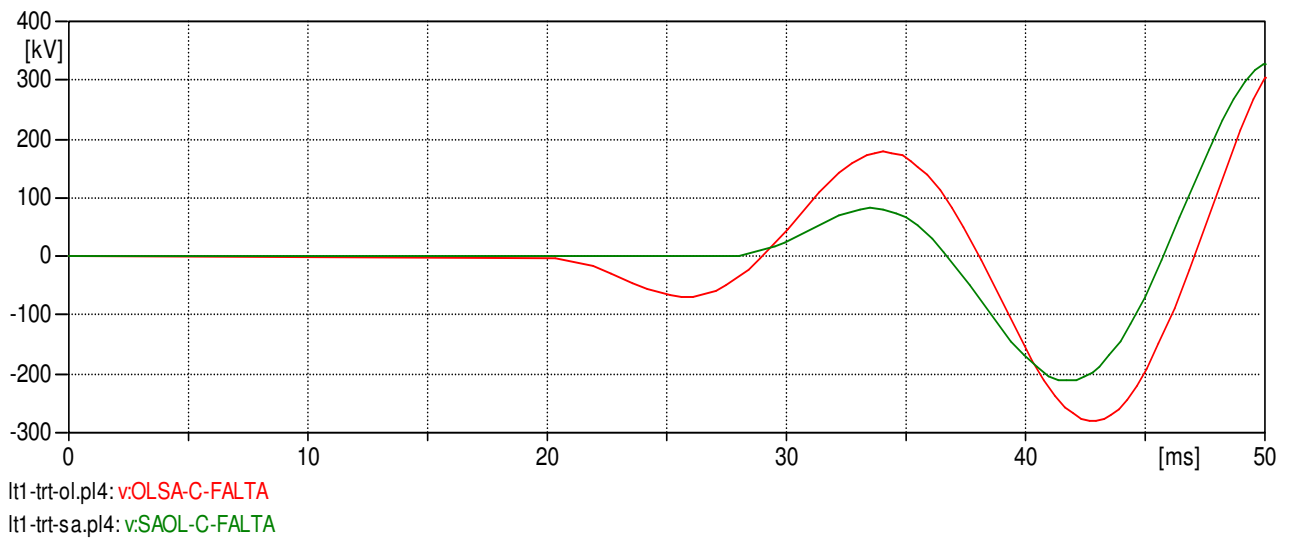
**Tabela 6.7 - Corrente de Arco Secundário e Primeiro Pico da TRT - Regime Permanente**

LT	Falta Lado	Corrente de Arco Secundário (A <sub>eficaz</sub> ) <sup>(1)</sup>	Primeiro Pico da TRT (kV <sub>pico</sub> ) <sup>(2)</sup>	Valor Máximo (Critério)		Figura N°
				Corrente (A <sub>eficaz</sub> )	Primeiro Pico da TRT (kV <sub>pico</sub> )	
LT 500 kV Olindina – Sapeaçu C1	Olindina	17,58	25,40	50	100 - 180	Figura 6.13 Figura 6.14
	Sapeaçu	30,04	43,49	50	100 - 180	

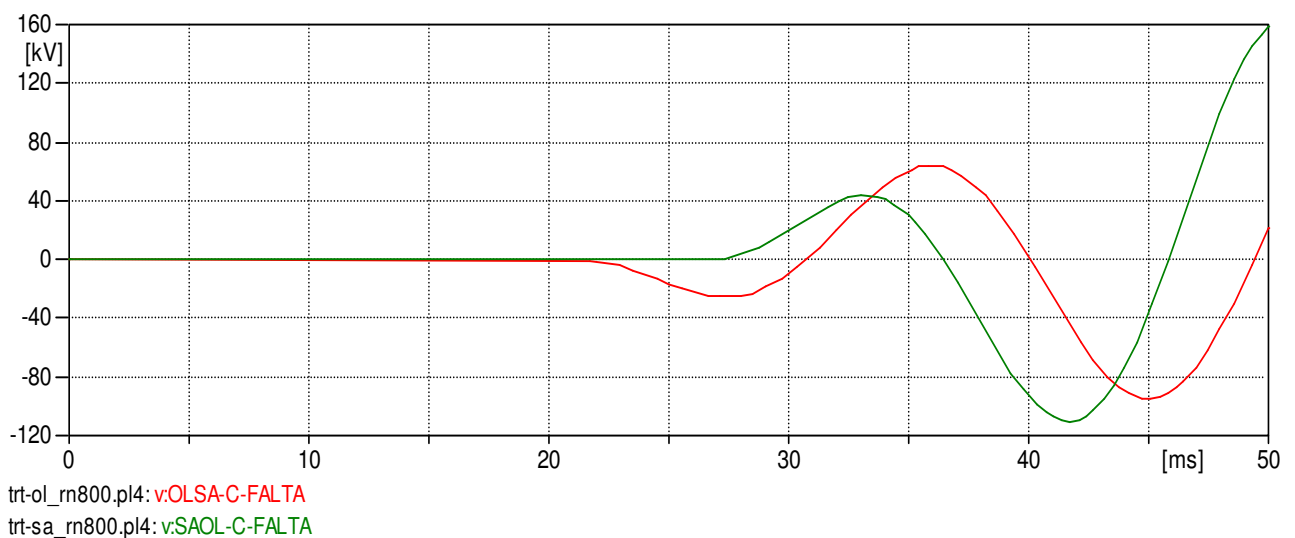
(1) Valores no domínio da frequência, corrente em 66 Hz

(2) Valores no domínio do tempo, tensão em 60 Hz

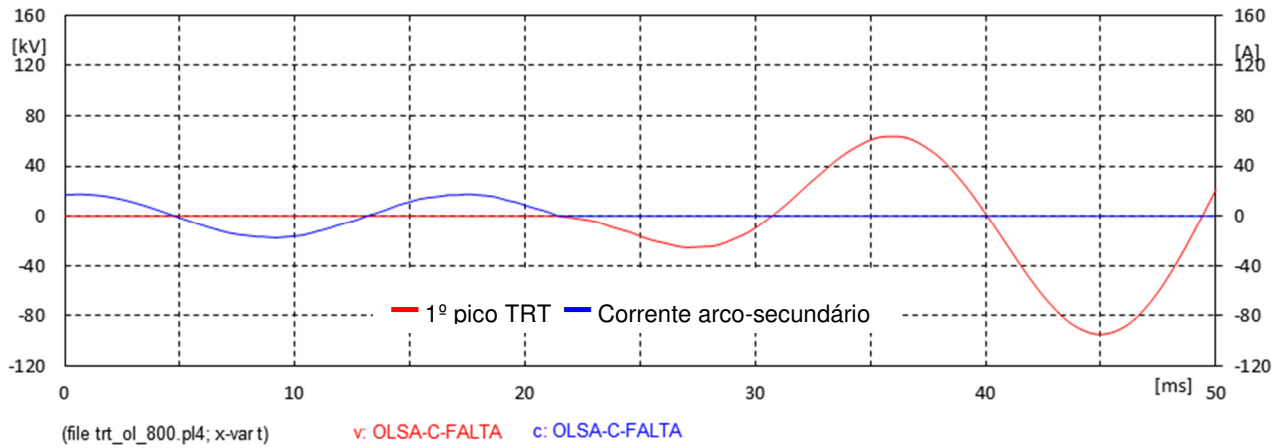
**Figura 6.11 – Análise da TRT Associada à Extinção da Corrente de Arco Secundário, Sem reator de neutro - TRT após a extinção do arco secundário**



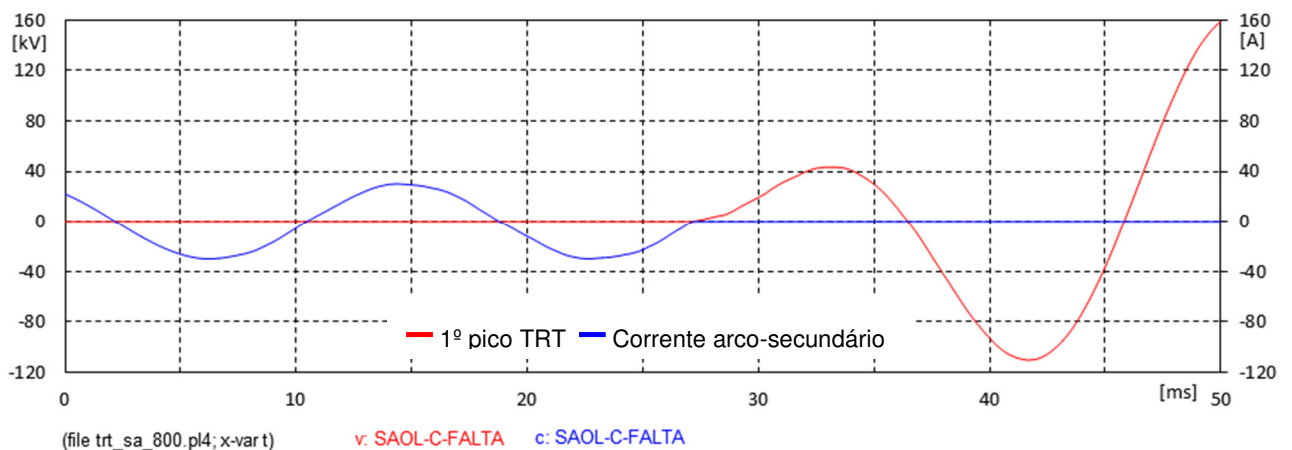
**Figura 6.12 – Análise da TRT Associada à Extinção da Corrente de Arco Secundário, Com reator de neutro de 800 Ω**



**Figura 6.13 – Corrente de arco secundário x Primeiro pico da TRT – Com reator de neutro de 800 Ω - no terminal de Olindina**



**Figura 6.14 – Corrente de arco secundário x Primeiro pico da TRT – Com reator de neutro de 800 Ω - no terminal de Sapeaçu**



#### **6.4. ANÁLISE TRANSITÓRIA**

A seguir foram efetuadas simulações da manobra completa do religamento monopolar obedecendo à sistemática descrita no item 9.2.1.11 do Procedimento de Rede 23.3 [4].

- i. Aplicar o defeito monofásico franco em um dos terminais da linha;
- ii. Realizar a abertura monopolar do terminal mais próximo do defeito;
- iii. Realizar a abertura monopolar do terminal oposto ao defeito;
- iv. Eliminar a falta;
- v. Religar a linha por um dos terminais após o tempo morto.

Este estudo levou em consideração a existência de disjuntores **sem e com resistores de pré-inserção (RPI)** na SE Olindina e na SE Sapeaçu.

O defeito foi considerado aplicado após 20 ms do início da simulação, com intuito de se observar a tensão pré-manobra e as mesmas configurações adotadas nas análises anteriores, com carga máxima.

De acordo com a Tabela 6.8, para manobras **sem RPI**, a maior sobretensão foi encontrada para o religamento realizado pelo terminal de Sapeaçu com falta aplicada no terminal de Sapeaçu, sendo o valor igual a 1,922 pu (base 500 kV) - Figura 6.15, e a maior energia observada nos para-raios da LT foi de 428,61 kJ, para o mesmo caso analisado. A maior sobretensão no neutro dos reatores de linha foi de 71,91 kV<sub>eficaz</sub> - Figura 6.16 - encontrada para o religamento realizado pelo terminal de Olindina com falta aplicada no terminal de Olindina.

De acordo com a Tabela 6.9, para manobras **com RPI**, a maior sobretensão foi encontrada para o religamento realizado pelo terminal de Olindina com falta aplicada no terminal de Sapeaçu, sendo o valor igual a 1,548 pu (base 500 kV) - Figura 6.17, e a maior energia observada nos para-raios da LT foi de 1,19 kJ, para o mesmo caso analisado. A maior sobretensão no neutro dos reatores de linha foi de 71,91 kV<sub>eficaz</sub> - Figura 6.18 - encontrada para o religamento realizado pelo terminal de Olindina com falta aplicada no terminal de Olindina.

**Tabela 6.8 - Religamento monopolar com sucesso da LT 500 kV Olindina – Sapeaçu C1 – Análises transitórias – Sem RPI**

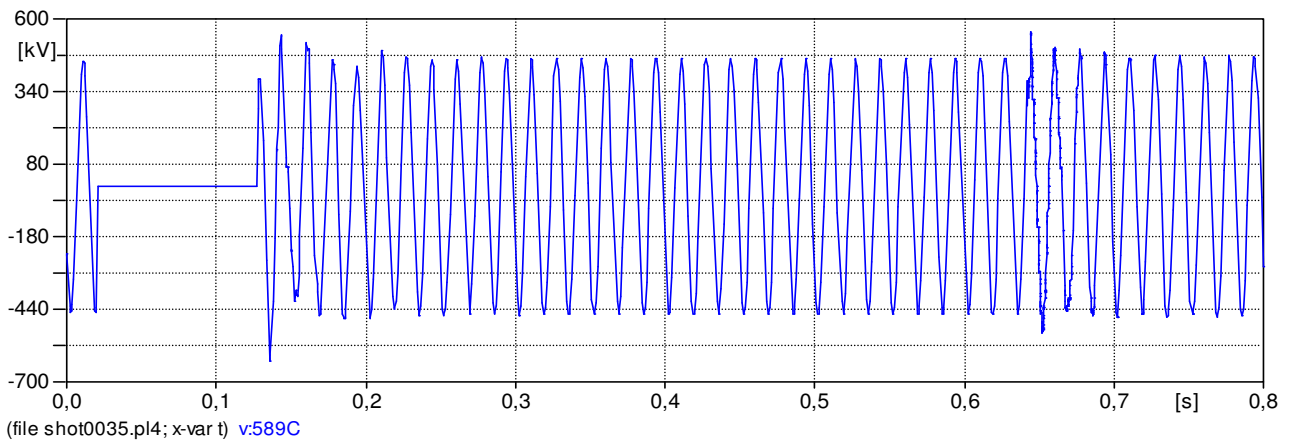
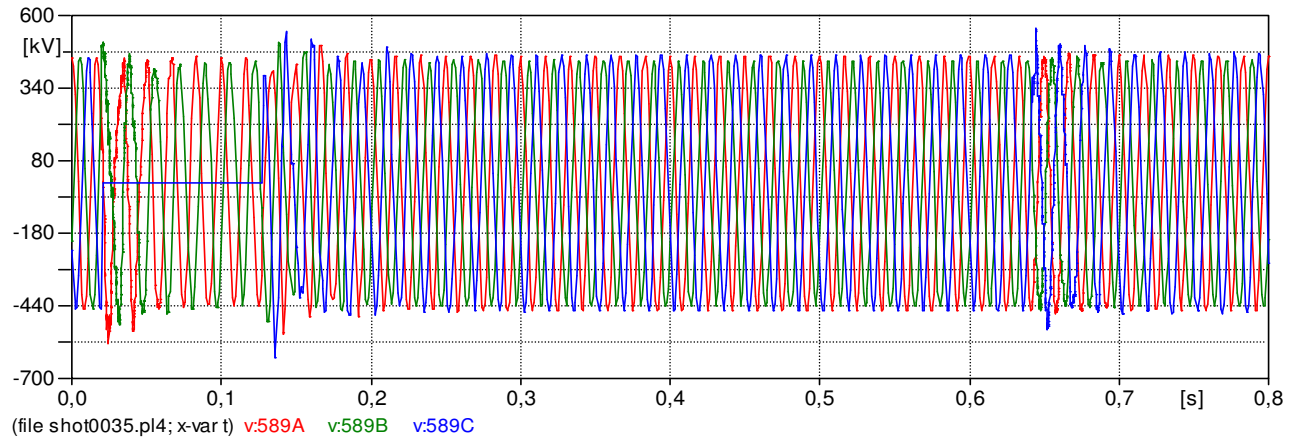
TENSÕES FASE - TERRA E ENERGIA NOS PÁRA-RAIOS																		
Casos	Linha de Transmissão	Terminal de Religamento	Local do Defeito	Total Reatores (Mvar)	Vpré (pu)	Terminal Olindina						Terminal Sapeaçu						Fig.
						V <sub>méd</sub>	$\sigma$	V <sub>máx</sub>	Para-Raios	V <sub>máx</sub> RN	Para-Raios RN	V <sub>méd</sub>	$\sigma$	V <sub>máx</sub>	Para-Raios	V <sub>máx</sub> RN	Para-Raios RN	
						(pu)	(pu)	(pu)	(kJ)	(kV <sub>eficaz</sub> )	(kJ)	(pu)	(pu)	(pu)	(kJ)	(kV <sub>eficaz</sub> )	(kJ)	
1	LT 500 kV Olindina - Sapeaçu C1	Olindina	Olindina	100	1,100	1,245	0,004	1,399	0,08	71,91	0,028	1,551	0,026	1,870	184,08	61,29	0,013	Figura 6.16
2			Sapeaçu			1,260	0,007	1,425	0,11	55,46	0,020	1,577	0,039	1,879	233,54	61,32	0,860	---
3		Sapeaçu	Olindina	100	1,100	1,588	0,043	1,896	317,84	61,24	0,435	1,588	0,043	1,337	0,07	59,78	0,023	---
4			Sapeaçu			1,599	0,037	1,922	428,61	63,14	0,015	1,599	0,037	1,356	0,06	64,70	0,070	Figura 6.15

**Tabela 6.9 - Religamento monopolar com sucesso da LT 500 kV Olindina – Sapeaçu C1 – Análises transitórias – Com RPI**

TENSÕES FASE - TERRA E ENERGIA NOS PÁRA-RAIOS																		
Casos	Linha de Transmissão	Terminal de Religamento	Local do Defeito	Total Reatores (Mvar)	Vpré (pu)	Terminal Olindina						Terminal Sapeaçu						Fig.
						V <sub>méd</sub>	$\sigma$	V <sub>máx</sub>	Para-Raios	V <sub>máx</sub> RN	Para-Raios RN	V <sub>méd</sub>	$\sigma$	V <sub>máx</sub>	Para-Raios	V <sub>máx</sub> RN	Para-Raios RN	
						(pu)	(pu)	(pu)	(kJ)	(kV <sub>eficaz</sub> )	(kJ)	(pu)	(pu)	(pu)	(kJ)	(kV <sub>eficaz</sub> )	(kJ)	
1	LT 500 kV Olindina - Sapeaçu C1	Olindina	Olindina	100	1,100	1,175	0,001	1,268	0,05	71,91	0,028	1,389	0,001	1,488	0,78	56,77	0,013	Figura 6.18
2			Sapeaçu			1,172	0,000	1,228	0,06	55,46	0,020	1,384	0,001	1,548	1,19	49,73	0,860	Figura 6.17
3		Sapeaçu	Olindina	100	1,100	1,397	0,000	1,523	0,99	46,86	0,435	1,397	0,001	1,220	0,06	59,78	0,023	---
4			Sapeaçu			1,397	0,000	1,531	1,11	46,85	0,015	1,397	0,001	1,233	0,05	64,70	0,070	---

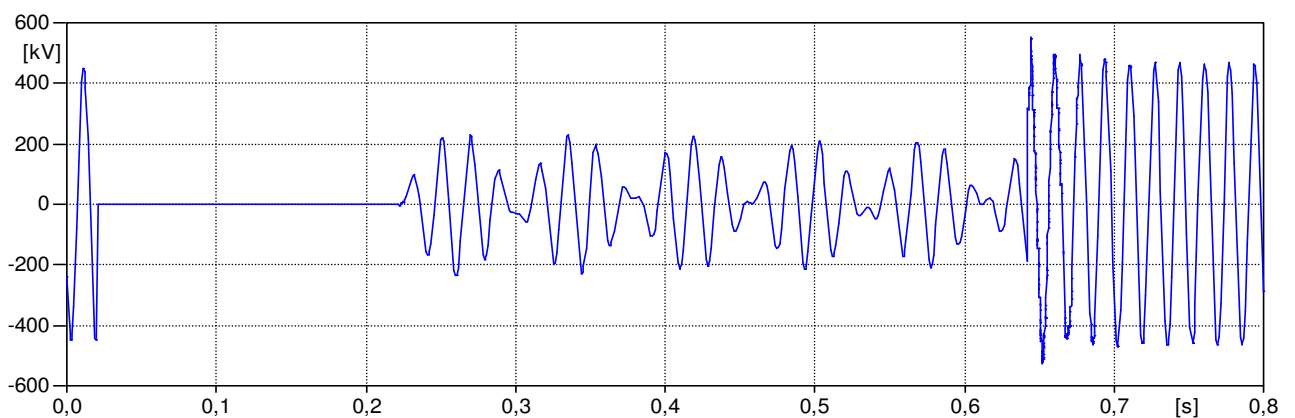
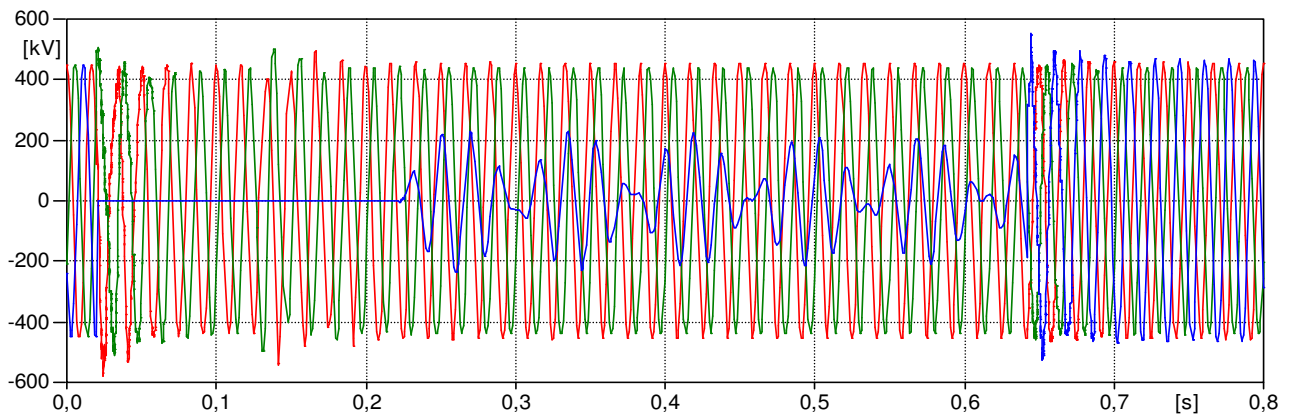
**Figura 6.15 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão na LT e Pior Energia nos PRs de Linha – Sem RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Sapeaçu, com falta no terminal de Sapeaçu**

**a) Tensões fase-terra no Barramento da SE Sapeaçu**

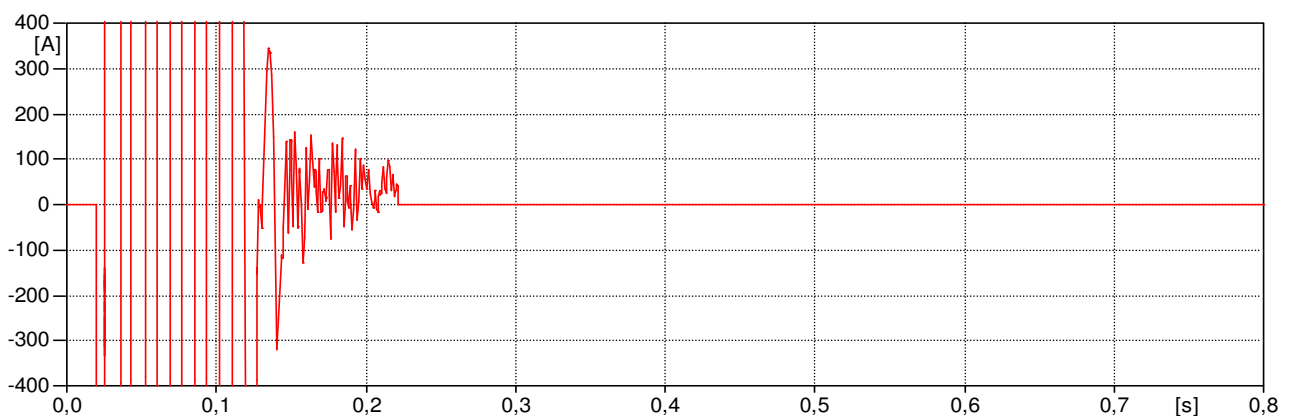


**Figura 6.15 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão na LT e Pior Energia nos PRs de Linha – Sem RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Sapeaçu, com falta no terminal de Sapeaçu**

**b) Tensões fase-terra no Terminal de Sapeaçu**



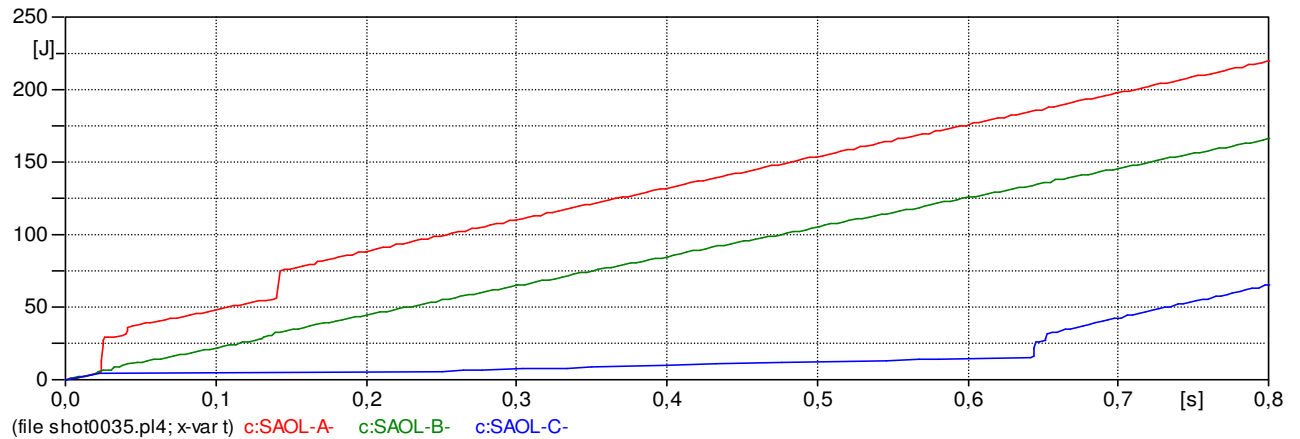
**c) Corrente de Falta no Terminal de Sapeaçu**



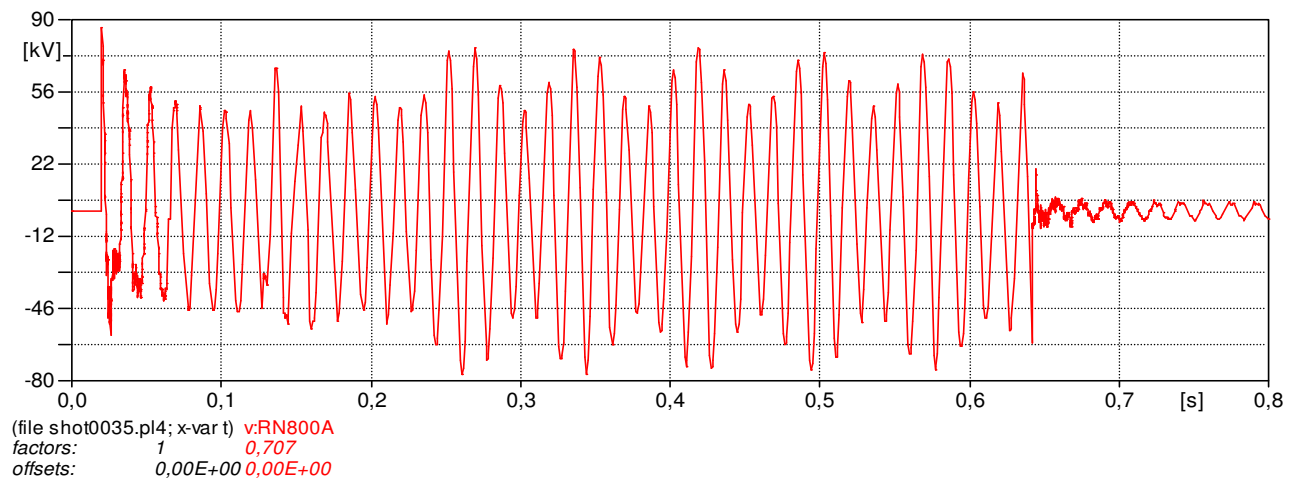


**Figura 6.15 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão na LT e Pior Energia nos PRs de Linha – Sem RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Sapeaçu, com falta no terminal de Sapeaçu**

**d) Energia nos Para-raios de Linha no Terminal de Sapeaçu**

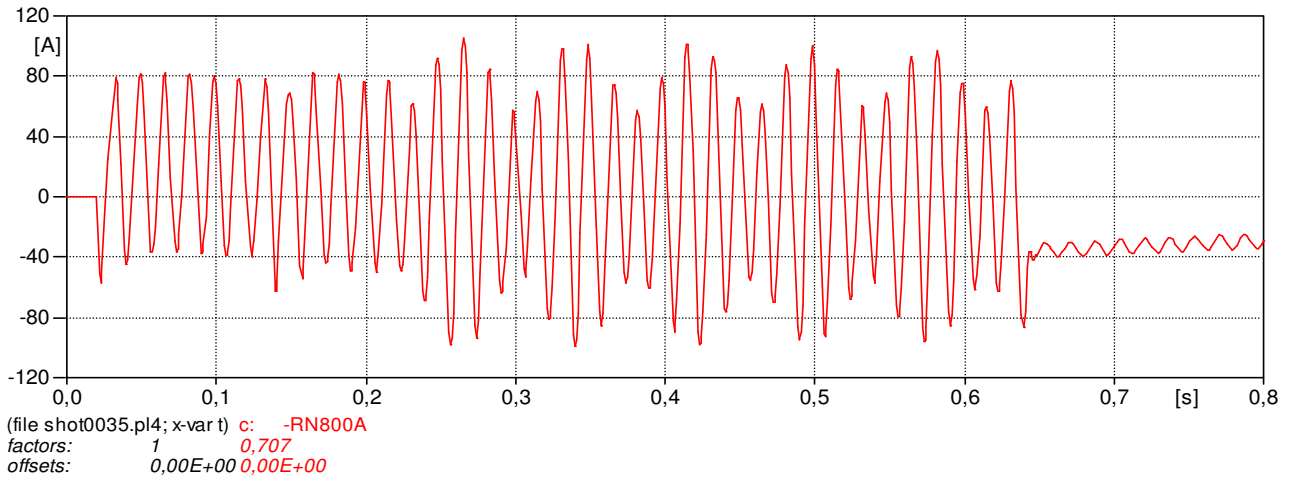


**e) Tensão no Reator de Neutro do Terminal de Sapeaçu**

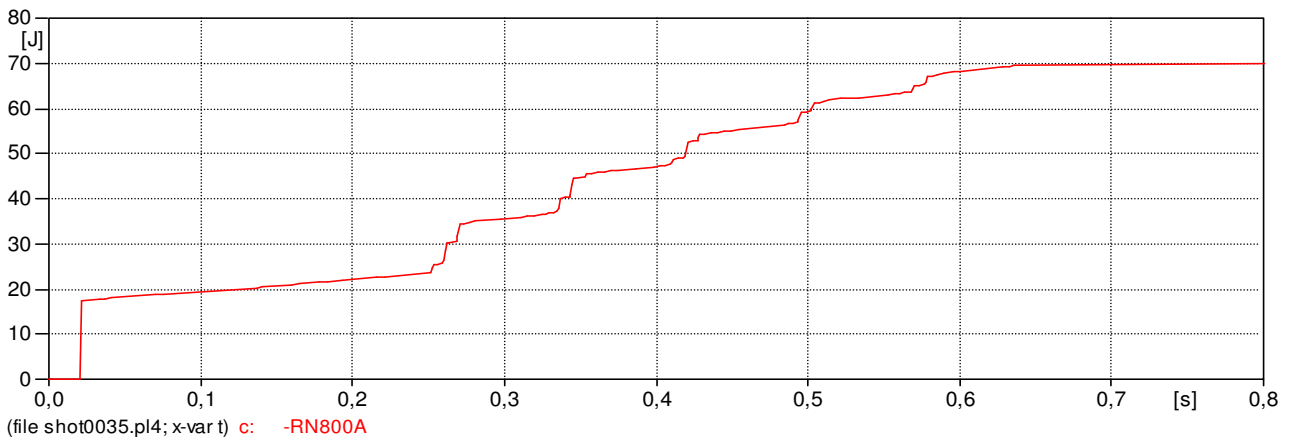


**Figura 6.15 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão na LT e Pior Energia nos PRs de Linha – Sem RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Sapeaçu, com falta no terminal de Sapeaçu**

**f) Corrente no Reator de Neutro do Terminal de Sapeaçu**

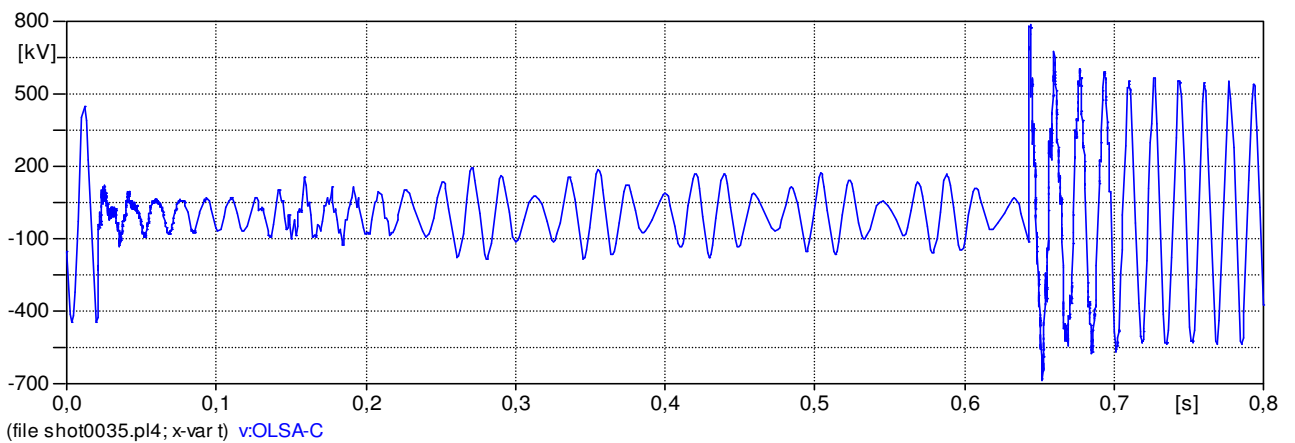
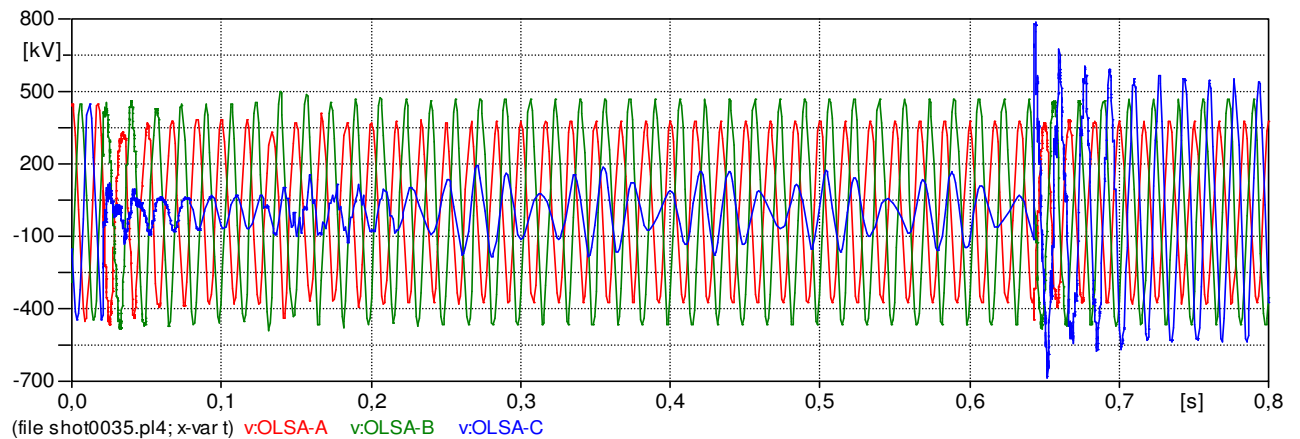


**g) Energia no para-raios de Neutro no Terminal de Sapeaçu**

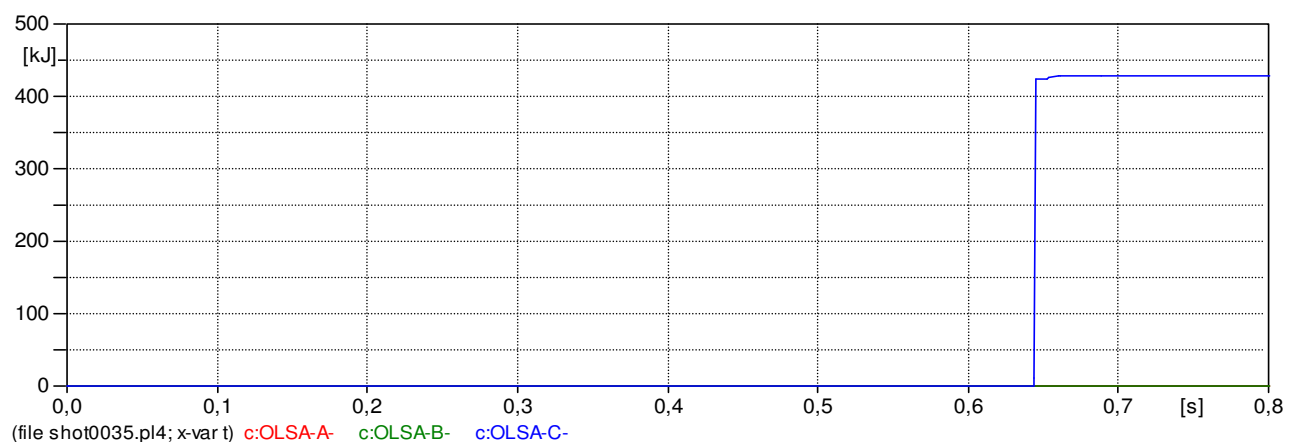


**Figura 6.15 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão na LT e Pior Energia nos PRs de Linha – Sem RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Sapeaçu, com falta no terminal de Sapeaçu**

**h) Tensões fase-terra no Terminal de Olindina**

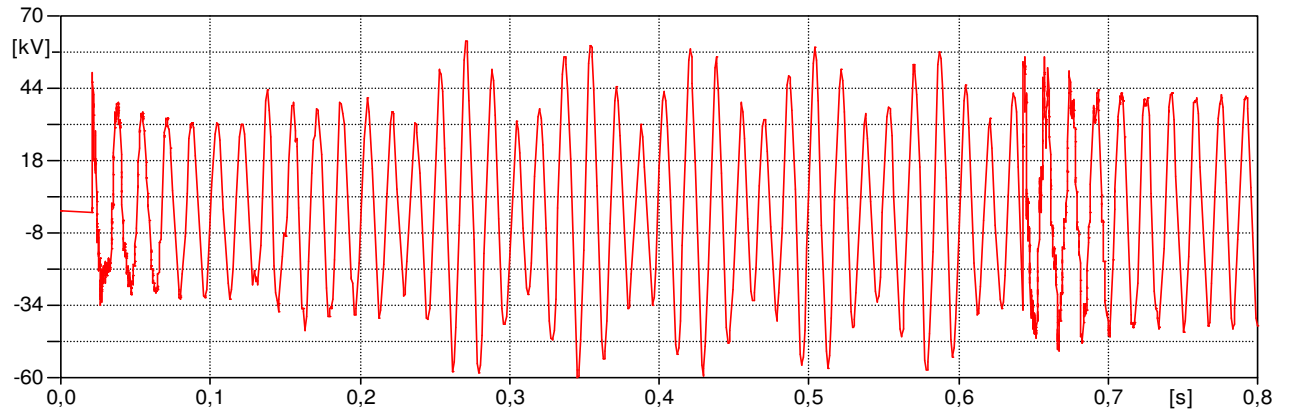


**i) Energia nos Para-raios de Linha no Terminal de Olindina**



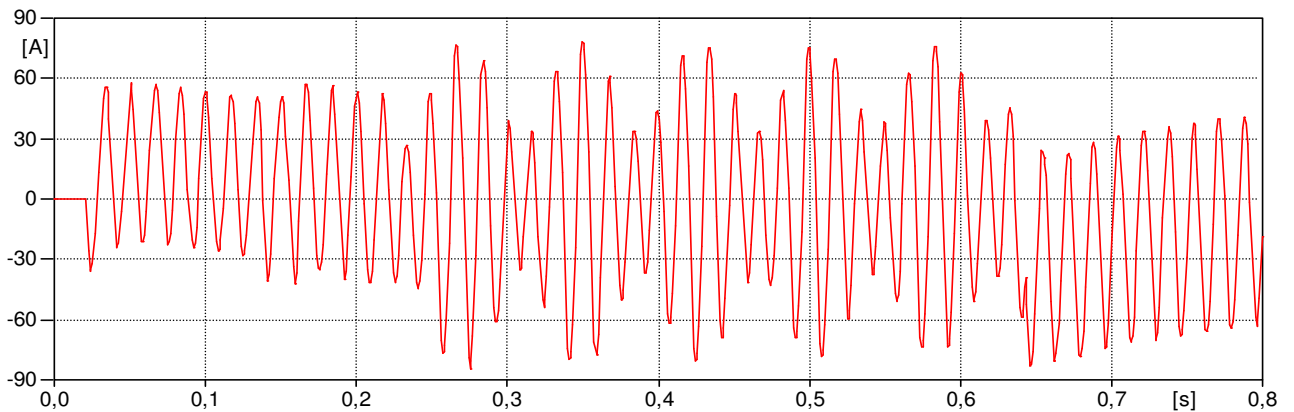
**Figura 6.15 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão na LT e Pior Energia nos PRs de Linha – Sem RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Sapeaçu, com falta no terminal de Sapeaçu**

**j) Tensão no Reator de Neutro do Terminal de Olindina**



(file shot0035.pl4; x-var t) v:RN800B  
factors: 1 0,707  
offsets: 0,00E+00 0,00E+00

**k) Corrente no Reator de Neutro do Terminal de Olindina**



(file shot0035.pl4; x-var t) c: -RN800B  
factors: 1 0,707  
offsets: 0,00E+00 0,00E+00

**Figura 6.15 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão na LT e Pior Energia nos PRs de Linha – Sem RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Sapeaçu, com falta no terminal de Sapeaçu**

**I) Energia no Para-raios de Neutro do Terminal de Olindina**

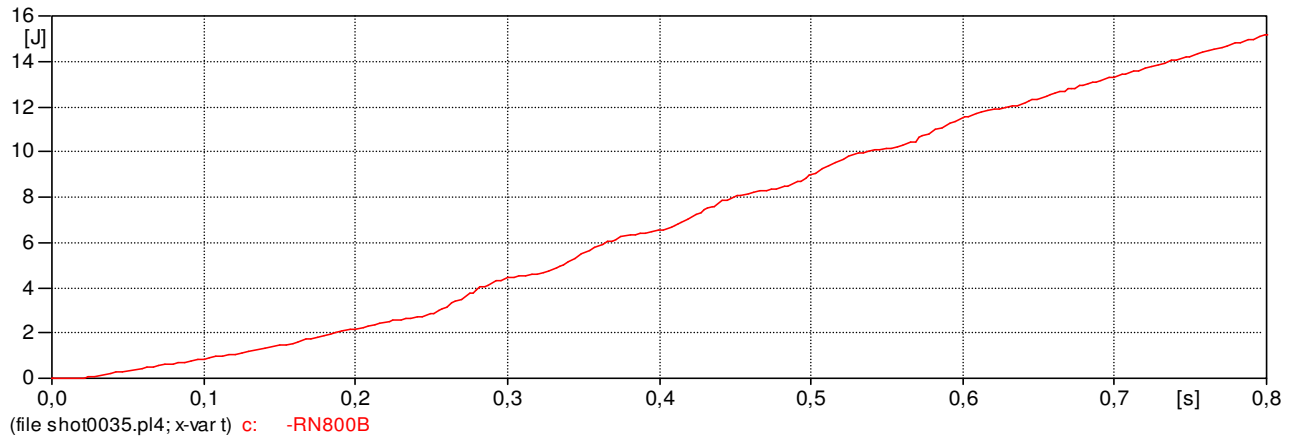
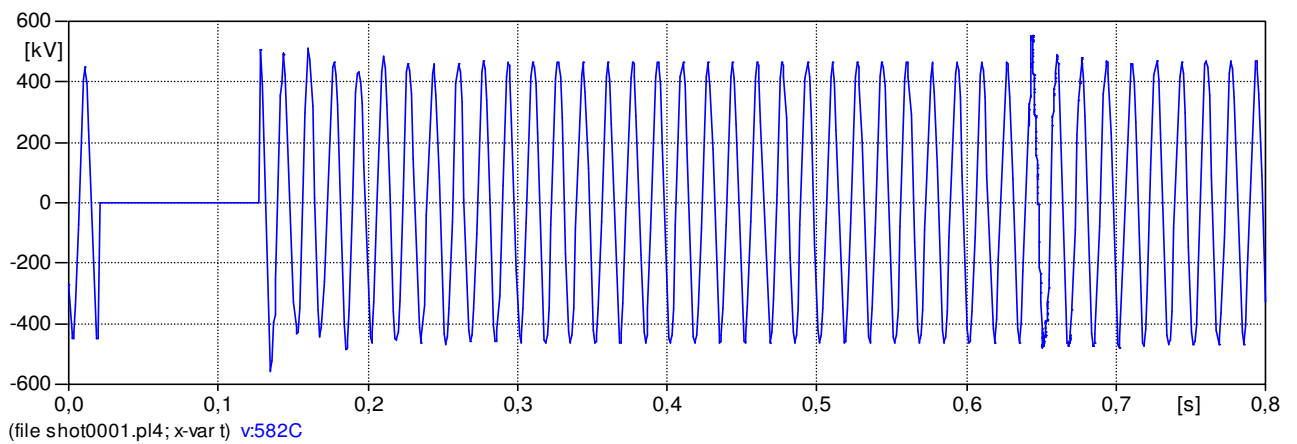
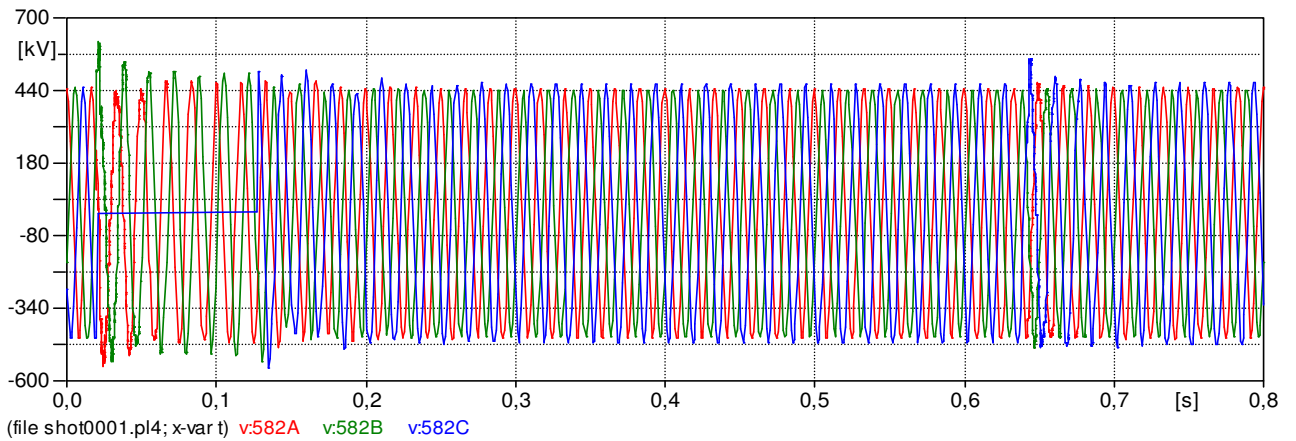


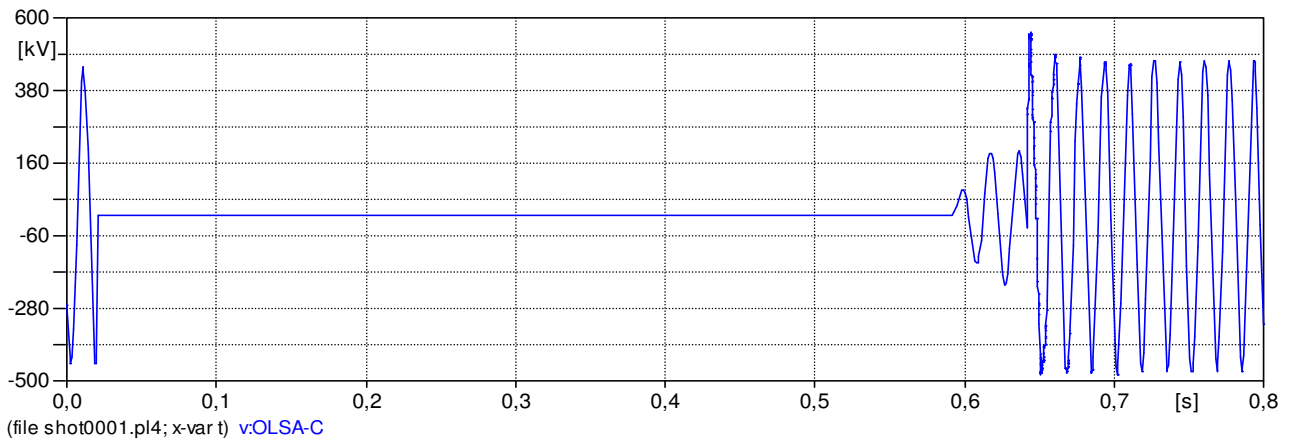
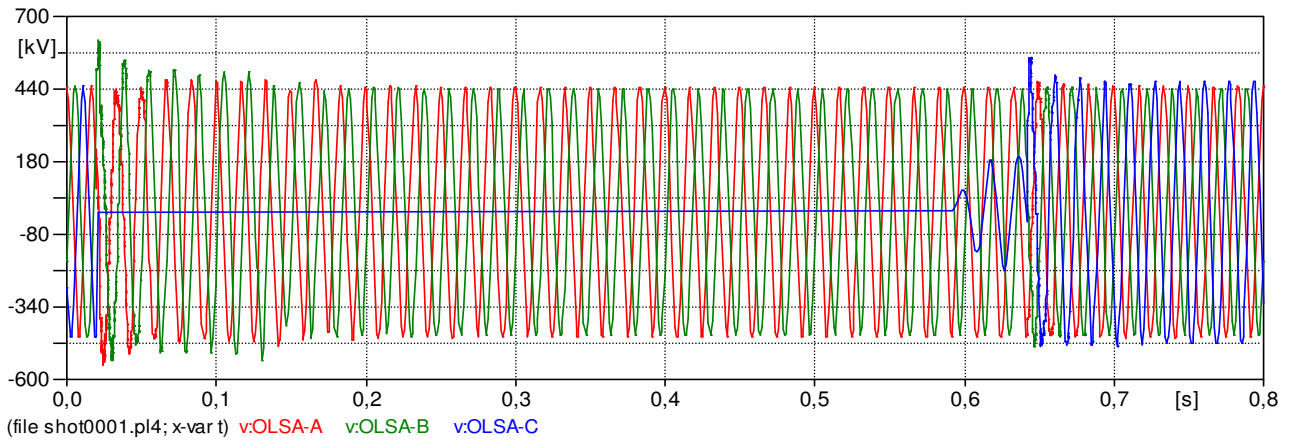
Figura 6.16 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão no Neutro – Sem RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Olindina, com falta no terminal de Olindina

a) Tensões fase-terra no Barramento da SE Olindina

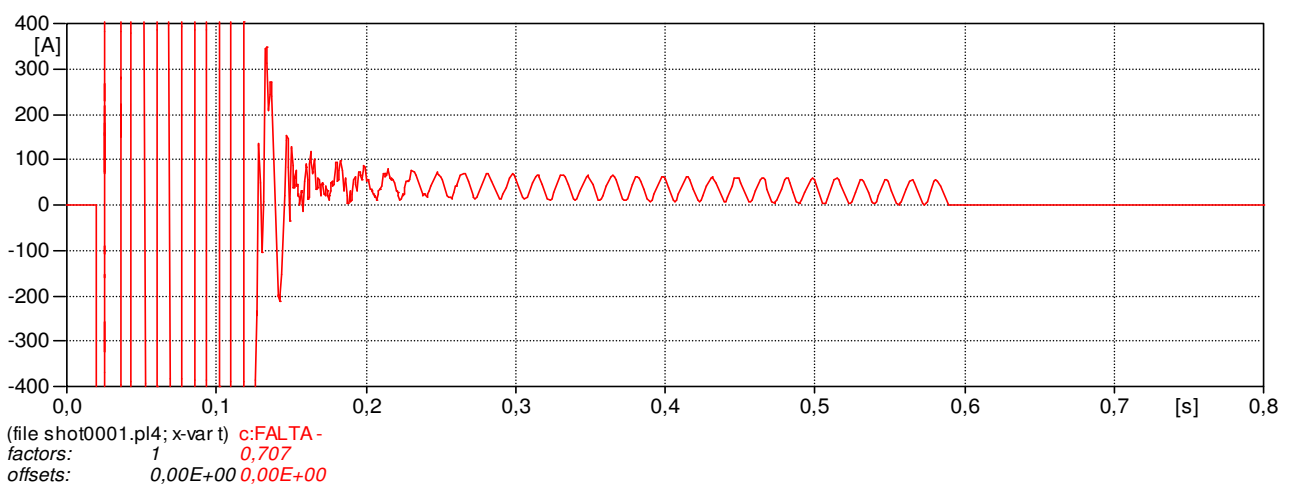


**Figura 6.16 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão no Neutro – Sem RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Olindina, com falta no terminal de Olindina**

**b) Tensões fase-terra no Terminal de Olindina**

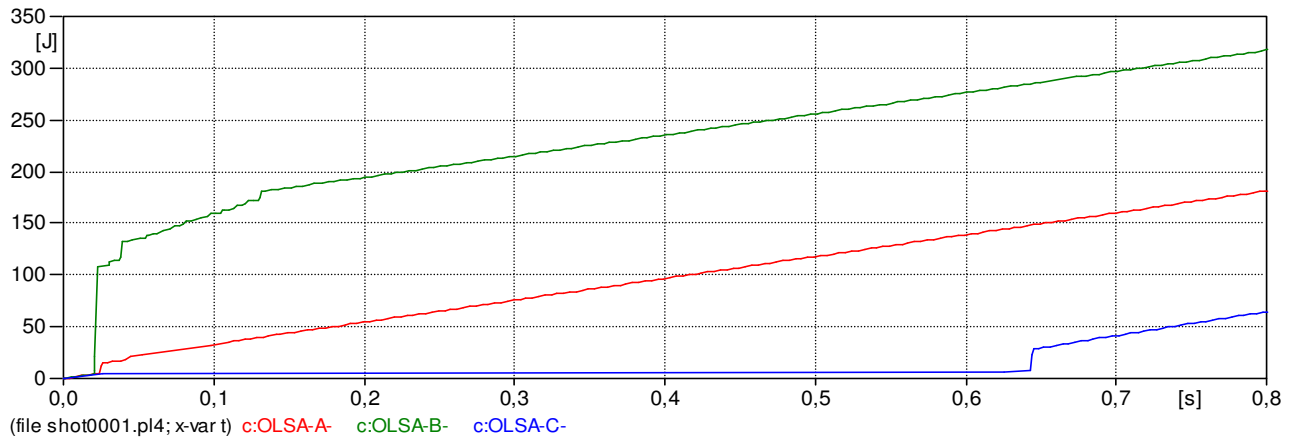


**c) Corrente de Falta no Terminal de Olindina**

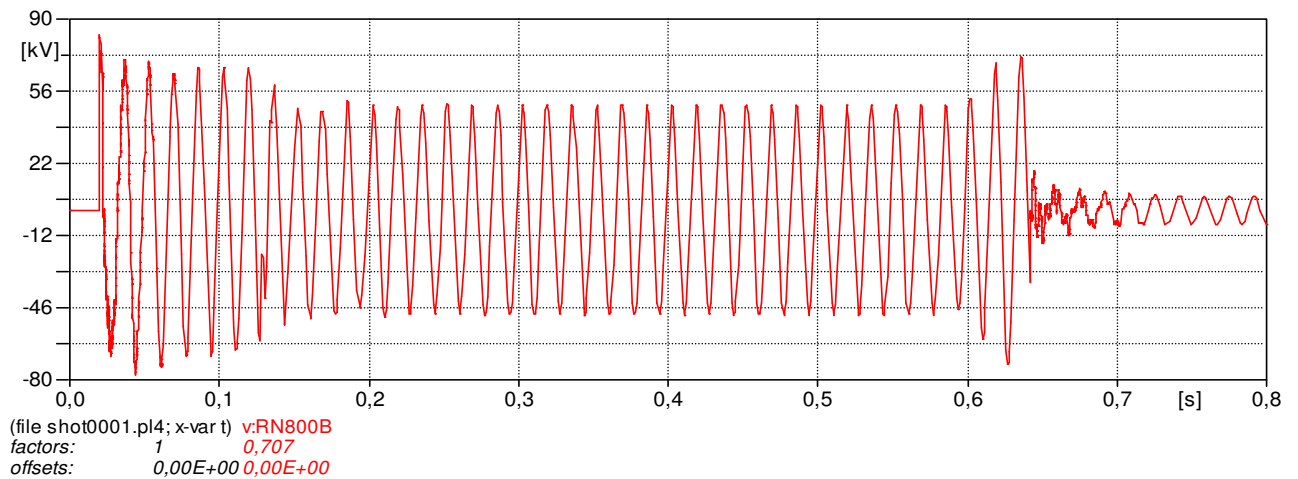


**Figura 6.16 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão no Neutro – Sem RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Olindina, com falta no terminal de Olindina**

**d) Energia nos Para-raios de Linha no Terminal de Olindina**



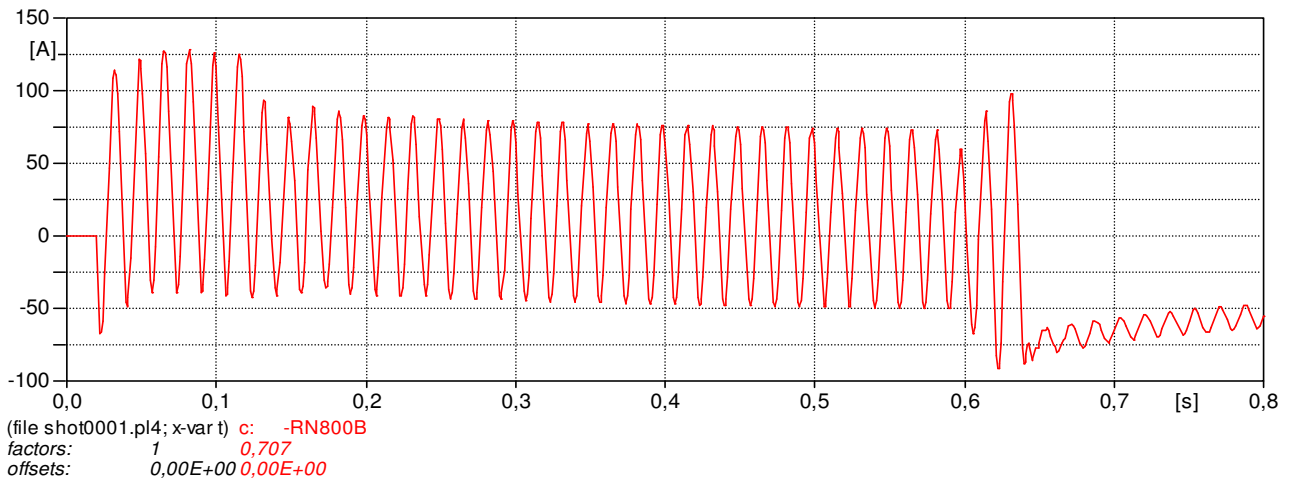
**e) Tensão no Reator de Neutro do Terminal de Olindina**



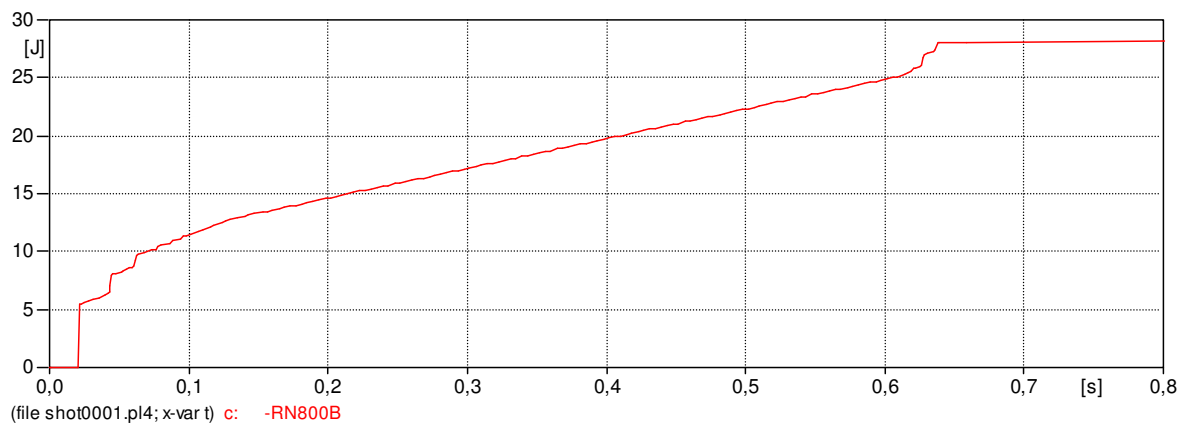


**Figura 6.16 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão no Neutro – Sem RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Olindina, com falta no terminal de Olindina**

**f) Corrente no Reator de Neutro do Terminal de Olindina**

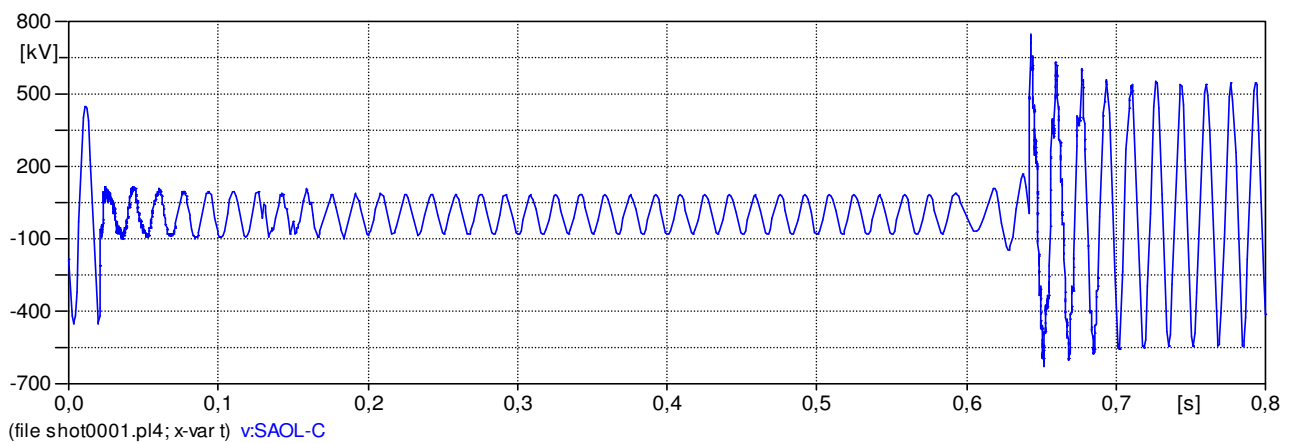
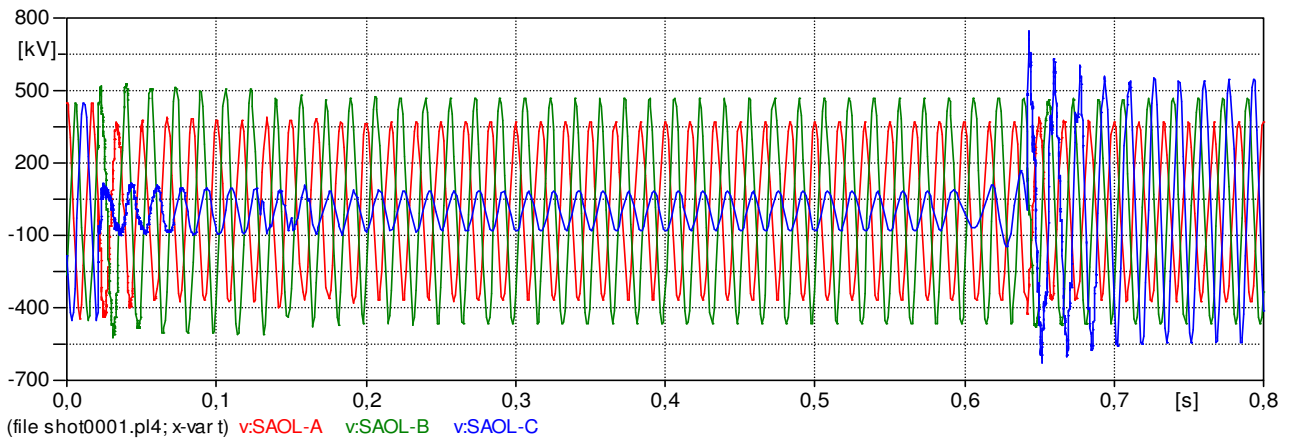


**g) Energia no para-raios de Neutro no Terminal de Olindina**

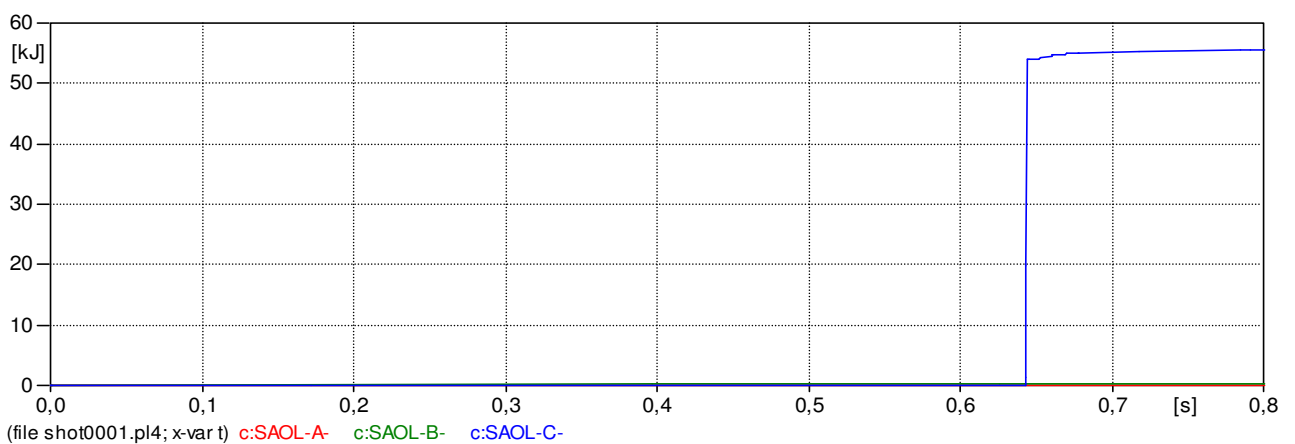


**Figura 6.16 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão no Neutro – Sem RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Olindina, com falta no terminal de Olindina**

**h) Tensões fase-terra no Terminal de Sapeaçu**

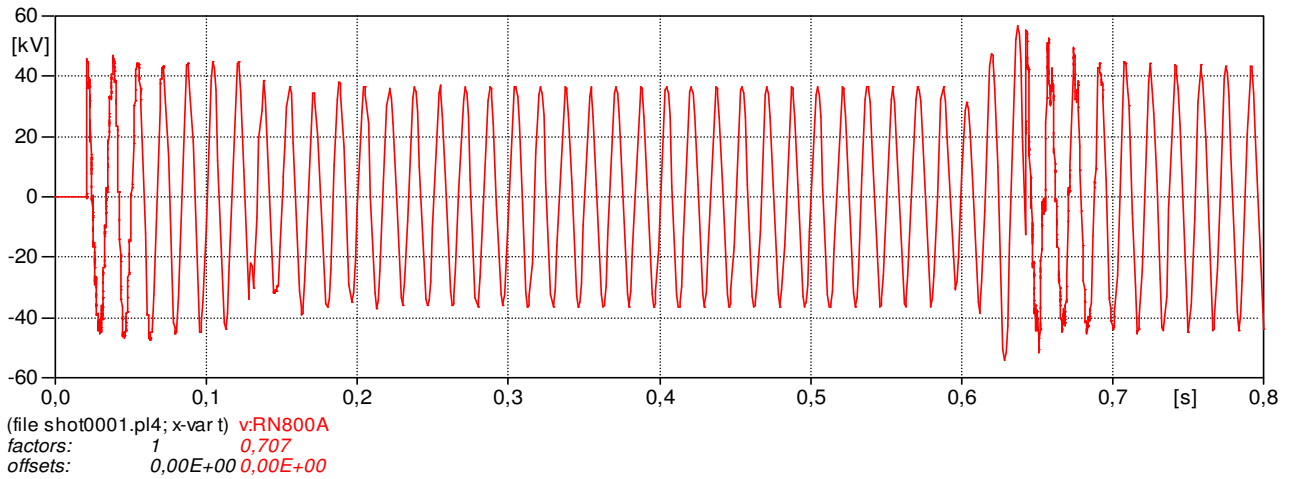


**i) Energia nos Para-raios de Linha no Terminal de Sapeaçu**

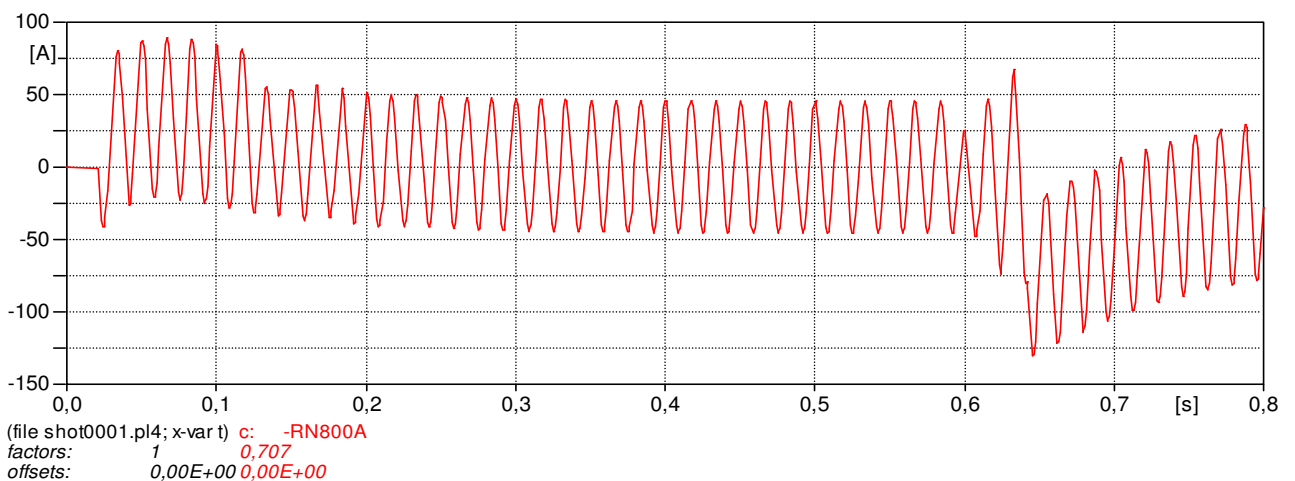


**Figura 6.16 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão no Neutro – Sem RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Olindina, com falta no terminal de Olindina**

**j) Tensão no Reator de Neutro do Terminal de Sapeaçu**

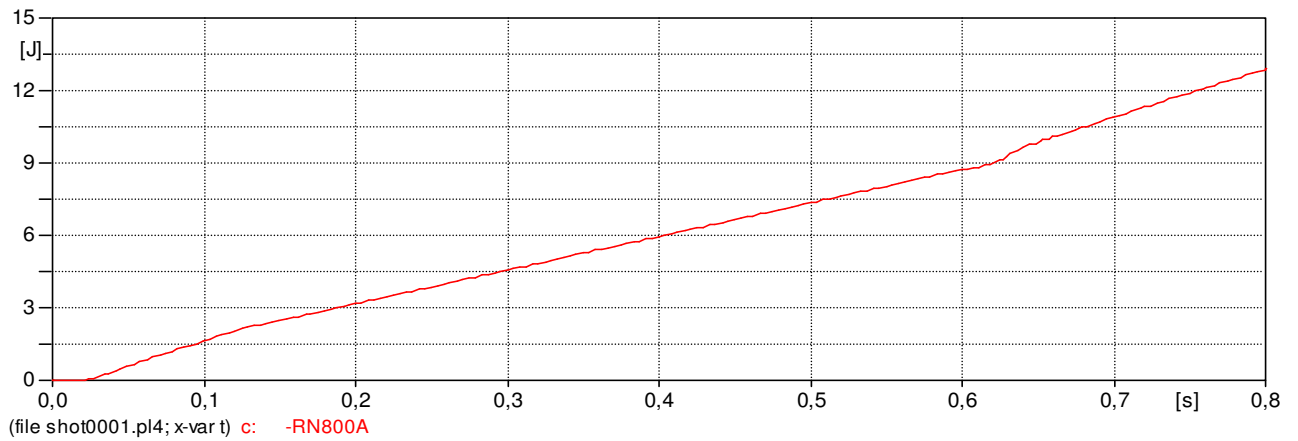


**k) Corrente no Reator de Neutro do Terminal de Sapeaçu**



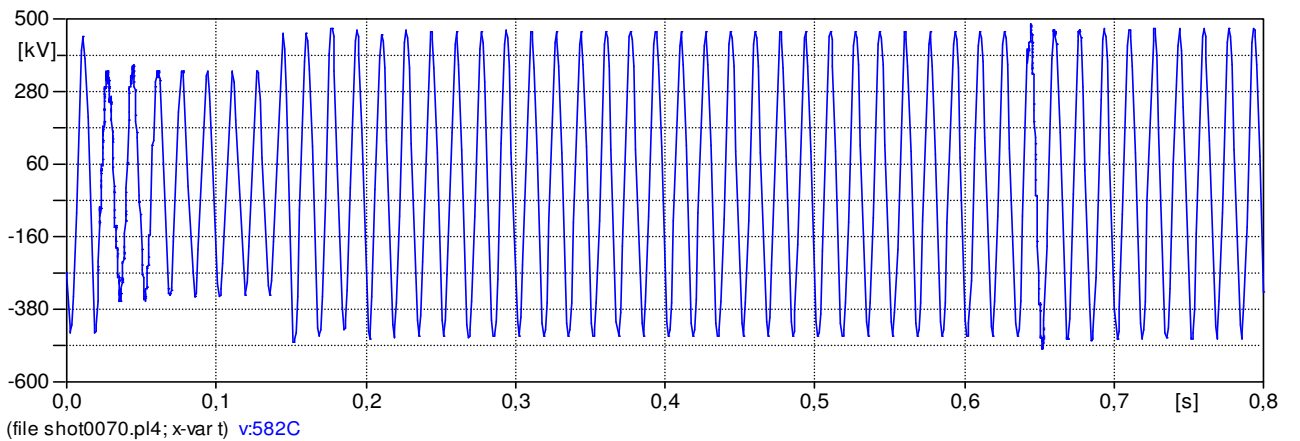
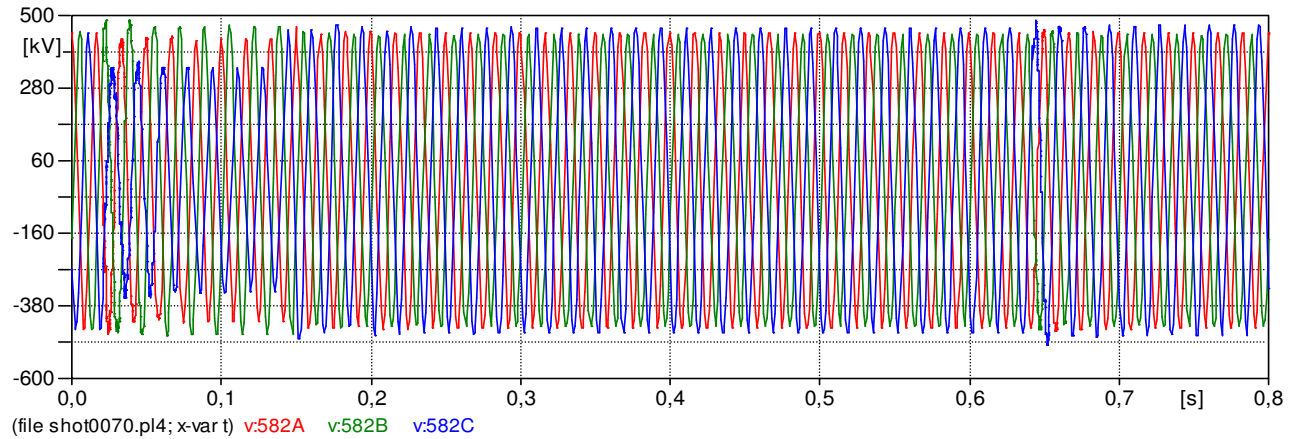
**Figura 6.16 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão no Neutro – Sem RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Olindina, com falta no terminal de Olindina**

**I) Energia no Para-raios de Neutro do Terminal de Sapeaçu**



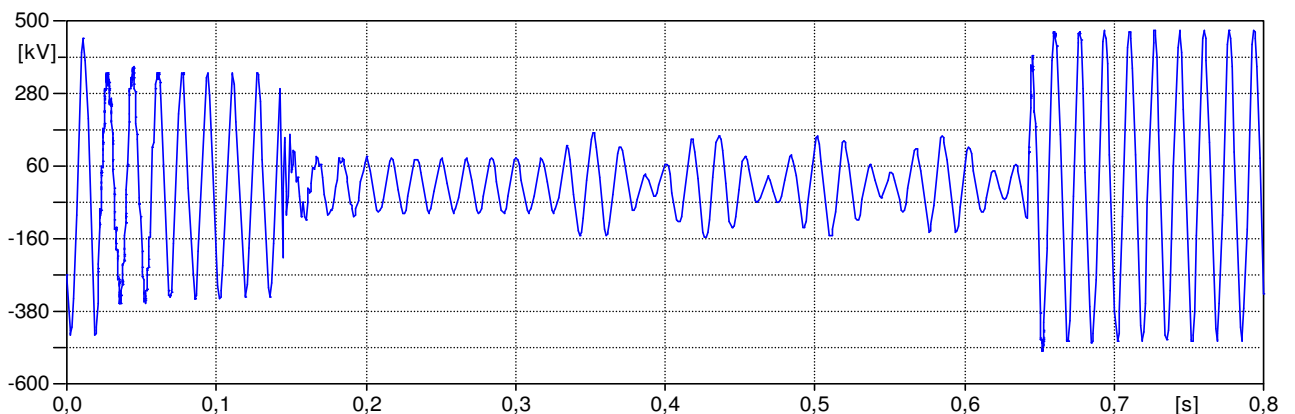
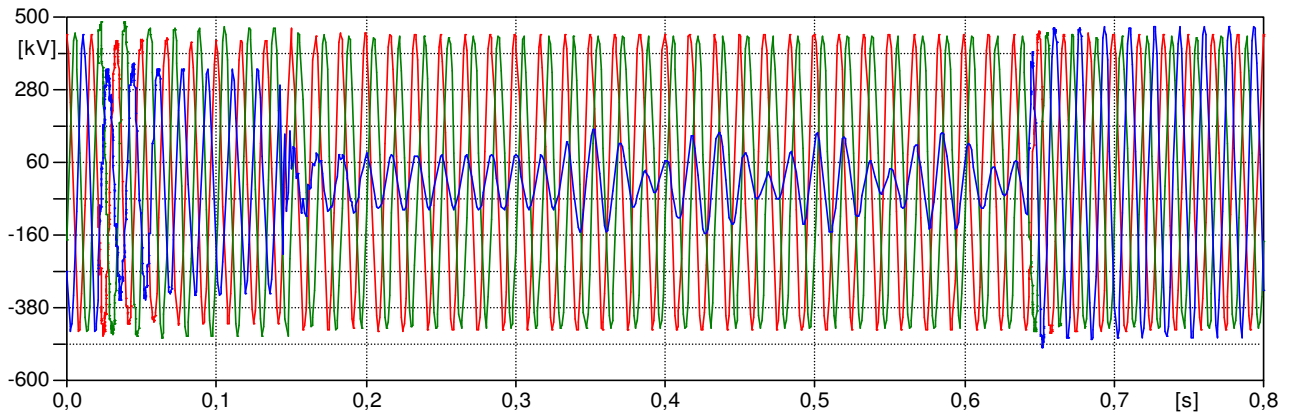
**Figura 6.17 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão na LT e Pior Energia nos PRs de Linha – Com RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Olindina, com falta no terminal de Sapeçu**

**a) Tensões fase-terra no Barramento da SE Olindina**

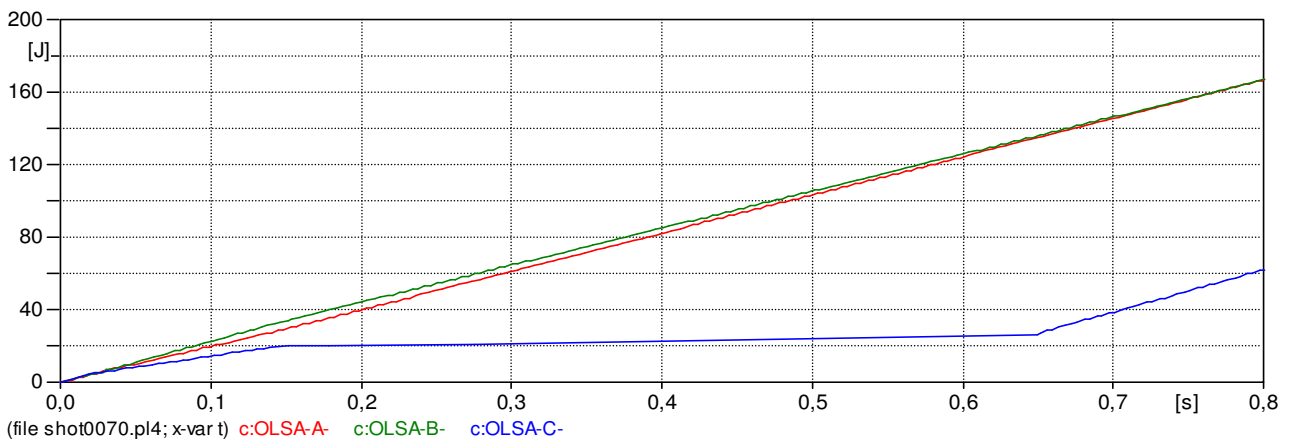


**Figura 6.17 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão na LT e Pior Energia nos PRs de Linha – Com RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Olindina, com falta no terminal de Sapeaçu**

**b) Tensões fase-terra no Terminal de Olindina**

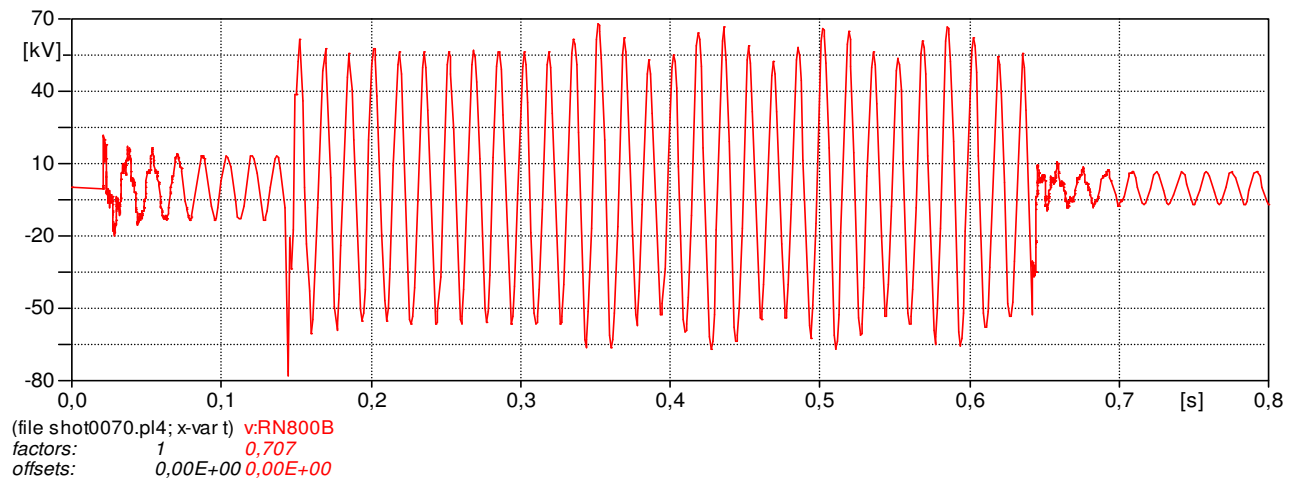


**c) Energia nos Para-raios de Linha no Terminal de Olindina**

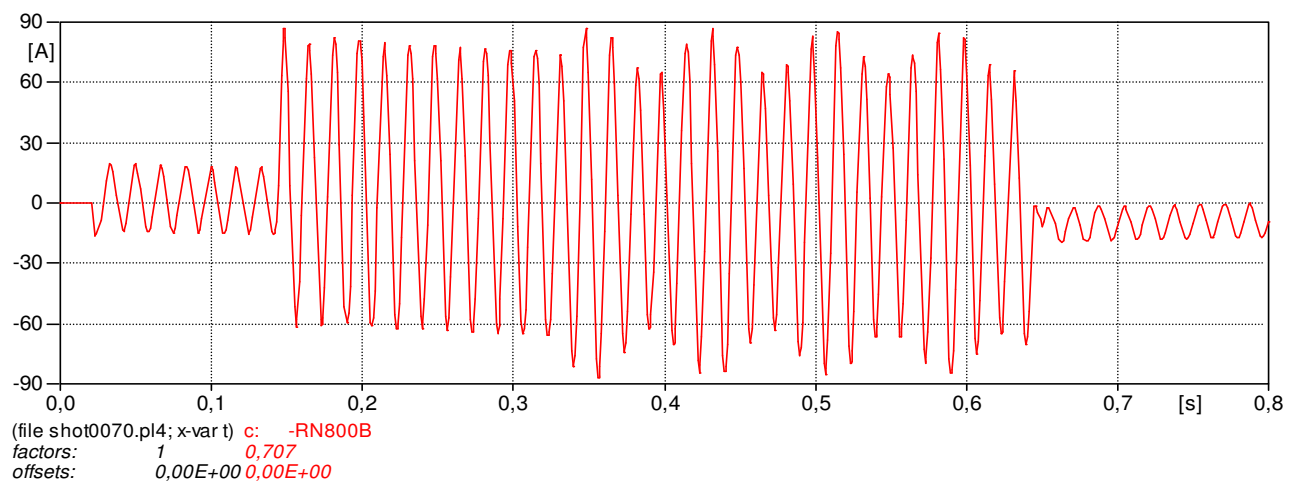


**Figura 6.17 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão na LT e Pior Energia nos PRs de Linha – Com RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Olindina, com falta no terminal de Sapeaçu**

**d) Tensão no Reator de Neutro do Terminal de Olindina**

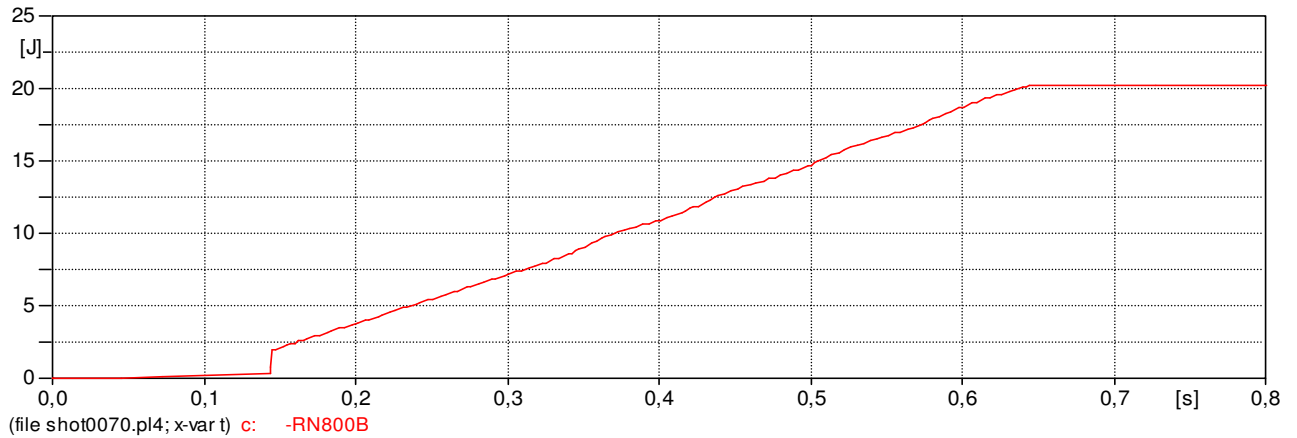


**e) Corrente no Reator de Neutro do Terminal de Olindina**

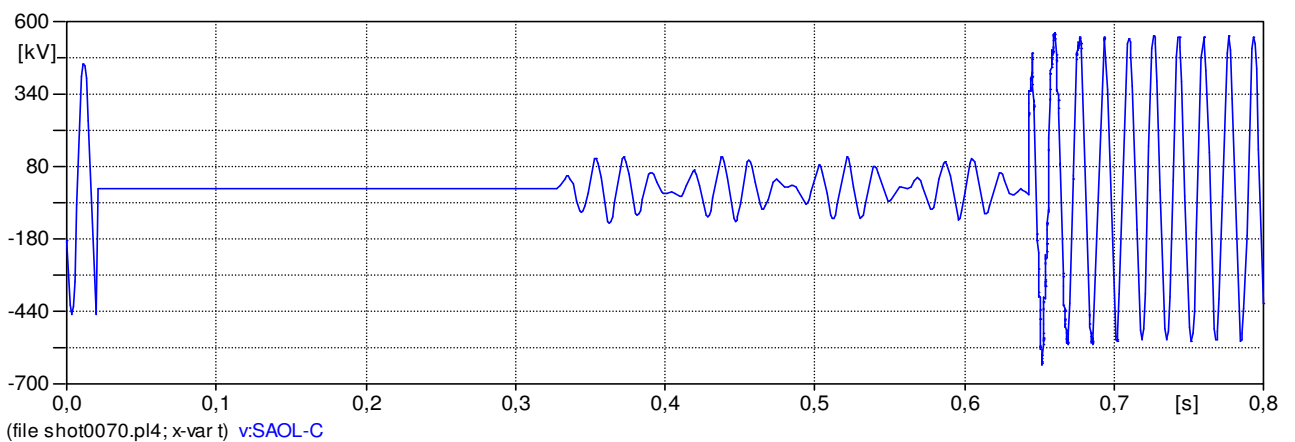
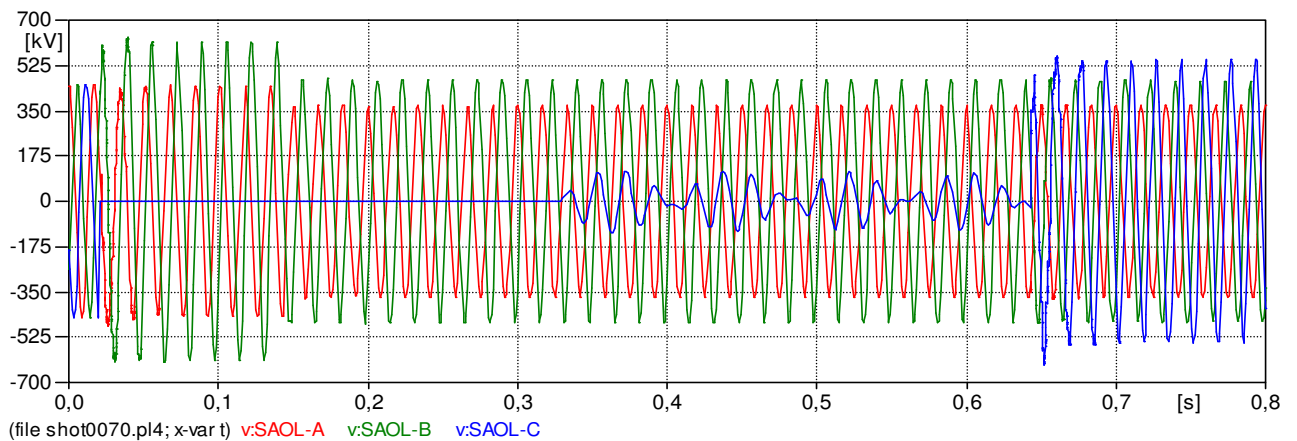


**Figura 6.17 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão na LT e Pior Energia nos PRs de Linha – Com RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Olindina, com falta no terminal de Sapeaçu**

**f) Energia no para-raios de Neutro no Terminal de Olindina**



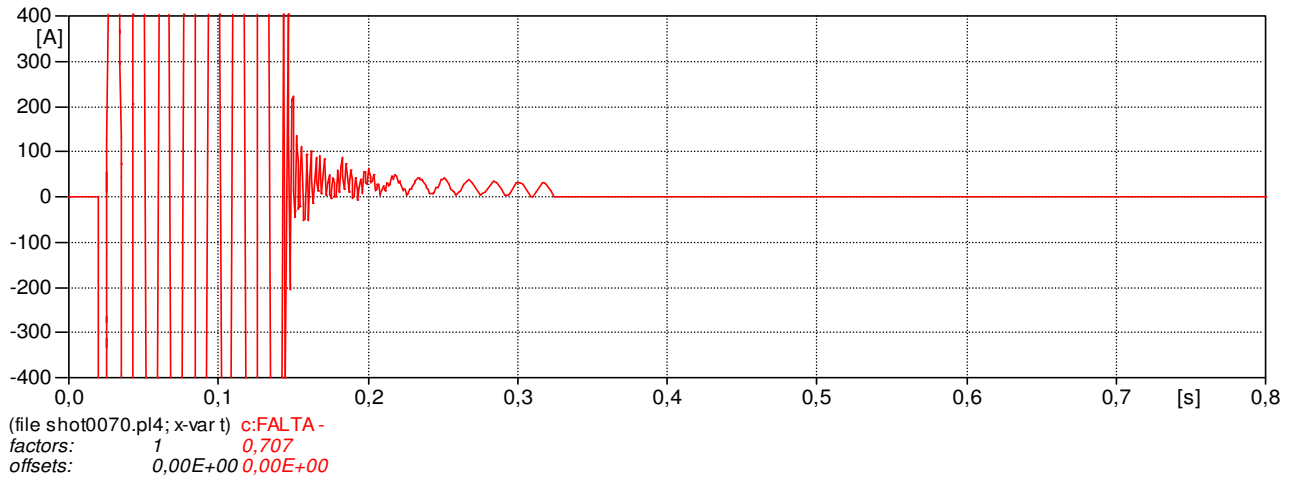
**g) Tensões fase-terra no Terminal de Sapeaçu**



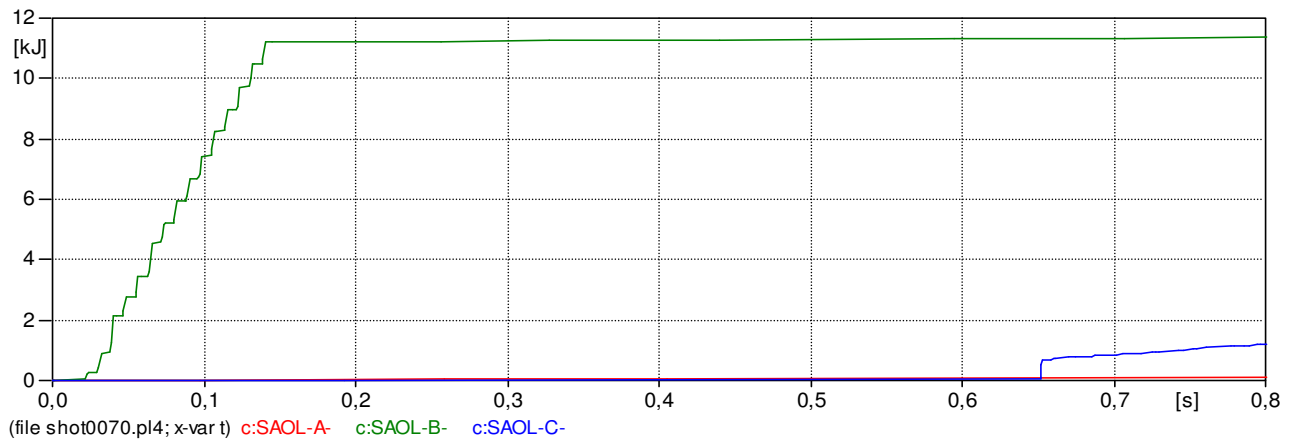


**Figura 6.17 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão na LT e Pior Energia nos PRs de Linha – Com RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Olindina, com falta no terminal de Sapeaçu**

**h) Corrente de falta no Terminal de Sapeaçu**

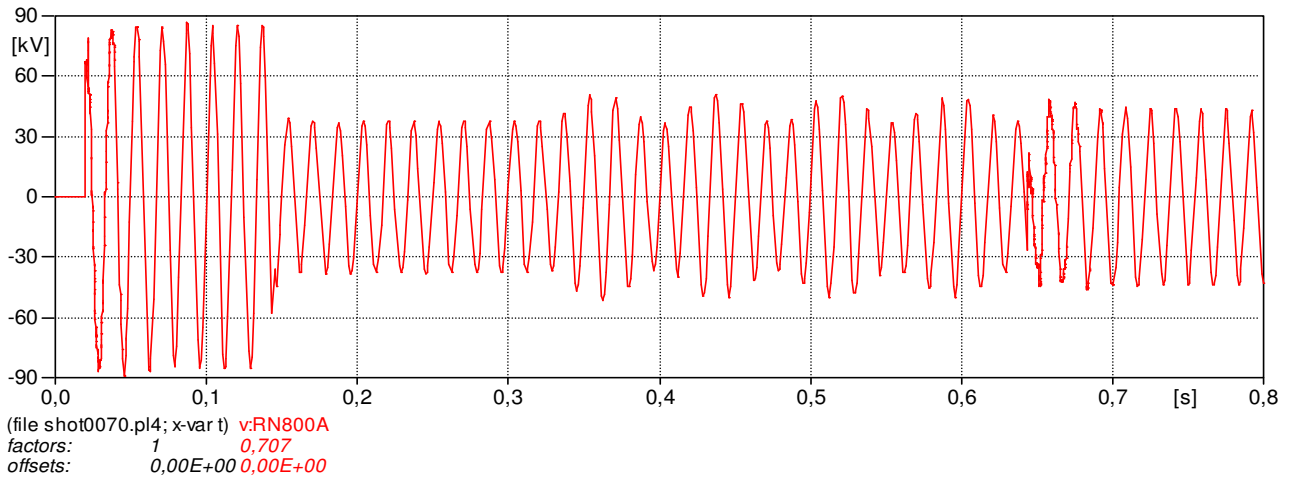


**i) Energia nos Para-raios de Linha no Terminal de Sapeaçu**



**Figura 6.17 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão na LT e Pior Energia nos PRs de Linha – Com RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Olindina, com falta no terminal de Sapeaçu**

**j) Tensão no Reator de Neutro do Terminal de Sapeaçu**



**k) Corrente no Reator de Neutro do Terminal de Sapeaçu**

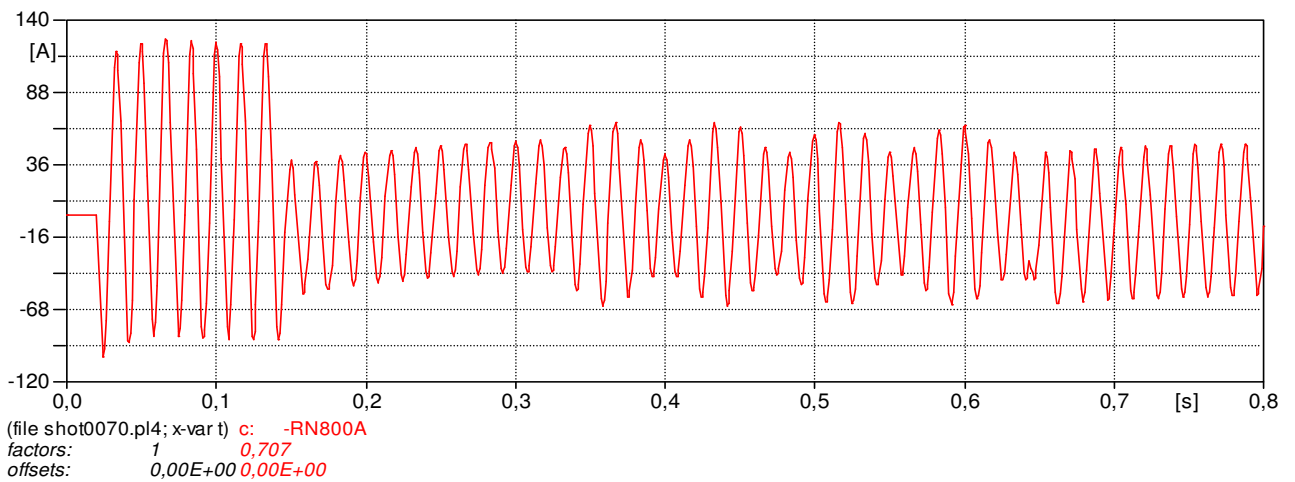
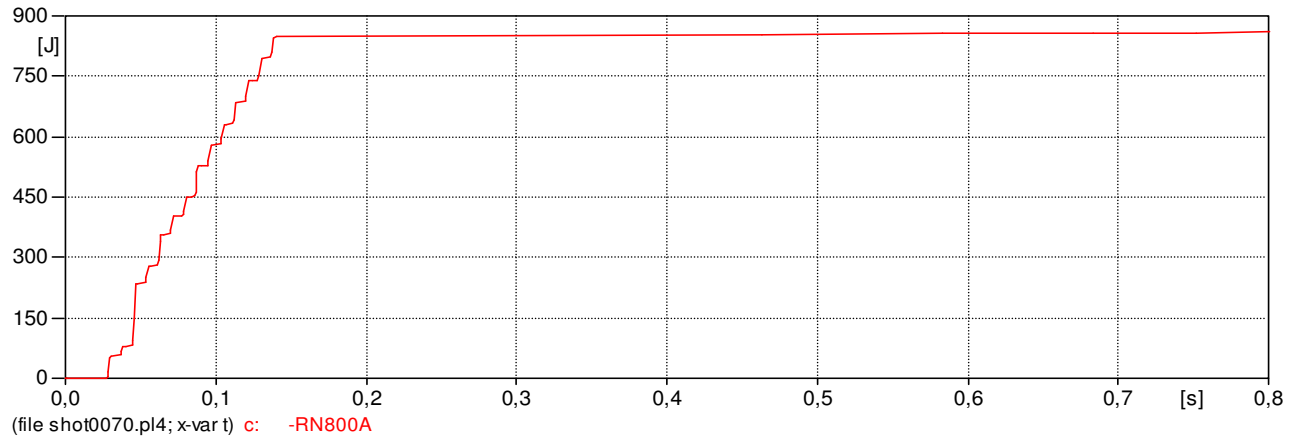


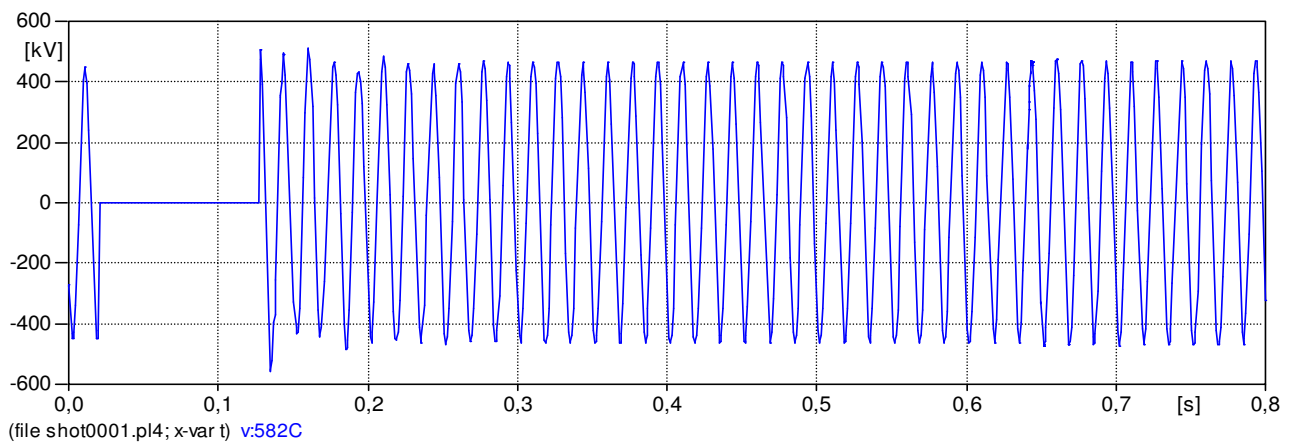
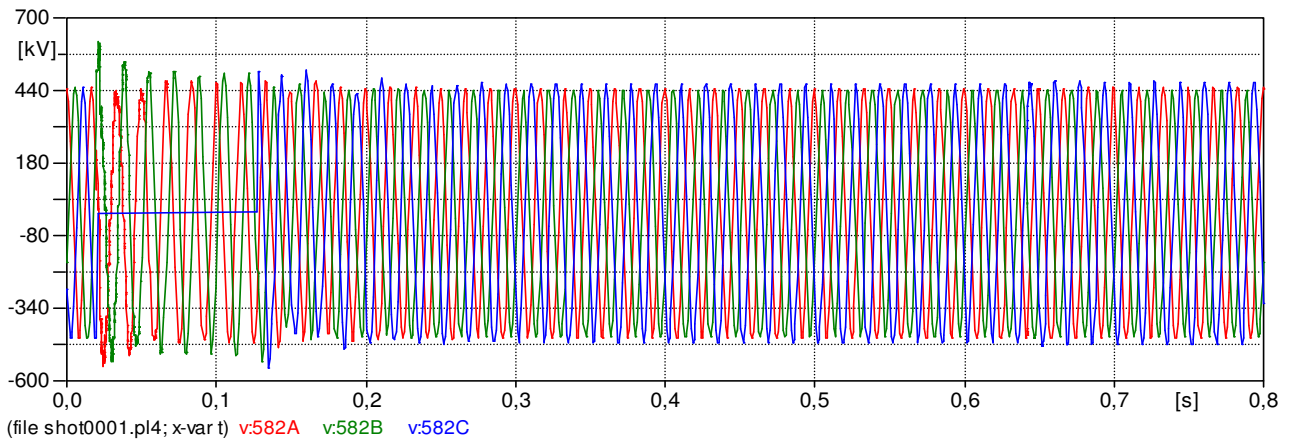
Figura 6.17 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão na LT e Pior Energia nos PRs de Linha – Com RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Olindina, com falta no terminal de Sapeaçu

I) Energia no Para-raios de Neutro do Terminal de Sapeaçu



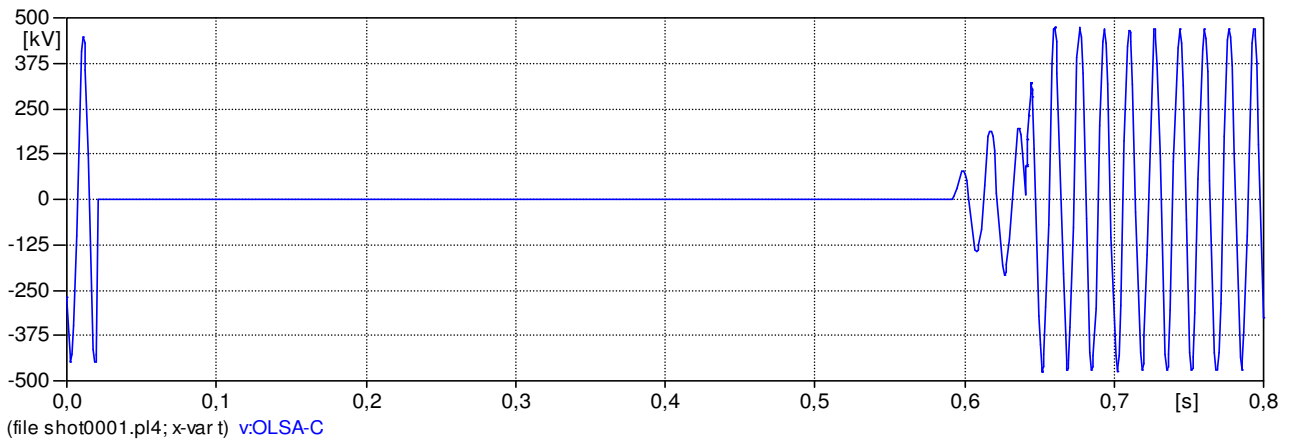
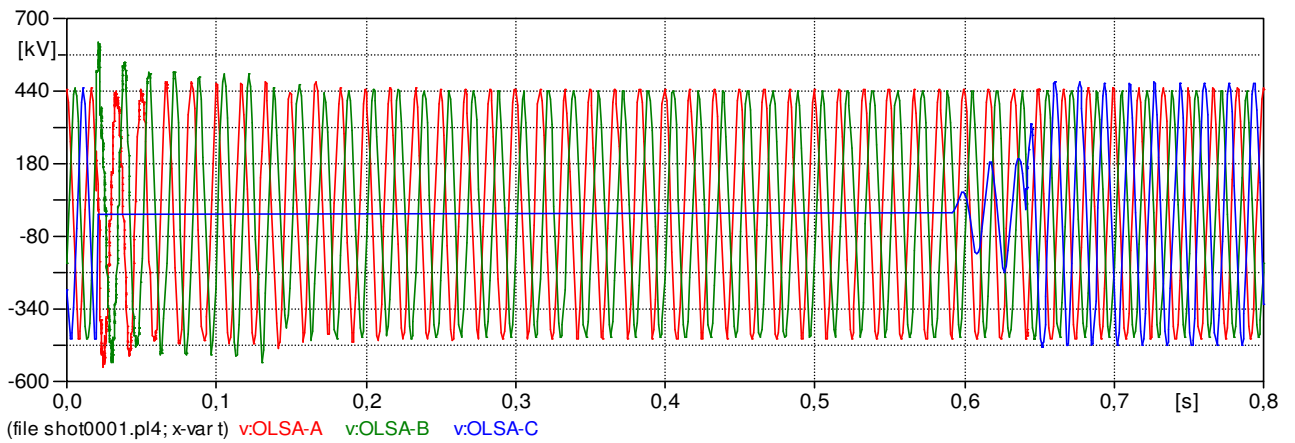
**Figura 6.18 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão no Neutro – Com RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Olindina, com falta no terminal de Olindina**

**a) Tensões fase-terra no Barramento da SE Olindina**

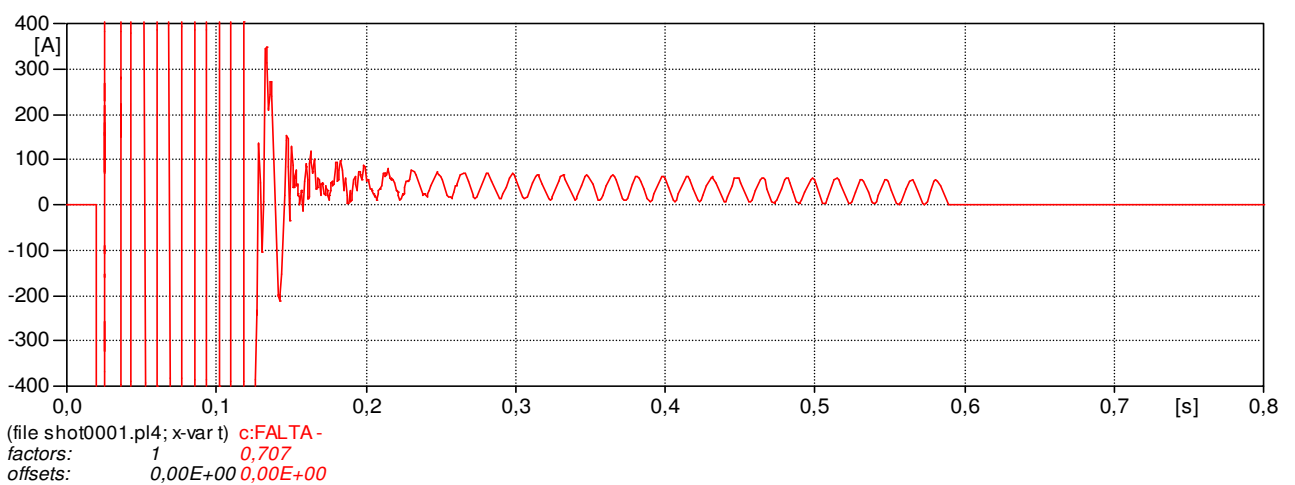


**Figura 6.18 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão no Neutro – Com RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Olindina, com falta no terminal de Olindina**

**b) Tensões fase-terra no Terminal de Olindina**

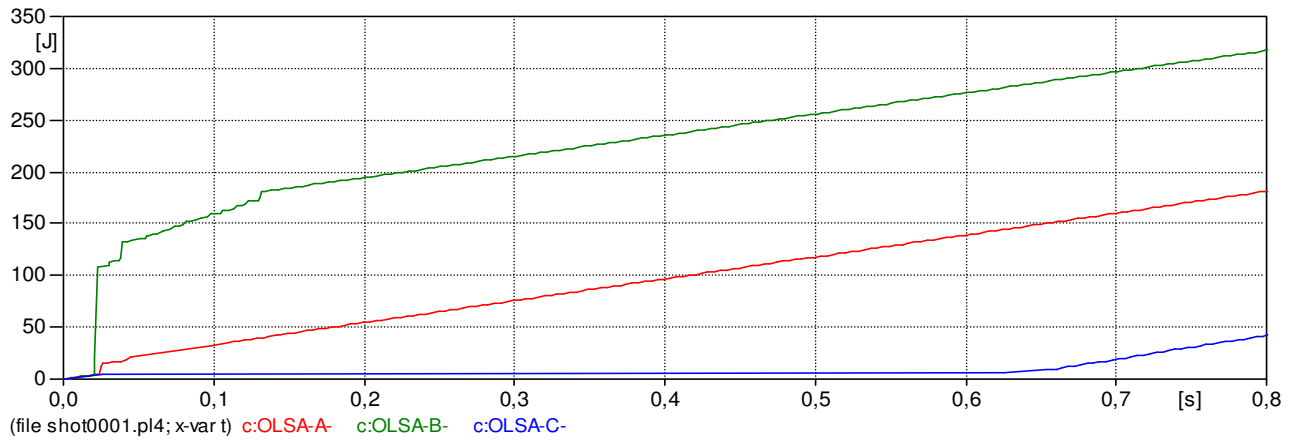


**c) Corrente de Falta no Terminal de Olindina**

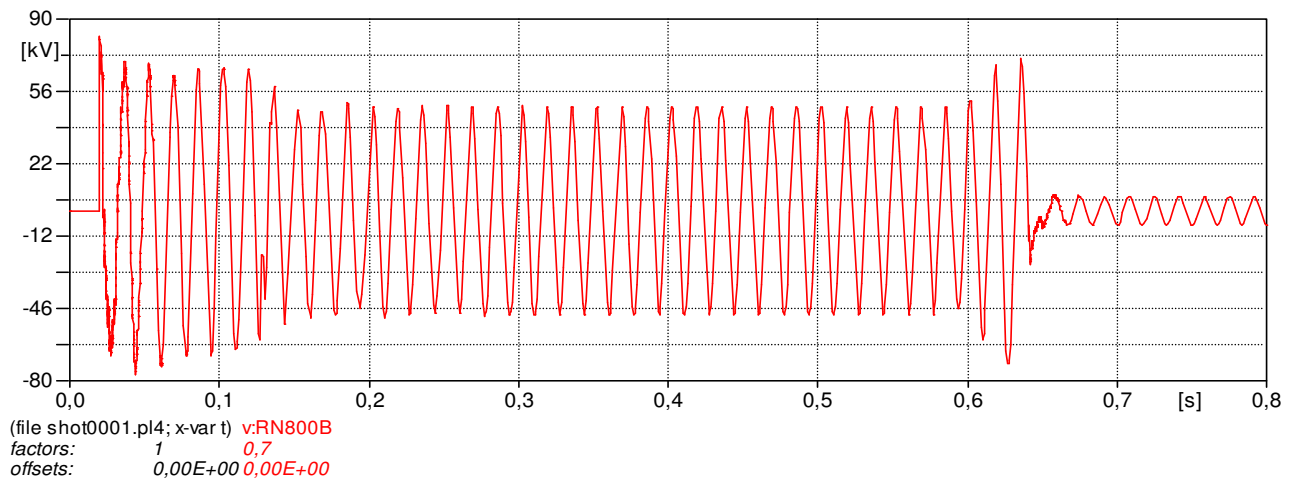


**Figura 6.18 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão no Neutro – Com RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Olindina, com falta no terminal de Olindina**

**d) Energia nos Para-raios de Linha no Terminal de Olindina**

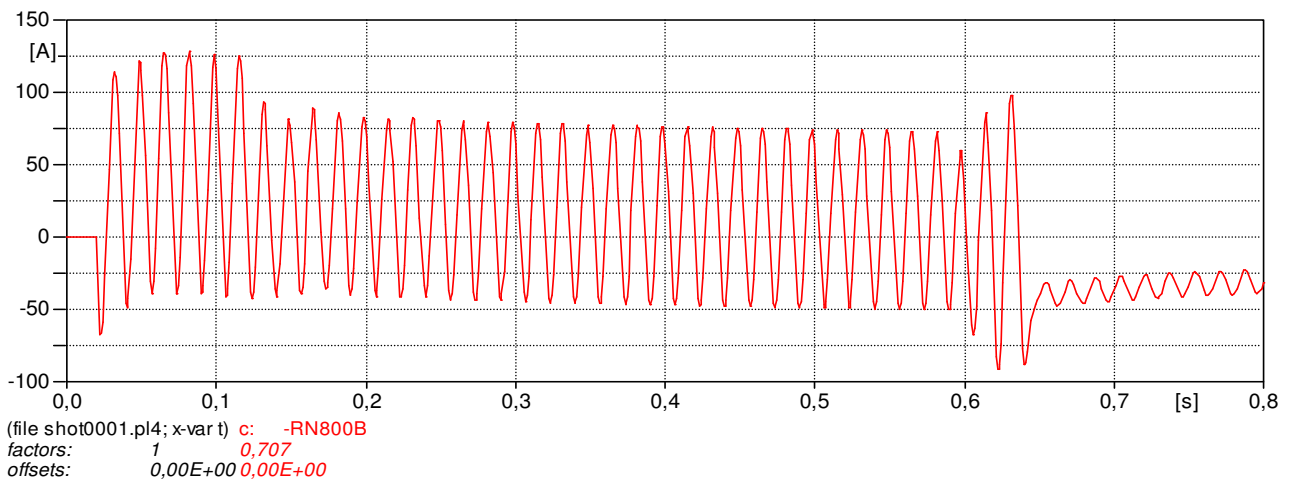


**e) Tensão no Reator de Neutro do Terminal de Olindina**

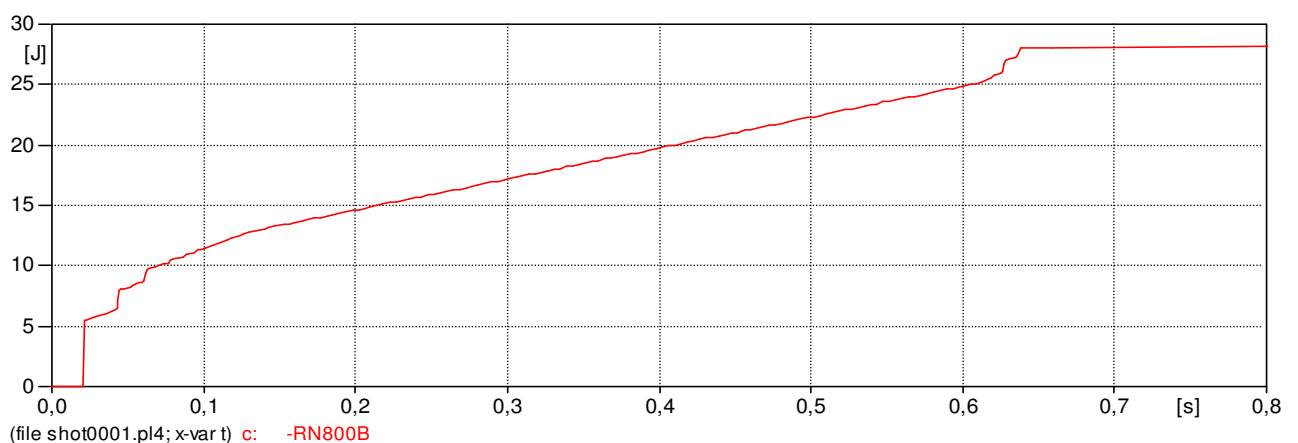


**Figura 6.18 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão no Neutro – Com RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Olindina, com falta no terminal de Olindina**

**f) Corrente no Reator de Neutro do Terminal de Olindina**

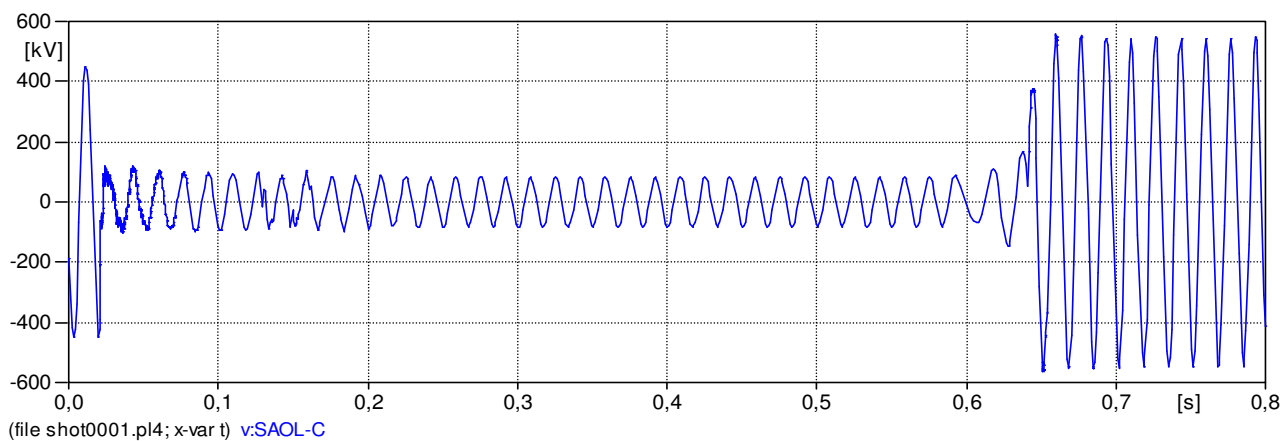
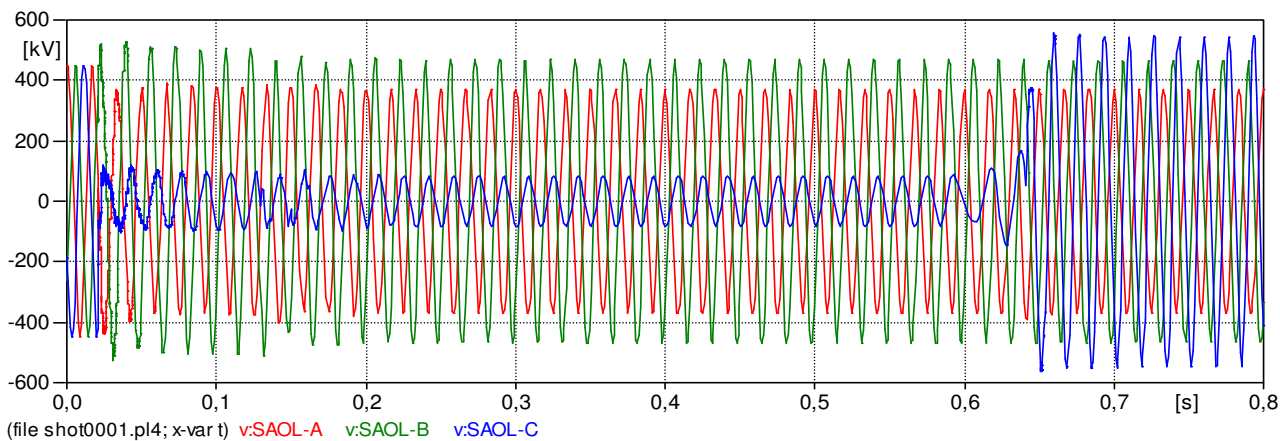


**g) Energia no para-raios de Neutro no Terminal de Olindina**

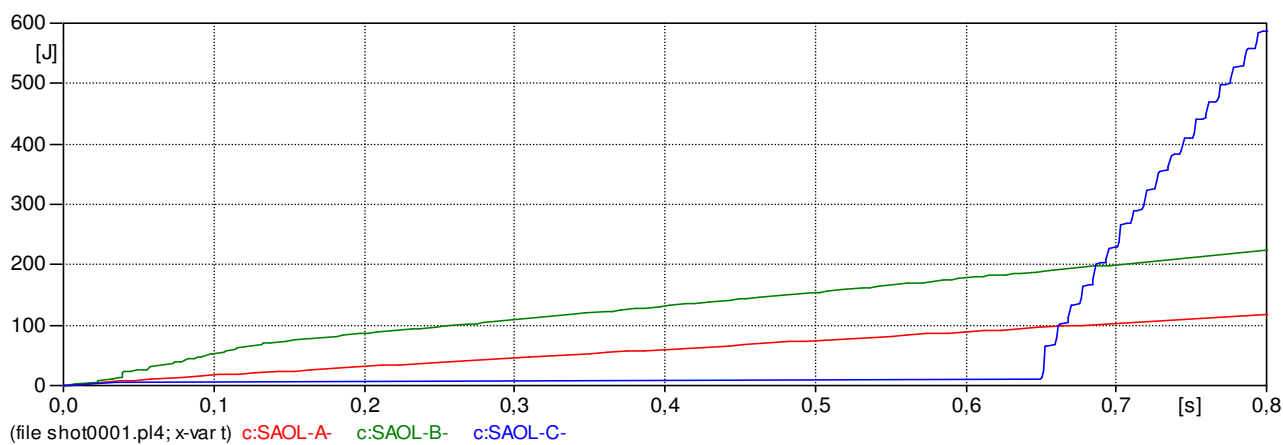


**Figura 6.18 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão no Neutro – Com RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Olindina, com falta no terminal de Olindina**

**h) Tensões fase-terra no Terminal de Sapeaçu**



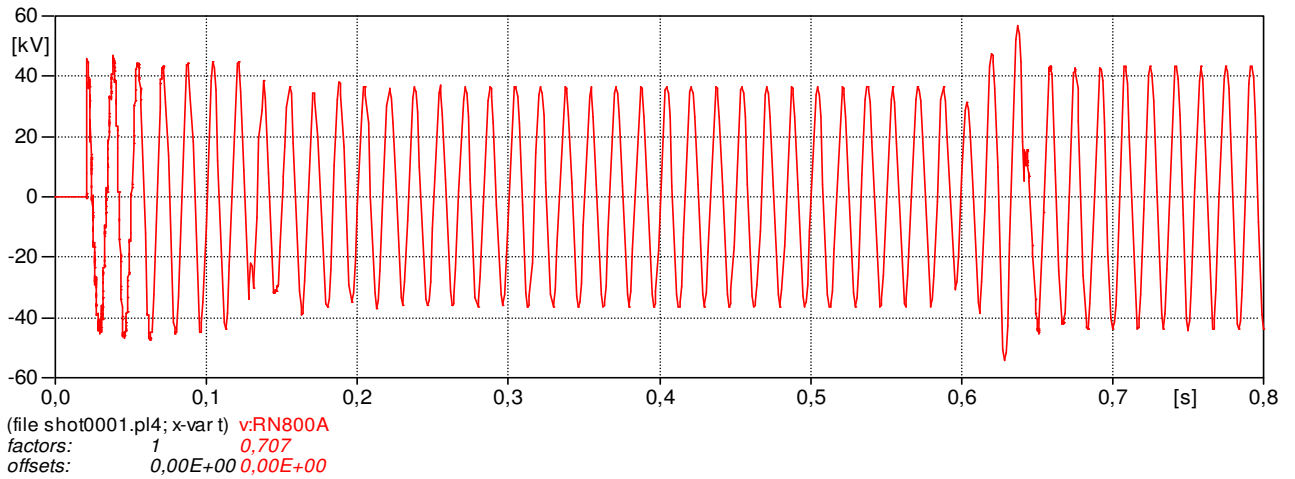
**i) Energia nos Para-raios de Linha no Terminal de Sapeaçu**



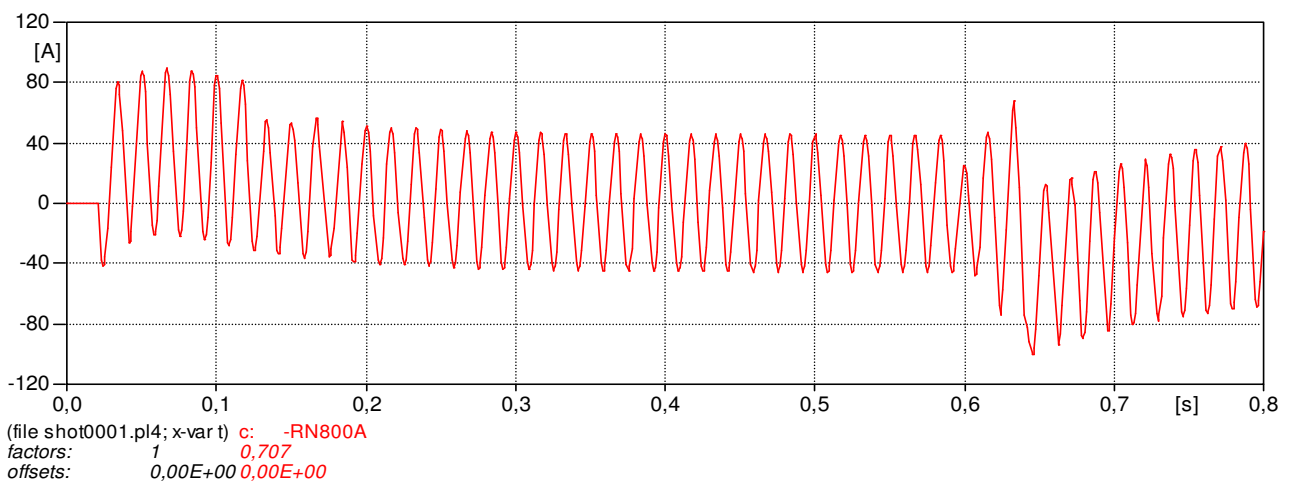


**Figura 6.18 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão no Neutro – Com RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Olindina, com falta no terminal de Olindina**

**j) Tensão no Reator de Neutro do Terminal de Sapeaçu**

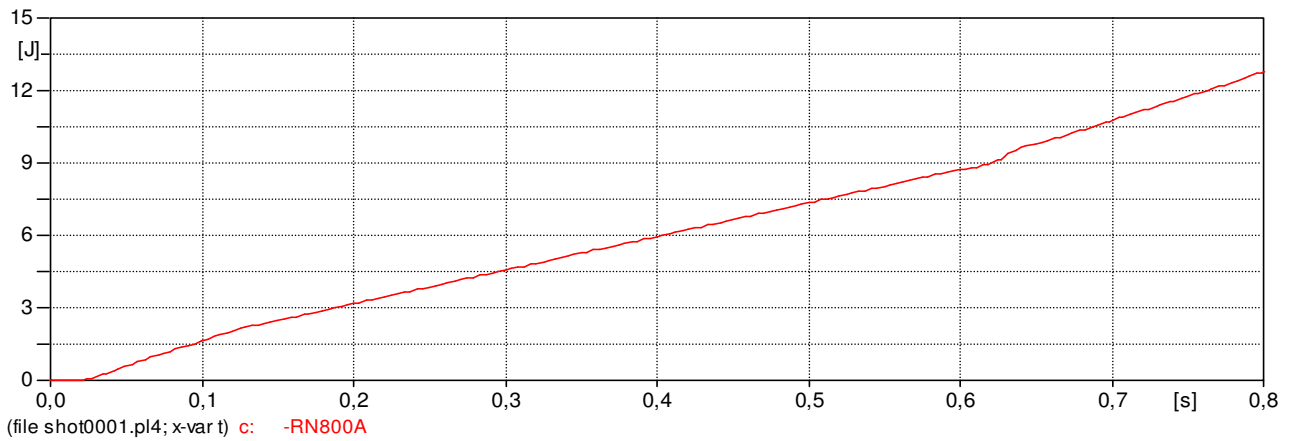


**k) Corrente no Reator de Neutro do Terminal de Sapeaçu**



**Figura 6.18 – Análise Transitória - Caso com pior sobretensão no Neutro – Com RPI – Religamento Monopolar através do terminal de Olindina, com falta no terminal de Olindina**

**I) Energia no Para-raios de Neutro do Terminal de Sapeaçu**



## **7. REFERÊNCIAS**

- [1] ANEEL - Edital de Leilão N°02/2018 – Anexo 7 – Especificações Técnicas Gerais;
- [2] ANEEL - Edital de Leilão N°02/2018 – Anexo 6-07 – Lote 7 – Características e Requisitos Técnicos Específicos;
- [3] ONS – Diretrizes para a Elaboração de Projetos Básicos para Empreendimentos de Transmissão. Estudos Elétricos, Especificação das Instalações, de Equipamentos e de Linhas de Transmissão, de 2013;
- [4] ONS – Procedimentos de Rede – Submódulo 23.3 – “Diretrizes e Critérios para Estudos Elétricos”, dezembro de 2016;
- [5] EPE – Estudos para a Licitação da Expansão da Transmissão - Análise Técnico-Econômica de Alternativas: Relatório R1 – EPE-DEE-RE-006\_2016-rev0;
- [6] POWERCONSULT – Relatório R2 – Estudo de Detalhamento da Alternativa de Referência - LT 500 KV OLINDINA – SAPEAÇU CS – C1;
- [7] LT 500kV PORTO SERGIPE – OLINDINA / LT 500kV OLINDINA – SAPEAÇU – COORDENAÇÃO DE ISOLAMENTO – SF01818-LT-GNLT-G-RE-0008;
- [8] REDE EQUIVALENTE PARA ESTUDOS DE TRANSITÓRIOS ELETROMAGNÉTICOS – SF01818-ES-GN-G-RE-0009;
- [9] ESTUDO DE ENERGIZAÇÃO, RELIGAMENTO TRIPOLAR E REJEIÇÃO DE LT – LT 500 KV OLINDINA – SAPEAÇU C1 – SF01818-ES-GN-G-RE-0003.