



# MODERNIZAÇÃO ELÉTRICA DO LAMINADOR DE ENCRUAMENTO 3<sup>1</sup>

Vinícius Santos de Deus<sup>2</sup>  
Francisco Antônio de Oliveira Neto<sup>3</sup>  
Lacedayamon de Oliveira<sup>3</sup>  
Fábio de Freitas Soares<sup>4</sup>

## Resumo

O Laminador de Encruamento nº03 (LE#3) da CSN o qual tem capacidade de produção anual de aproximadamente 340 mil t (média entre 2003 a 2007) de produto DR e SR com a finalidade de abastecer as linhas de estanhamento e cromagem na produção de Folhas Metálicas da CSN. Esse processo passou a conviver com um altíssimo risco de interrupção a qualquer momento (na ordem de no mínimo 30 dias parado para reparo em emergência), quando acumulou a avaria da 2ª bobina de campo do estator do Acionador 9000HP do Grupo Gerador das cadeiras 1 e 2 de laminação, tornando inevitável a necessidade de atuação antecipada para minimizar o efeito. Foi elaborado um estudo técnico e econômico, e a partir desse estudo ficou definido que a melhor solução seria a realização de um Revamp, no qual o Grupo Gerador das cadeiras, constituído por um acionador de 9000HP e dois Geradores de 2000HP cada, seriam substituídos por conversores de corrente contínua. O presente trabalho tem como objetivo apresentar as ações e os resultados obtidos com a substituição do grupo gerador do LE#3, e conseqüentemente os benefícios alcançados com o aumento da confiabilidade dos equipamentos, elevação do conhecimento e domínio tecnológico, a expressiva melhoria na monitoração e nos registros das variáveis de processo para a rastreabilidade e o controle da qualidade das bobinas laminadas, melhoria nas condições de trabalho dos operadores e elevação da moral das equipes.

**Palavras-chave:** Grupo gerador; Substituição; Conversores; Benefícios.

## TEMPER MILL 3 ELETIC MODERNIZATION

### Abstract

The Temper Mill number 3 (LE#3) of the CSN has an annual capacity production of approach 340 thousand tons considering Double Reduction and Simple Reduction products with the purpose to supply the tinsplate and chromate lines for the metallic leaf manufacture of CSN. This process started to coexist with a highest risk of interruption (in order of at least 30 days for repairing in emergency situation), when the Generating Group of chairs accumulated damages in two coils of stator field. An economic technician study was elaborated and from this study it was defined that the best solution would be the accomplishment of a Revamp, in which the Generating Group, consisting of the Activator of 9000HP and two Generators of 2000KW each, would be substituted by converters direct-current, and the master control as well as the peripheral controls would pass for a technological update. The present work resumes the actions and the results gotten with the substitution of the generating group of the LE#3 and the technological update of the control, consequently the reached benefits as the increasing of the trustworthiness of the equipment, rising of the knowledge and technological domain, the expressive improvement in the visualization and the registers of the variables of process for tracking and controlling of the quality of the plated coils, improvement in the conditions of work of the operators and rising team's moral.

**Key-words:** Generating group; Converters; Control; Benefits.

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 65º Congresso Anual da ABM, 26 a 30 de julho de 2010, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>2</sup> Engenheiro Coordenador de Staff da GNR - GGFM

<sup>3</sup> Técnico de Desenvolvimento GNR - GGFM

<sup>4</sup> Engenheiro GNM - GGNP

## 1 INTRODUÇÃO

O Laminador de Encruamento 3 (LE 3), localizado na UPV em Volta Redonda, entrou em operação em 1975, com a finalidade de abastecer as linhas de estanhamento e cromagem na produção de Folhas Metálicas da CSN. Tem capacidade de produzir por ano aproximadamente 340 mil t (média entre 2003 a 2007) material DR, a fim de atender o mercado de latas. Provido por duas cadeiras de laminação com dois motores de 1.250 HP cada, controlados principalmente por um grupo gerador com dois geradores de 2.000 HP cada e um acionador síncrono de 9.000 HP, esse processo passou a conviver com um altíssimo risco de interrupção (na ordem de no mínimo 30 dias de parada para reparo em emergência, causada por curto circuito interno), em função de avarias definitivas em duas de suas bobinas de campo do estator do Acionador síncrono 9000HP, o que viria a comprometer e muito o seu funcionamento, pois ao eliminar através de *jump* as bobinas avariadas do estator, as outras ficaram em sobrecarga, haja visto que também já apresentavam trincas causadas por envelhecimento dos isolantes, aumentando ainda mais a probabilidade de avarias mais graves, como por exemplo, curto circuito na barra de alimentação de 13,8 KV. Tornou-se então, inevitável a necessidade de uma atuação antecipada para minimizar o efeito.

Foi então elaborado um estudo técnico e econômico, e a partir desse estudo ficou definido que a melhor solução seria a realização de um *Revamp*, no qual o Grupo Gerador das Cadeiras seria substituído por controle estático através de conversores de corrente contínua tiristorizados. Optou-se também, nesse estudo pela atualização tecnológica do controle mestre e periféricos, pois já provocavam frequentes falhas que levavam a paradas de processo e perdas de produção, muitas falhas destas corrigidas através de ações paliativas por se tratar de equipamentos descontinuados no mercado e, portanto sem sobressalentes.

## 2 -ANÁLISE TÉCNICA

Foi realizada avaliação técnica embasada em laudo emitido por oficina especializada (GEO), O qual foi também debatido com os próprios especialistas da oficina em reunião específica.

Quanto ao controle do Laminador, foi apurado através de evidências como o histórico de falhas e ocorrências, dados para a conclusão sobre a necessidade de modernização.

## 3 IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS

### 3.1 Do Grupo Gerador

Os Grupos Geradores são equipamentos dinâmicos, e por isso já apresentam certas desvantagens, como baixa resposta no controle de velocidade, consome de energia mesmo com o processo parado e um elevado custo de manutenção por se tratar de equipamentos de grande porte que não podem ser segregados em peças menores e, portanto seus sobressalentes são inviáveis em termos econômicos para o estoque, assim como necessitam de rotinas caras de manutenção, por exemplo, atividades preditivas, controle de mancais, substituição de escovas de carvão etc.

O problema mais grave decorreu da avaria do Motor Acionador Síncrono de 9.000 HP causada na sua partida após a Manutenção Preventiva do dia 27/12/2004, na qual foi detectada uma bobina carbonizada no estator, onde já havia uma bobina

eliminada no passado. Então, o Motor Acionador foi levado até a oficina da GEO para uma avaliação, na qual, não só ficou constatado o dano da bobina, mas também avarias, como trincas por ressecamento, nos isolantes das bobinas de todo o estator, e que necessitava de um reparo completo, cujo planejamento apontou um prazo de 45 dias.

## 2. Resistência de isolamento (em MΩ)

Tensão de ensaio de isolamento:		Estator:		2.500	V	Rotor:		500	V
Enrolamento	30 s	1,0 min	10 min	Valor corrigido a 40°C	Índice de absorção	Índice de polarização	Referências		
							Valor da última medição a 40°C	Valor mínimo recomendado a 40°C	
Estator	Grupo 1 - 4	1037,00	1590,00		795,00	1,53	609,84	52,80	
	Grupo 2 - 5	<b>3,31</b>	<b>6,92</b>		<b>3,46</b>	2,09	603,68		
	Grupo 3 - 6	999,00	1510,00		755,00	1,51	582,12		
	Fase 1 - 2 - 3								
Rotor	Fase 1 - 2 - 3	2,88	3,00		1,40	1,04	156,16	1,25	

Referências: O mínimo valor admissível de resistência de isolamento é o descrito na coluna "valor mínimo recomendado a 40°C".

**Figura 1** – Laudo da GEO que aponta isolamento rompido.



**Figura 2** – Foto do isolante das bobinas com ressecamento aparente.

Com o intuito de ganhar tempo para a definição da melhor solução a ser aplicada e acelerar o restabelecimento do Laminador minimizando assim os efeitos da emergência, foi tomada uma ação paliativa de eliminar “jampear” também essa bobina, mesmo sabendo que o estator estava bem comprometido.

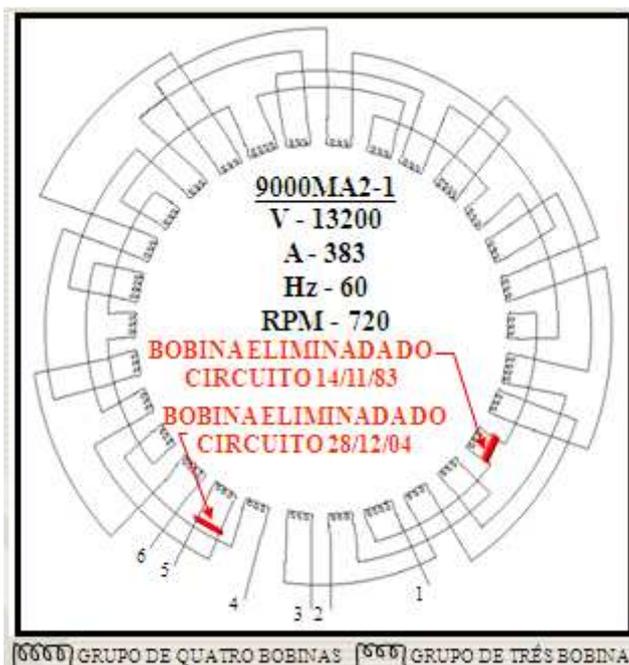


Figura 3 – Diagrama do Estator com as bobinas eliminadas.

Conforme o planejamento preliminar o reparo do Motor Acionador incorreria na seguinte situação, uma estimativa de gasto de aproximadamente R\$800.000,00 e uma redução de 45 dias no PVP para o reparo, mais o risco de um efeito colateral que seria a perda de clientes no mercado e conseqüentemente uma redução de receita.

### 3.2 Do Controle Mestre

Painéis obsoletos que tornavam inviável a integração com outros níveis, e que eram desprovidos de tecnologia para o registro das variáveis de processo.

O controle mestre era composto por um grande volume de componentes discretos (cartões eletrônicos), com maior probabilidade de falhas.

### 3.3 Dos Controles Periféricos

O controle de posicionamento dos parafusos ajustadores utilizava-se de embreagens eletromecânicas para acoplagem dos motores, e permitir assim um movimento homogêneo entre esses motores. O problema era que as embreagens proporcionavam longas paradas para reparo.

Os painéis do tensiômetro e *roll force* estavam obsoletos e imprecisos e constituíam em sistemas de controle ilhados. Mantidos em operação por ações paliativas, por inexistência de sobressalentes devido à descontinuação pelos fabricantes.

### 3.4 Dos Controles Periféricos

A qualidade ficava comprometida em função de arrebitamentos constantes e indefinidos, bobinas eram produzidas sem o registro de suas variáveis de processo, portanto a correção dos desvios era lenta e duvidosa.

Em termos de segurança os arrebitamentos e as suas conseqüências colocavam em risco a integridade dos operadores, e o principal posto de trabalho na

entrada do laminador deixava o operador exposto umidade provocada pela névoa gerada pela solução de refrigeração de laminação.

Com muitos componentes já em fim de vida útil, a intervenção da manutenção estava se tornando mais freqüente o que decorria na elevação do custo de manutenção.

Operacionalmente o ambiente de trabalho se mostrava desestimulante, equipamentos degradados pelo tempo, afetando a motivação.

#### **4 SOLUÇÃO PARA OS PROBLEMAS**

Foi levado em consideração todos os fatores descritos acima, e constatado que um *revamp* era fundamental para dar continuidade operacional no laminador e até mesmo uma oportunidade de torná-lo mais eficiente e competitivo na busca da qualidade; através da implantação de uma nova tecnologia de controle, na qual o grupo gerador principal ficaria desativado. Então foi elaborado um planejamento para substituir o Grupo Gerador por Conversores CC Digitais, o Controle Mestre por um PLC e um novo sistema de sensoriamento de carga, que envolveu as seguintes etapas:

- levantamento do projeto atual;
- desenvolvimento do projeto do novo controle;
- aquisição de equipamentos;
- implantação do novo sistema; e
- contratação de empresas fornecedoras.

O projeto teve início em Janeiro de 2007 e foi concluído em Maio de 2008.

#### **5 VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS**

##### **5.1 Quanto a Expectativa Financeira**

A desativação do Grupo Gerador traz uma significativa redução do consumo de energia em torno de 25% da média mensal.

##### **5.2 Quanto a Expectativa da Manutenção**

Foi feito um levantamento no HEIMDALL e constatado uma redução de aproximadamente 30% no volume médio de paradas por ano. Conforme pode ser observado no quadro abaixo.

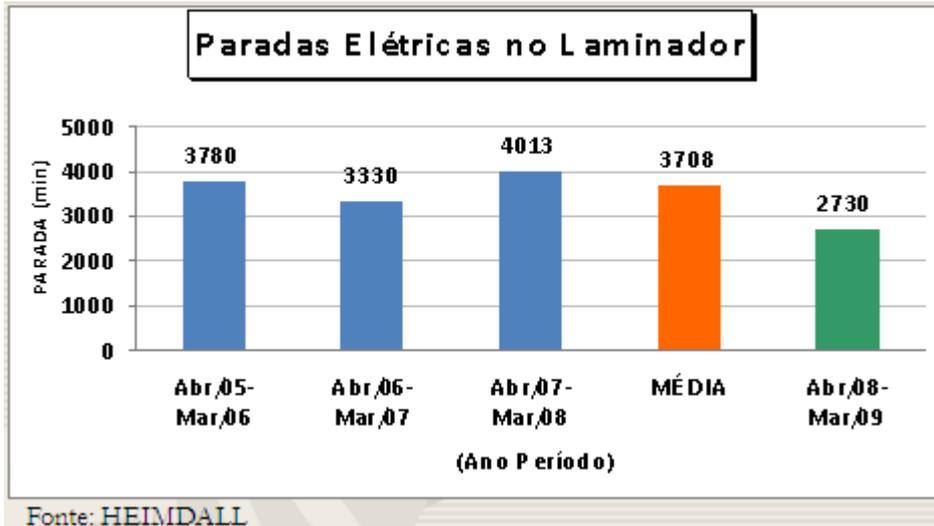


Figura 7 – Gráfico de paradas elétricas em min.

### 5.3 Quanto a Expectativa Operacional

Foi garantida continuidade operacional e ao mesmo tempo em que trouxe benefícios operacionais, como as estações de operação que receberam monitores de LCD e com isso passaram a oferecer aos operadores, pleno controle do processo.

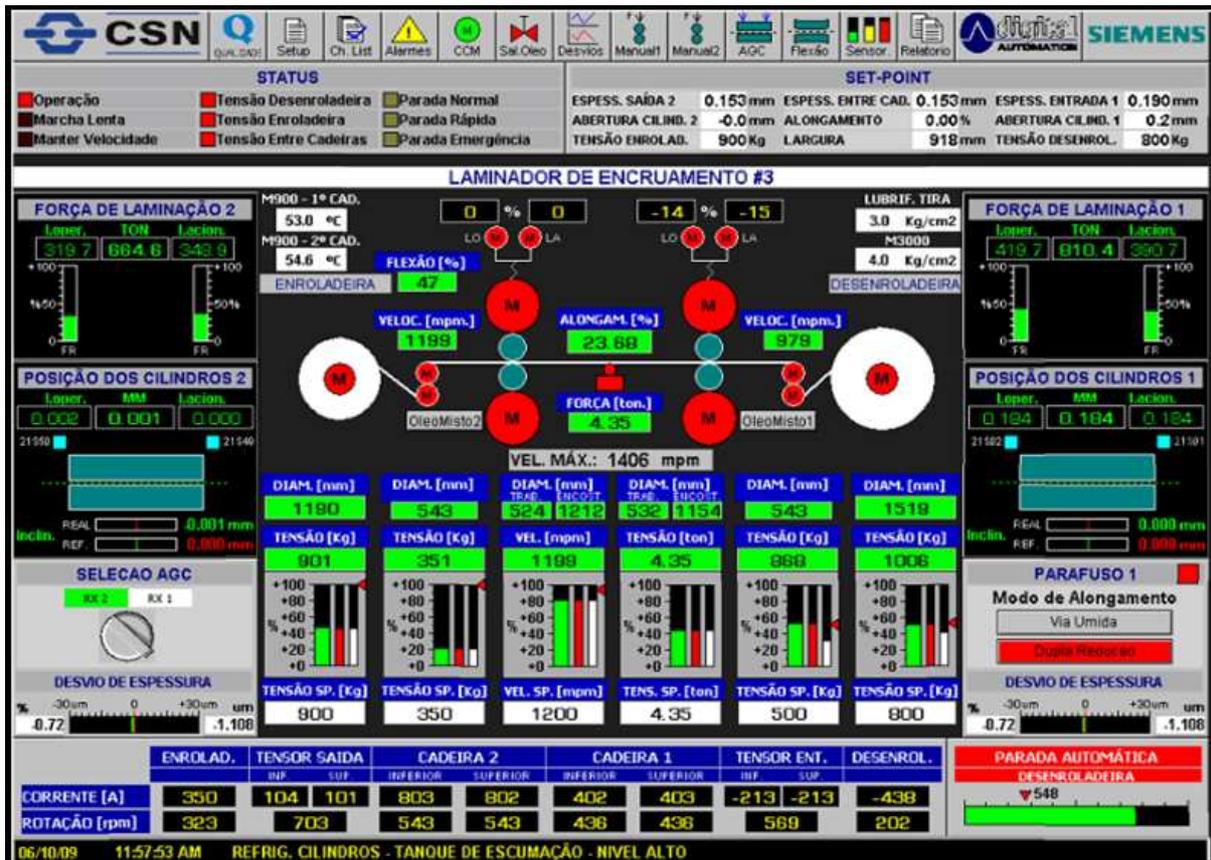


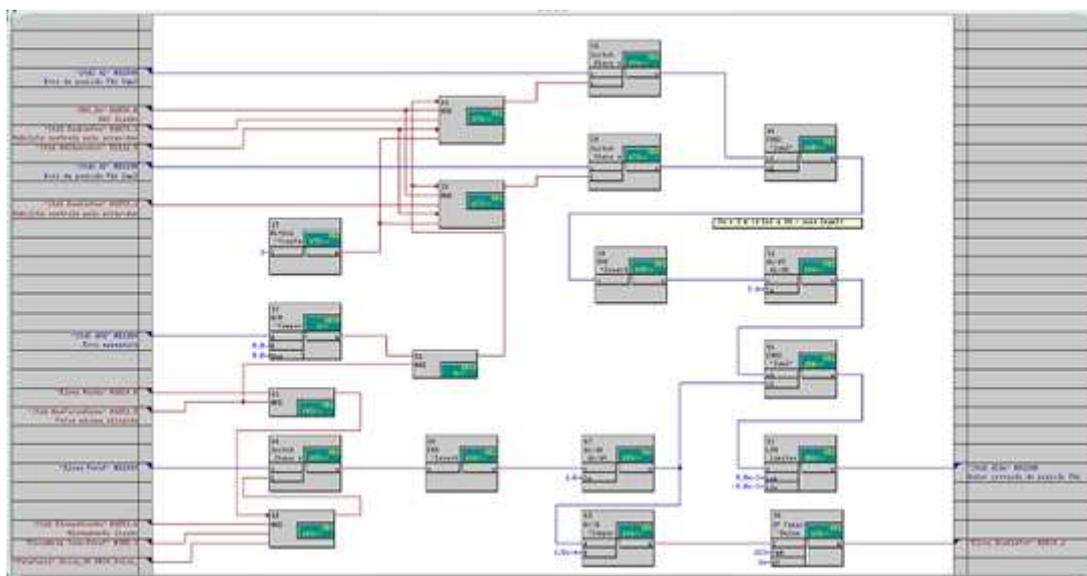
Figura 8 – Modelo da tela principal de operação.

A qualidade foi afetada quanto à operacionalização do sistema, que passou a ser totalmente digital, favorecendo a análise e registro das variáveis de processo,



assim como o diagnóstico e a correção de falhas ou desvios praticamente “on line”. O sistema fornece também controle PID para as variáveis críticas de processo como, por exemplo, a pressão do sistema de “Óleo Mergoil” para a lubrificação dos mancais dos cilindros de trabalho e encosto.

Foi implantada uma ferramenta de aquisição de dados totalmente integrada ao sistema que possibilita uma rastreabilidade das variáveis do processamento de uma bobina produzida até dois meses atrás.



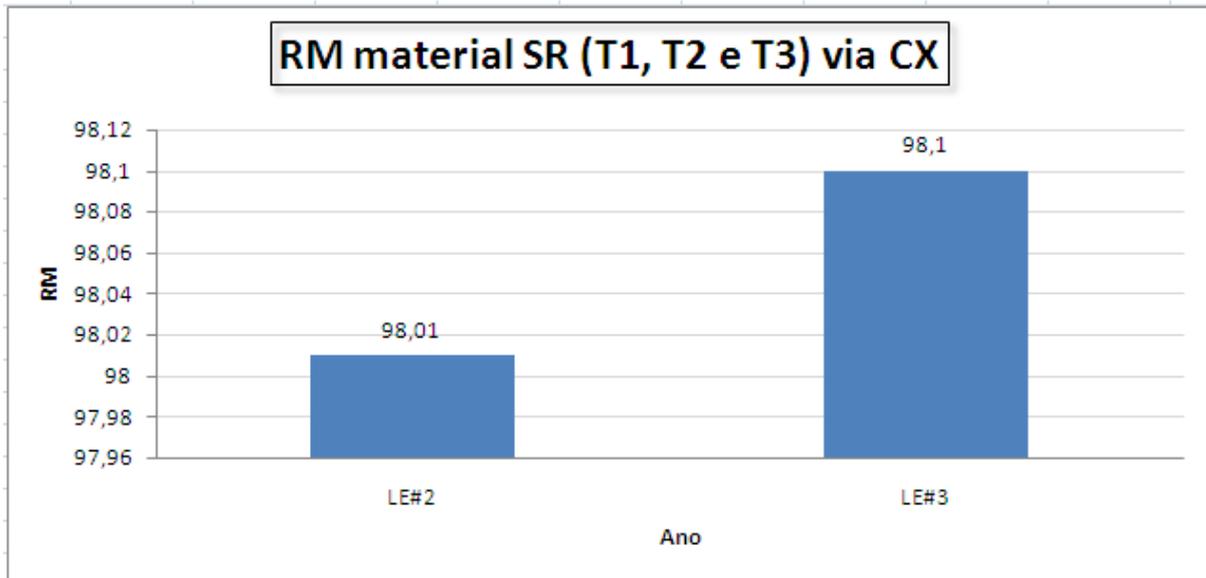
**Figura 9** – Sistema digital que favorece diagnóstico *on line*.



**Figura 10** – Sistema digital que favorece diagnóstico *on line*.

Outro importante benefício foi à atualização das atividades operacionais, que passaram agora a operar por parâmetros, e não mais por conhecimento tácito.

Ainda na qualidade, a produtividade melhorou, pois uma nova rota para o Fluxo de material SR (T1, T2 e T3) foi criada e com um excelente desempenho no que desrespeito ao rendimento do material, conforme pode ser observado no gráfico abaixo.



**Figura 11** – Gráfico comparativo entre LE#2 e LE#3.

Houve uma evolução na questão da segurança, pois além da redução de arrebitamentos no Laminador por falhas elétricas ocorreu a mudança do posto de trabalho mais crítico para um ambiente mais seguro.

E quanto à moral, a tecnologia ofereceu mais conforto no ambiente de trabalho e estímulos para a motivação dos operadores e técnicos.

## 6 CONCLUSÃO

Após o *revamp*, o novo controle do Laminador passou a ter uma arquitetura mais atualizada, na qual uma gama de possibilidades de desenvolvimento se tornou viável, como por exemplo, planos futuros de um *setup* automático após uma integração com o nível 3 (MES) e o desenvolvimento de novos produtos além de muitos outros planos que virão.