

# MELHORIAS NO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLUENTES DO LAMINADOR DE TIRAS A QUENTE Nº2 (ETE/LTQ#2)<sup>1</sup>

Hamilton Geraldo Martins<sup>2</sup>

Wilson Pereira de Pinho<sup>3</sup>

Flávio Costa Martinez<sup>4</sup>

Carlos Eduardo da Rocha<sup>5</sup>

## Resumo

A ETE/LTQ#2 é uma área vital para o processo produtivo de bobinas a quente. Qualquer anormalidade no funcionamento operacional desta estação acarreta perda de produção no Laminador. Foi isto que ocorreu em janeiro de 2007 quando houve problemas na terminação dos cabos de potência junto ao transformador do circuito B-521 e em dezembro do mesmo ano, quando houve explosão de uma chave desligadora a óleo (CDO), que acarretaram sérios prejuízos a processo de produção do LTQ#2. Iniciou-se então um processo de busca de soluções para melhorar a confiabilidade e a segurança do sistema elétrico que atendesse as moto-bombas da ETE/LTQ#2 no sentido de diminuir o risco de interferências no processo de produção em decorrência de anormalidades elétricas. Em junho de 2010 foram concluídas as implementações das soluções encontradas para melhorar esta performance, que consistiram em repotenciar os dois circuitos alimentadores da ETE/LTQ#2 (B-521 e B-570), substituição dos transformadores existentes por outros de maior potência (3,75 MVA por 5,5 MVA) de ambos os circuitos e substituição das CDO'S existentes por disjuntores à SF6.

**Palavras-chave:** Confiabilidade; Segurança; Continuidade operacional.

## IMPROVEMENTS IN ELECTRIC POWER SYSTEM OF THE EFFLUENT TREATMENT STATION OF THE HOT STRIP MILL Nº2 (ETE/LTQ#2)

### Abstract

The ETE/LTQ#2 is an vital area for the production process of coiled hot rolled strip. Any problems in the operating functions in this station results in the loss production in the mill. This is what occurred in 2007 January when there was problems in the termination of the power cables from the transformer of the circuit B#521 and in December in the same year, when there was an explosion of the oil cutout switch, which resulted in serious injury to the production process of the LTQ#2. Thus, began a search process for solutions to improve the confiability and security of the electrical system that meets the motor pumps of the ETE/LTQ#2 to reduce the risk of interference in the production process in result of the electrical faults. In 2010 June, was completed the implementations of the solutions to improve this performance, which consisted of repowering the two power circuits of the ETE/LTQ # 2 (B-521 and B-570), replacement of the transformers for others of higher power (3.75 MVA to 5.5 MVA) of both circuits and replacement the oil cutout switch for SF6 circuit breakers.

**Key words:** Confiability; Security; Operational continuity.

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 32º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 26º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 16 a 19 de agosto de 2011, Salvador, BA.

<sup>2</sup> Engenheiro Eletricista – Engenheiro Especialista da Gerência de Distribuição de Energéticos da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN).

<sup>3</sup> Técnico Elétrico – Técnico de Desenvolvimento Especialista da Gerência de Distribuição de Energéticos da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN).

<sup>4</sup> Engenheiro Eletricista – Engenheiro de Produção Sênior da Gerência de Distribuição de Energéticos da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN).

<sup>5</sup> Técnico Elétrico – Técnico de Produção da Gerência de Distribuição de Energéticos da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN).

## 1 OBJETIVOS

Alterar o patamar de confiabilidade do sistema de energia elétrica da Estação de tratamento de Efluentes do Laminador de Tiras à Quente nº2 (ETE/LTQ#2) com a finalidade de reduzir o impacto na produção de laminados a quente por anormalidades nos circuitos alimentadores de eletricidade. A ETE/LTQ#2 é responsável pelo tratamento e resfriamento da água de processo do LTQ#2 e qualquer anormalidade neste processo afeta diretamente a produção do laminador. Na Figura 1 observa-se um desenho simplificado do processo da referida estação de tratamento.

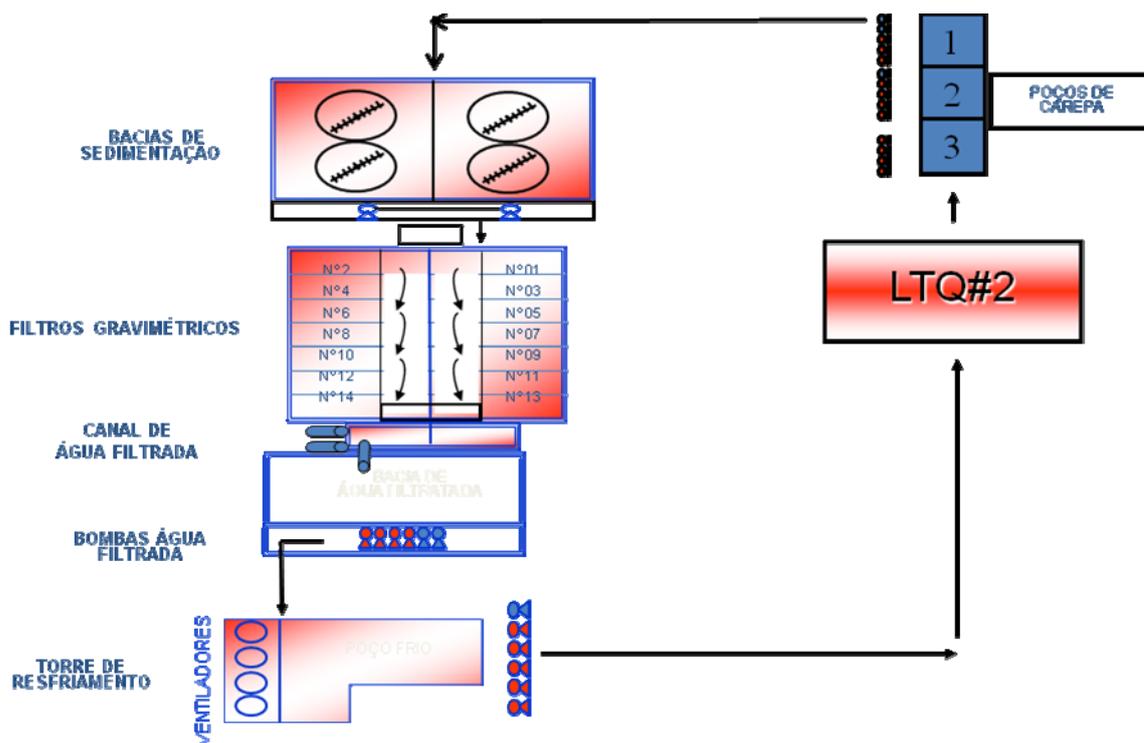


Figura 1. Esquema simplificado da ETE/LTQ#2.

## 2 ESQUEMA ELÉTRICO SIMPLIFICADO

A alimentação elétrica da ETE/LTQ#2 é feita por dois circuitos oriundos do *Switchgear* nº 5 (SWGR#5) em 13,8 kV, denominados B-521 e B-570. No pátio dos transformadores haviam dois transformadores de 3,75 MVA em 13,8 kV/ 2,4 kV que alimentavam os motores das bombas de água filtrada e do poço frio. O sistema de seccionamento do lado 13,8 kV dos transformadores eram feitos por chaves desligadoras a óleo (CDO), manobradas somente quando os circuitos já estavam desligados pelos disjuntores. Se houvesse a necessidade de um único circuito alimentar todos os motores necessários para manter o fluxo de água necessário para manter a continuidade operacional do LTQ#2, isto sobrecarregaria o transformador de 3,75 MVA, uma vez que a carga em 2,4 kV somaria mais de 1.200 A e a carga máxima do transformador admissível para operação normal era de 902 A. A Figura 2 apresenta o diagrama unifilar elétrico da ETE/LTQ#2.

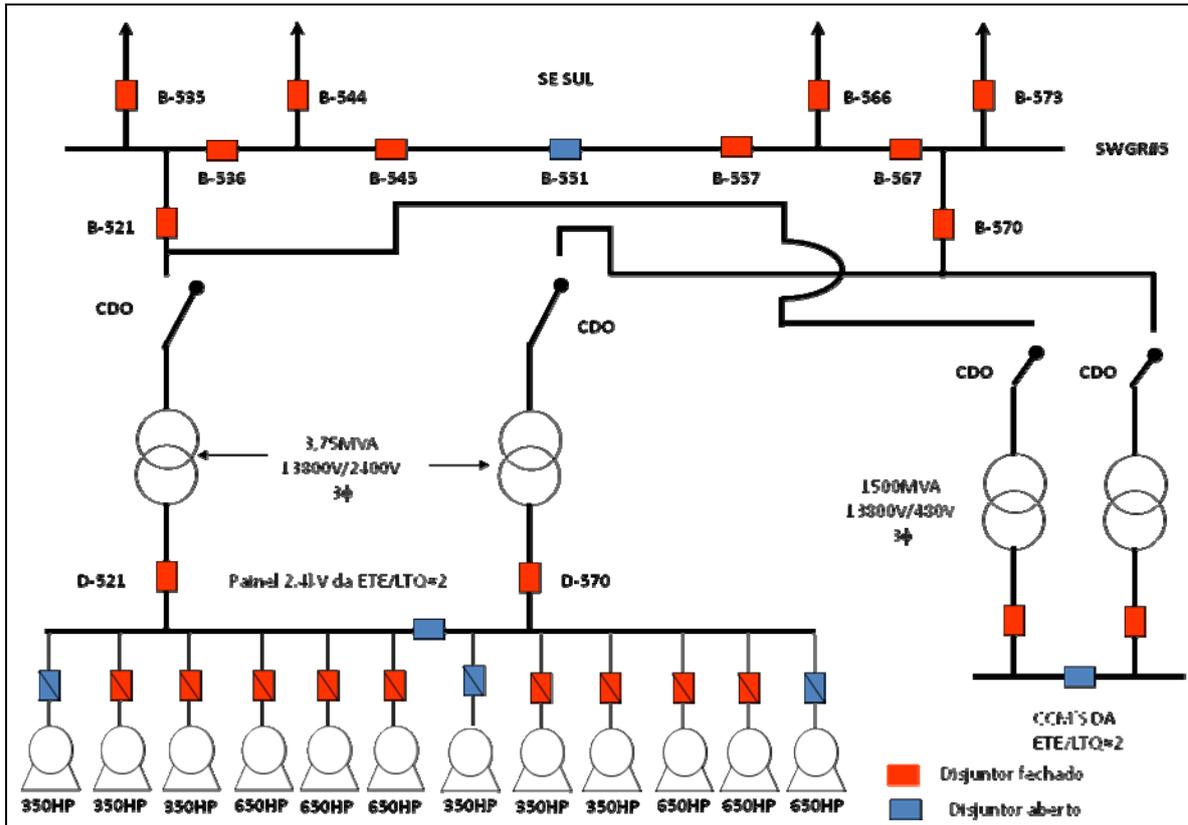


Figura 2. Diagrama unifilar elétrico da ETE/LTQ#2.

Na Figura 3 é apresentada foto das CDO'S que eram utilizadas no seccionamento dos circuitos citados acima.



Figura 3. Foto das CDO'S.

### 3 O PROBLEMA

Duas falhas em 2007 no circuito elétrico da ETE/LTQ#2 que resultaram em grandes interferências no processo produtivo do LTQ#2, sendo que uma delas em todo o processo de laminação mostrou a necessidade de modificações no sistema elétrico em questão.

A primeira falha ocorrida em 26/01/2007 deu-se devido à abertura de arco elétrico entre as terminações dos cabos junto ao lado de alta tensão (13,8 kV) e a tampa da caixa de vedação. Foi necessário refazer as terminações e para tanto desligar o circuito B-521 onde se encontrava o problema. Manteve-se somente o circuito B-570 ligado, entretanto como já explanado não se pode manter todas as bombas ligadas e desta forma o fluxo de água para o processo do LTQ#2 diminuiu e conseqüentemente houve a necessidade de redução do ritmo de produção. Na Figura 4 são apresentadas as fotos que mostram a falha e as interferências no processo de produção.



**TERMINAÇÃO DE ALTA TENSÃO DO TRANSFORMADOR DE 3.75MVA**



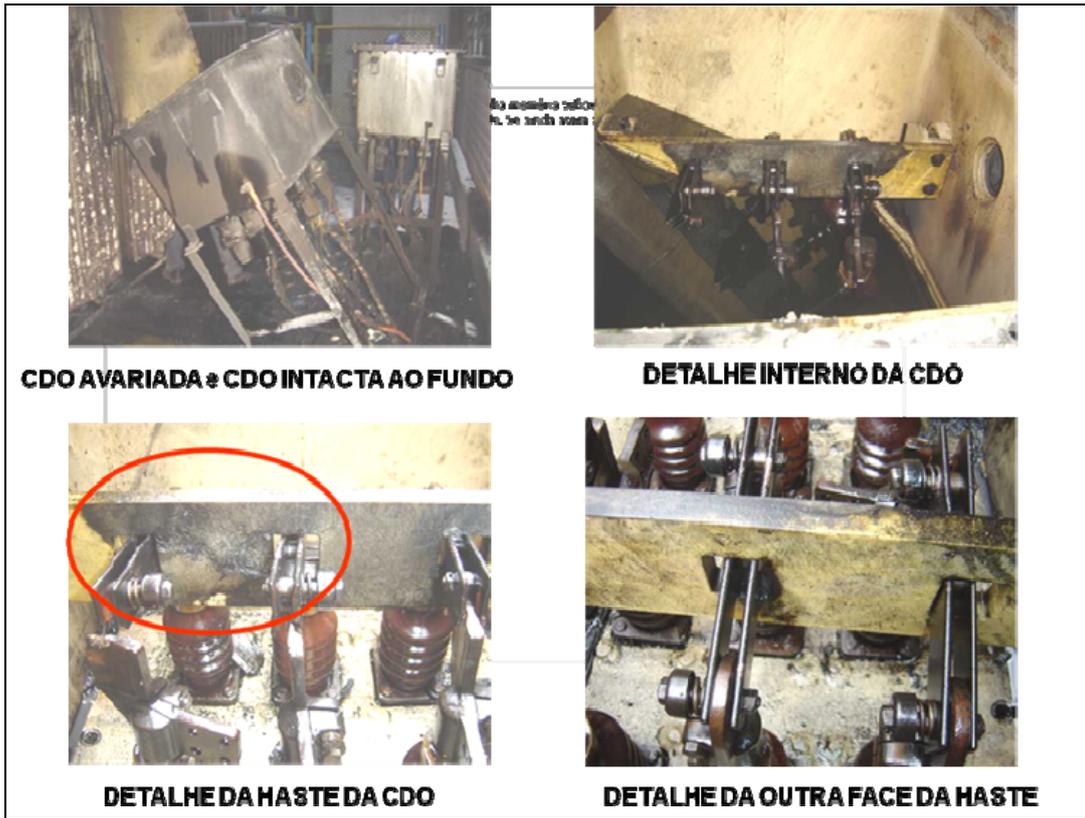
**SINAL DE QUEIMA POR ARCO NA TAMPA DE VEDAÇÃO (LADO DE 13.8kV)**

**Figura 4.** Fotos da falha na caixa de vedação do transformador, lado 13.8kV.

**Tabela 1.** Perdas de produção no LTQ#2

<b>PERDA DE PRODUÇÃO NO LTQ2 – DESARME SUBESTAÇÃO DE 2,4kV– BOMBAS DO DEA.</b>					
INÍCIO. 26/01/2006	FIM 26/01/2007.	DURAÇÃO( min ).	STATUS.	PRODUÇÃO OBTIDA ( Ton ).	PERDA ESTIMADA ( ton ).
12:07	13:49	102	PARADO	0	1224
13:49	16:00	131	RÍTIMO	655	917
16:00	17:41	101	RÍTIMO	505	707
17:46	18:30	44	RÍTIMO	528	308
18:30	18:50	20	PARADO	0	240
					<b>3396</b>

A segunda ocorrência em 15/12/07 teve como causa a explosão da CDO do circuito B-570 que causou grande transtorno, pois ocasionou incêndio no pátio dos transformadores, falha na isolação do cabo de 13,8 kV do circuito e interferência generalizada em todo o processo de laminação, decorrente do distúrbio de tensão ocasionado pela característica do curto-circuito. Já havia histórico de falhas semelhantes em CDO'S em outras áreas o que mostrava sua baixa confiabilidade operacional. Mais uma vez, um único circuito teve que alimentar todo o processo e as limitações ocorridas na falha anterior também estiveram presentes nesta situação. Nas Figuras 5, 6 e 7 são apresentadas fotos e figuras desta ocorrência.



Obs. Produtividade horária: 720 ton.  
 Produtividade horária com ritmo no LTQ2: 300 ton.

Figura 5. Fotos da CDO que explodiu.

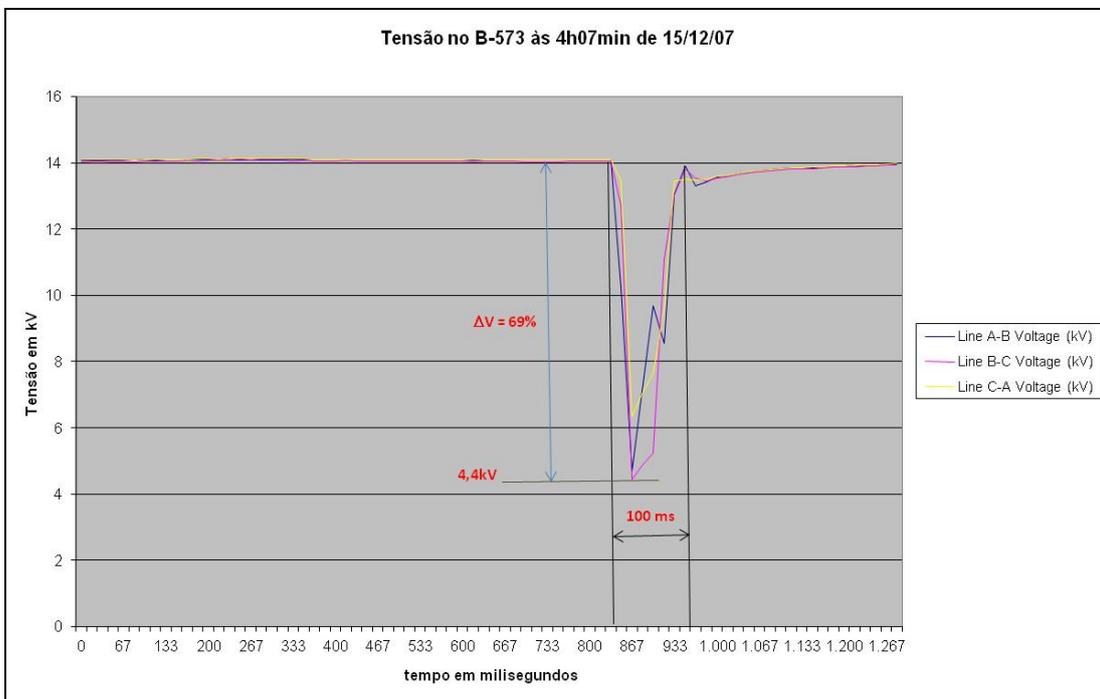


Figura 6. Reflexo da falha no sistema elétrico.

Equip.	Dt. Inicio	Dt. Fim	Desc. Motivo Parada	Desc. Un. Resp.	Tempo
LDC3	15/12/07 04:00:00.00	15/12/07 04:50:00.00	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	50
	15/12/07 10:00:00.00	15/12/07 11:00:00.00	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	60
	16/12/07 12:10:00.00	16/12/07 12:30:00.00	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	20
LDC4	15/12/07 04:00:00.00	15/12/07 05:25:50.50	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	85
	15/12/07 10:15:00.00	15/12/07 11:45:00.00	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	90
	15/12/07 19:50:00.00	15/12/07 21:30:00.00	FI-UTILIDADES	UT-UTILIDADES	100
	16/12/07 12:10:00.00	16/12/07 12:30:00.00	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	20
LPBQ2	15/12/07 04:00:00.00	15/12/07 06:50:00.00	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	170
	15/12/07 10:20:00.00	15/12/07 11:00:00.00	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	40
LRCC	15/12/07 04:13:00.00	15/12/07 04:46:00.00	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	33
	15/12/07 10:23:00.00	15/12/07 10:53:00.00	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	30
LTF1	15/12/07 04:10:00.00	15/12/07 06:00:00.00	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	110
	15/12/07 10:19:27.27	15/12/07 11:15:27.27	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	56
LTF2	15/12/07 04:07:00.00	15/12/07 06:20:00.00	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	133
	15/12/07 09:15:00.00	15/12/07 14:55:00.00	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	340
LTF3	15/12/07 04:06:00.00	15/12/07 04:47:00.00	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	41
	15/12/07 10:20:00.00	15/12/07 10:58:00.00	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	38
	15/12/07 11:08:00.00	15/12/07 11:17:00.00	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	9
	15/12/07 11:26:00.00	15/12/07 12:00:00.00	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	34
LTQ2	15/12/07 04:08:00.00	15/12/07 08:00:00.00	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	232
	15/12/07 08:00:00.00	15/12/07 12:47:00.00	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	287
	16/12/07 12:23:00.00	16/12/07 12:35:00.00	FI-UTILIDADES	UT-UTILIDADES	12
LZC1	15/12/07 04:07:00.00	15/12/07 07:40:00.00	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	213
	15/12/07 10:16:00.00	15/12/07 16:00:00.00	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	344
	15/12/07 16:00:00.00	15/12/07 16:55:00.00	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	55
LZC2	15/12/07 04:04:00.00	15/12/07 08:00:00.00	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	236
	15/12/07 08:00:00.00	15/12/07 08:15:00.00	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	15
	15/12/07 10:15:00.00	15/12/07 16:00:00.00	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	345
LZC3	15/12/07 04:02:00.00	15/12/07 05:40:00.00	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	98
	15/12/07 10:13:00.00	15/12/07 11:20:00.00	FE-FALTA DE ENERGIA	DE-DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA	67

Figura 7. Lista de interferências.

As perdas somente com a segunda ocorrência foram calculados pela área de Assessoria de Projetos Especiais e Custos Industriais (ASSA) da CSN em torno de 4 milhões e 500 mil reais.

A conclusão das duas ocorrências é que entre as causas fundamentais das falhas estavam:

- a limitação de cada um dos transformadores de 2,4 kV em atender toda a demanda de energia elétrica necessária para que a estação de tratamento pudesse garantir seu desempenho no intuito de manter o processo de produção do LTQ#2 no caso de falha e/ou necessidade de desligamento de um dos transformadores;
- a vulnerabilidade operacional e de segurança das CDO'S.

Logo as soluções encontradas foram:

- substituição dos transformadores de 3,75 MVA por 5,5 MVA;
- reforço de mais um cabo por fase nos circuitos elétricos da ETE/LTQ#2;
- substituição das CDO'S por disjuntores à SF6 (Hexafluoreto de Enxofre).

#### 4 A SOLUÇÃO

O diagrama unifilar (Figura 8) ilustra as modificações executas no circuito elétrico para compatibilizá-lo com as exigências requeridas pelo sistema.

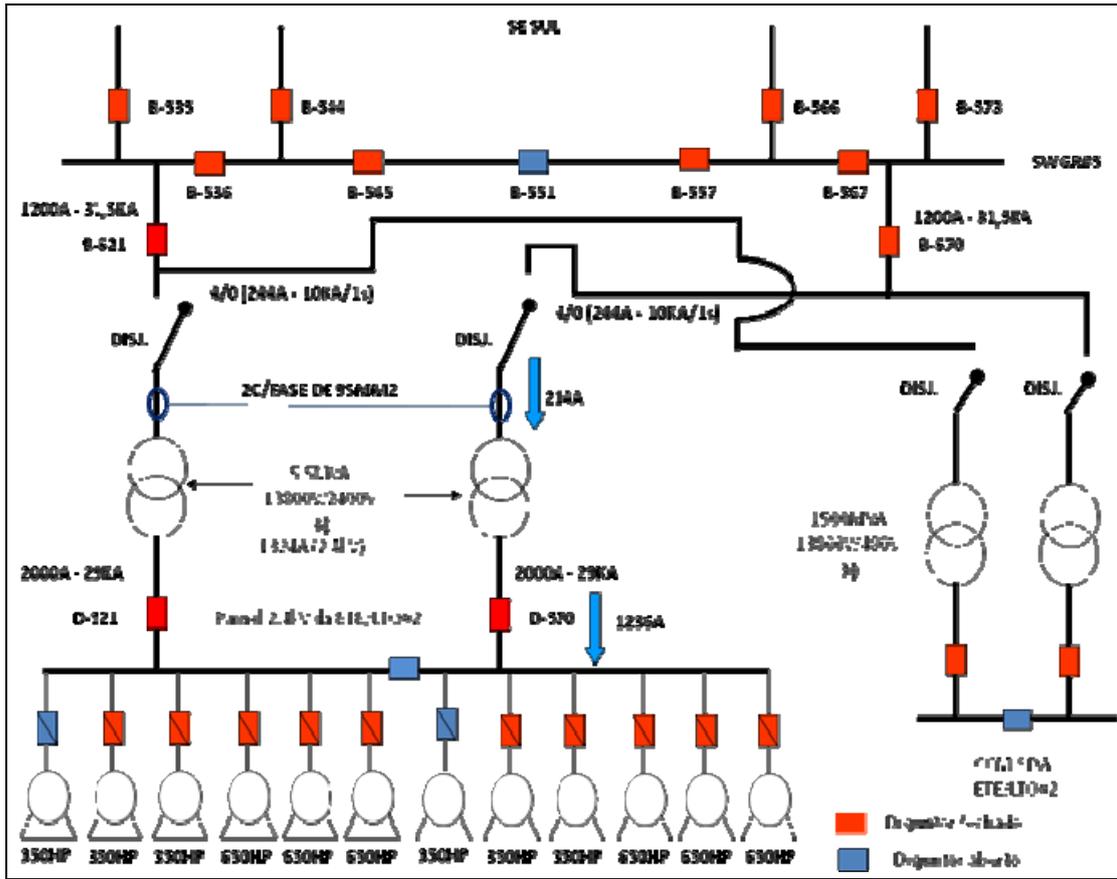


Figura 8. Modificações no sistema elétrico da ETE/LTQ#2.

Nas Figuras 9 e 10 são apresentadas fotos dos disjuntores que substituíram as CDO'S e os novos transformadores que foram instalados na área da ETE/LTQ#2.



Figura 9. Novos disjuntores à SF6 e reforço dos cabos.



Figura 10. Transformadores de 5,5MVA.

Observa-se na Tabela 2 uma comparação somente entre o custo do investimento e o valor do prejuízo no LTQ#2 (entre parênteses) somente com a segunda ocorrência (15/12/07), que justifica o investimento.

**Tabela 2.** Comparação entre custo do investimento e valor do prejuízo no LTQ#2

Troca dos transformadores e substituição das CDO'S	R\$ 975.000,00
Acréscimo de um cabo por fase nos circuitos elétricos	R\$ 240.000,00
Total	R\$ 1.215.000,00 (R\$ 4.500.000,00)

Outros ganhos com o investimento:

- Segurança operacional e pessoal  
Possibilidade de inspeção termográfica nas terminações de cabos nos transformadores e manobra dos disjuntores à SF6 da sala elétrica.
- Flexibilidade e continuidade operacional  
Um circuito elétrico é capaz de suportar toda a demanda de energia elétrica necessária para que a estação de tratamento mantenha o fluxo de água necessária para o processo do LTQ#2. Facilita também para a manutenção, uma vez que ela poderá desligar um circuito em caso de necessidade, sem afetar a produção do LTQ#2.