

# **AUTOMAÇÃO DO CONTROLE DE TEMPERATURA DA SEÇÃO DE ENCHARQUE DO FORNO DA LRCC#1<sup>1</sup> INSTALAÇÃO DE PAINÉIS TIRISTORIZADOS NA SEÇÃO DE ENCHARQUE DA LRCC #1**

*Adalberto Souza de Andrade<sup>2</sup>  
Ângelo da Anuniação<sup>3</sup>  
Leandro Luís da Silva<sup>3</sup>  
Mário da Conceição de Souza<sup>3</sup>*

## **Resumo**

Cada painel é composto de 2 controles independentes para cada Seção de uma Zona, assim a Zona 1 tem um controle para a Seção 1 e outro controle independente para a Seção 2. Com a instalação destes painéis foi conseguido uma uniformidade de temperatura na Seção do Encharque, e também que esta funcionasse inteiramente no modo automático. Estes novos painéis tem Feedback de Corrente de cada Fase de cada Seção (R, S e T), e também da Voltagem aplicada a cada Seção. Desta forma agora temos no Sistema Supervisório In Touch a indicação destas Correntes e Voltagens, e também o cálculo da Potência de cada Zona e Seção, temos também a indicação do estado atual dos painéis.

**Palavras-chave:** Encharque; Painel tiristorizado; Controle automático; Temperatura.

## **TEMPERATURE CONTROL AUTOMATION OF SOAKING SECTION - LRCC#1 THYRISTOR PANEL INSTALATION ON SOAKING SECTION - LRCC #1**

### **Abstract**

Two independents controllers for each Section compose each panel, then Zone 1 has one controller for Section 1 and another independent controller for Section 2. The panels installation have permitted temperature uniformity in Soaking Zone, and also works fully in automatic mode. These new panels have Current Feedback from each Phase of each Section (R, S e T), and also have Voltage Feedback of each Section. In this way we have now in the Supervisory System In Touch the monitoring of the Currents and Voltages, and also the Power calculation of each Zone and Section, we also have the panels status.

**Key words:** Soaking; Thyristor panel; Automatic control; Temperature.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao 44º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 16 a 19 de outubro de 2007, Campos do Jordão – SP, Brasil.*

<sup>2</sup> *Engenheiro Eletricista - Engenheiro Especialista da CSN*

<sup>3</sup> *Técnico de Eletrônica – Inspetor Elétrico da CSN*

## **1 INTRODUÇÃO**

A Seção do Forno da LRCC #1 é subdividida em 7 seções que são:

Pré Aquecimento

Aquecimento

Encharque

Resfriamento Controlado

Envelhecimento 1

Envelhecimento 2

Resfriamento Rápido

A Seção de Encharque é composta por 3 Zonas, subdivididas em 2 Seções cada, estas zonas têm resistências compostas por fita kantel, que realizam o aquecimento do material na Seção de Encharque. Estas resistências são alimentadas por 460VAC/60Hz, e dissipam uma potência de 690kW por cada Zona, e 345 kW por cada Seção. Antes da instalação dos painéis tiristorizados o controle de temperatura era realizado somente no modo manual pelo operador, pois estes painéis somente faziam o chaveamento da voltagem na carga em ligação tipo Estrela, que corresponde a 33% da potência total, ou em ligação tipo Delta, que corresponde a 100% da potência total. Desta forma o operador tinha que ficar monitorando a temperatura, e ligando os painéis em Estrela ou Delta para controlar a temperatura. Deve também ser mencionado que devido a alta corrente circulando no circuito, cerca de 866 Amperes por Zona, em carga máxima, visto que os painéis são alimentados por 460 Volts AC, os contatores apresentavam vários problemas de desgaste, e mau contato, que vinham a causar o desarme da respectiva Zona, prejudicando a qualidade do material processado.

### **Objetivo**

O objetivo deste trabalho é permitir um controle totalmente automático da temperatura da Seção de Encharque. Após a instalação dos painéis tiristorizados passamos a ter um controle de 0 a 100% da potência na carga, permitindo assim um ajuste preciso da temperatura da seção de Encharque.

Foi desenvolvido pela equipe constante do presente trabalho um software no PLC HPC FI, com um controlador PID para controlar a temperatura de cada Zona da Seção de Encharque, a saída deste controlador PID é a referência de potência para os painéis.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

Foram realizadas modificações no Software do PLC HPC FI e no Sistema Supervisório In Touch para realizar a Interface e Controle dos 3 novos painéis tiristorizados da Seção de Encharque.

Foram adquiridos da ADELCO 3 painéis de conversores AC/AC para controlar a potência das resistências, e conseqüentemente a temperatura das 3 Zonas do Encharque, cada painel é composto de 2 controles independentes para cada Seção de uma Zona, assim a Zona 1 tem um controle para a Seção 1, e outro controle independente para a Seção 2. Foi especificado que este novo painel tivesse o Feedback de Corrente de cada Fase de cada Seção (R, S e T), e também da Voltagem aplicada a cada Seção. Desta Forma agora temos no Sistema Supervisório In Touch a indicação destas Correntes e Voltagens, e também o cálculo

da Potência de cada Zona e Seção, figura 1, temos também a indicação do estado atual do painel, que são, por exemplo:

ZONA 1 REM (Remoto) / LOCAL

ZONA 1 REDE AC

ZONA 1 FUSÍVEL

ZONA 1 TEMP (Temperatura) SCR'S

ZONA 1 EMERGÊNCIA (Accionada)

Também mostrados na Figura 1.

As modificações e revisões realizadas estão listadas abaixo e serão detalhadas a seguir:

2.1 Modificações realizadas no Software do Sistema Supervisório In Touch

2.2 Modificações realizadas no Software do HPC FI

2.3 Revisões dos Desenhos da CSN

## **2.1 Modificações Realizadas no Software do Sistema Supervisório In Touch**

2.1.1 Foi modificada a tela Encharque\_instrumentação para adaptar ao novo controle, e para que fosse colocado os novos sinais de monitoramento do novo painel, a figura 1 mostra a nova tela, e a figura 2 mostra a tela original.

2.1.2 Foi criada a tela J\_5comandos2\_novo para realizar a operação de Ligar e Desligar o painel, figura 1.

2.1.3 Foram criadas 45 variáveis novas para receber os sinais de Corrente, Voltagem, e Alarmes dos painéis. Além disso, para a indicação de Potência de cada Seção foi utilizada a fórmula  $P \text{ (kW)} = V * I * 1.732/1000$ , sem a necessidade de criar uma nova variável.

2.1.4 Foram criados também os Data Change Scripts AL\_Z1\_ENCH, AL\_Z2\_ENCH e AL\_Z3\_ENCH, para ler os sinais dos bits das palavras de alarmes AL\_Z1\_ENCH, AL\_Z2\_ENCH e AL\_Z3\_ENCH. Os alarmes são indicados na tela de alarmes já existentes, na figura 5 temos uma simulação dos alarmes.

## **2.2 Modificações Realizadas no Software do PLC HPC FI**

2.2.1 Foi configurado as Entradas Analógicas na tarefa Init\_ICV150, na T01.

2.2.2 Foi criada a tarefa EA10 na T01 para ler os sinais de Entrada Analógica de Corrente e Voltagem dos Painéis.

2.2.3 Foi criada a tarefa A\_OUT1, na T01, para ler os sinais de Saída Analógica de Referência e Voltagem para os Painéis.

2.2.4 Foi criado o programa na tarefa TIC\_2171, na T06, para ler os sinais Entrada e Saída Analógica para os Painéis, e enviar e receber dados do In Touch. E também para realizar o controle automático de temperatura das Zonas 1, 2 e 3 do Encharque.

## **2.3 Revisões dos Desenhos da CSN.**

Todos os desenhos já existentes do controle ALSTOM da LRCC #1 foram desenvolvidos e revisados pela CSN. A seguir a lista de desenhos:

2.3.1 8 revisões nas Entradas Digitais Desenho DE35005, fls. 8, 10, 15, 16, 18, 20, 24, 26

2.3.2 3 revisões nas Saída Digitais Desenho DE35009, fls. 31, 32, 35A

2.3.3 3 revisões nas Entradas Analógicas Desenho DE35011, fls. 11, 12, 13

2.3.4 2 revisões nas Saídas Analógicas Desenho DE35011, fls. 14, 15

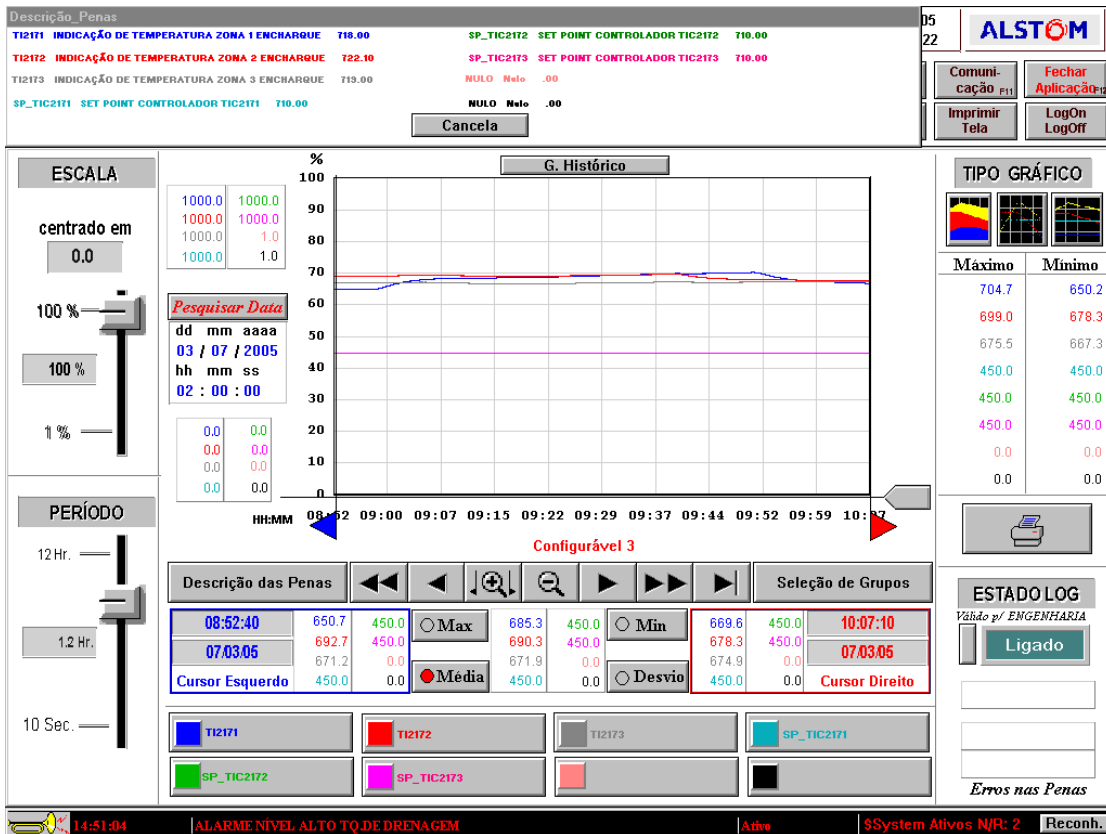


Figura 1 – Tela nova da Seção de Encharque

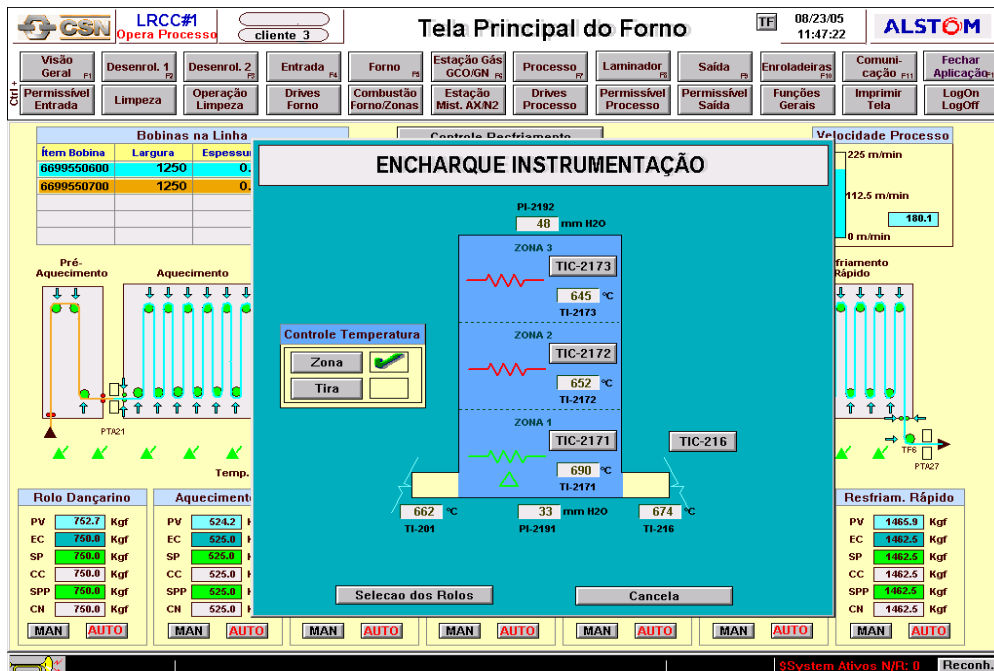


Figura 2 – Tela antiga da Seção de Encharque

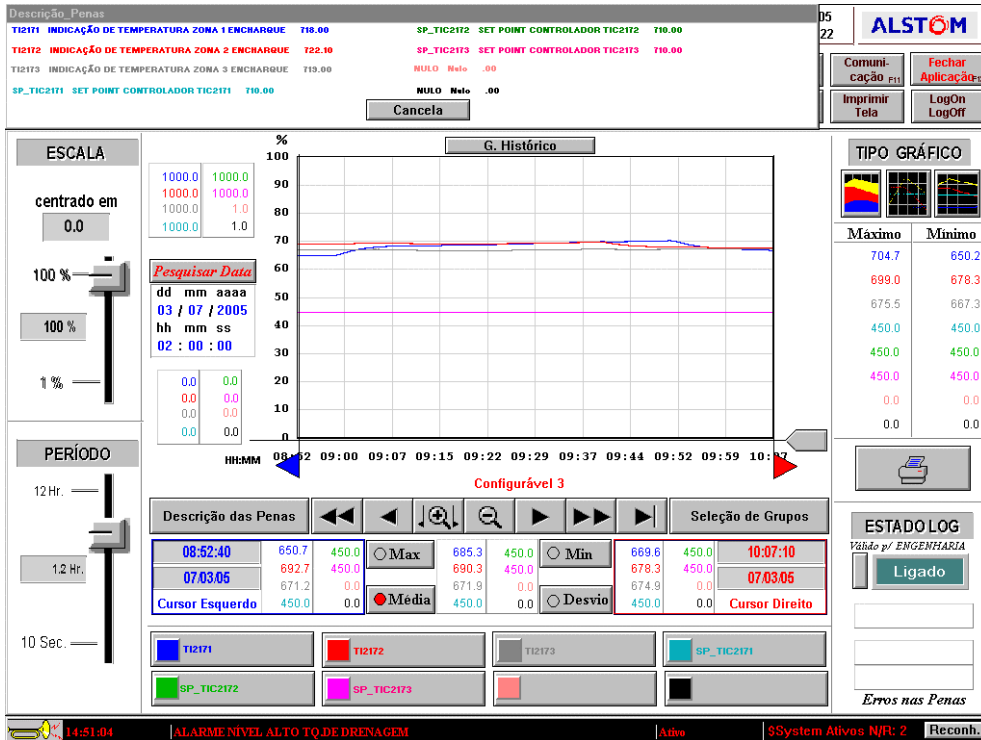


Figura 3 – Curvas de Temperatura antes da Implantação do Controle

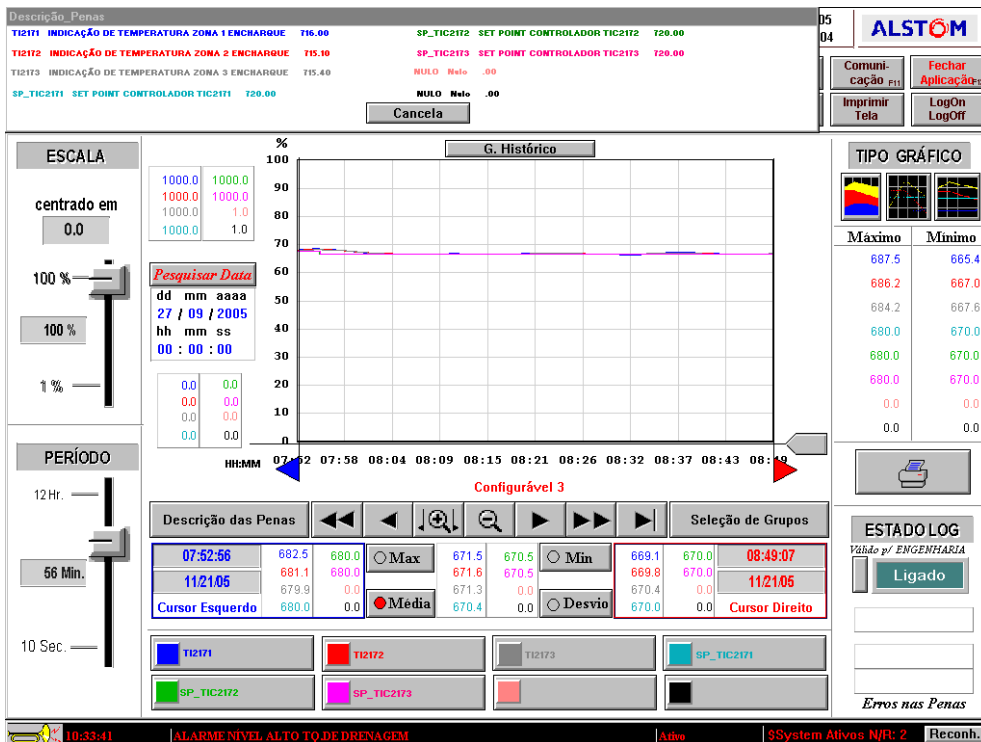


Figura 4 – Curvas de Temperatura após a Implantação do Controle

**LRCC#1**  
Opera Processo

adalberto  
engenharia

## Alarmes e Eventos do Sistema

08/02/05  
15:27:17

Visão Geral F1

Desenrol. 1 F2

Desenrol. 2 F3

Entrada F4

Forno F5

Estação Gás GCO/IGN F6

Processo F7

Laminador F8

Saída F9

Enroladeiras F10

Comunicação F11

Fechar Aplicação F12

Data	Hora	Descrição	Tag	Valor
02/08/05	15:26:55	PAINEL DA ZONA 1 ENCH REMOTO = 1 LOCAL = 0 (BIT01)	AL_ZI_ENCH_BIT_01	Ativo
02/08/05	15:26:44	PAINEL DA ZONA 1 ENCH LIGADO = 1 DESL = 0 (BIT00)	AL_ZI_ENCH_BIT_00	Ativo
02/08/05	15:26:30	PAINEL DA ZONA 1 ENCH EMERGÊNCIA ACIONADA (BIT05)	AL_ZI_ENCH_BIT_05	Inativo
02/08/05	15:26:14	PAINEL DA ZONA 1 ENCH SOBRE TEMP. SCR S (BIT04)	AL_ZI_ENCH_BIT_04	Inativo
02/08/05	15:26:01	PAINEL DA ZONA 1 ENCH FUSÍVEL INTERROMPIDO (BIT03)	AL_ZI_ENCH_BIT_03	Inativo
02/08/05	15:25:37	PAINEL DA ZONA 1 DO ENCH REDE AC ANORMAL (BIT02)	AL_ZI_ENCH_BIT_02	Inativo
02/08/05	15:15:00	PROCESSO ROLOPELO F SUPERVAISADO	PR0000_01P	- 0
02/08/05	15:15:00	BOLO SELA PARADO COM O TORNO QUENTE	AL_00110	Ativo
02/08/05	15:15:00	DE Falha sensor M001 Sala 2 Tor. 1	M01_001_004	Off
02/08/05	15:15:00	ALARME DE PRESSÃO ALTA DE CVD	PAL006	Ativo
02/08/05	15:15:00	ABERTAMENTO DE TUBA ENTRADA DO FORNO - B04215	AL_TUBE_BDR_BIT_01	Ativo
02/08/05	15:15:00	DE VRLC - SECAO TRATADA POR CHAVE NA OPERC	DEVRLC_F	Off
02/08/05	15:15:00	DE Falha para lavar trocas estado	TALP_GERENHELP	Off
02/08/05	15:15:00	MP-TENSAO - FALTA DE TENSÃO NO LOOP CAR	MP-TENSAO_F	Off
02/08/05	12:00:12	ALARME DE NÍVEL ALTO TQ DE AGUA REFINADA	LAL0011	Ativo
01/08/05	17:52:35	PERMISSIVEL F- LIGAR VTD0 - BIT 11	VTD_VTD00_BIT_11	Ativo
01/08/05	17:52:35	ALARME BAIXA PRESSÃO AGUA DE RESFRIAMENTO	PAL001	Ativo
01/08/05	17:52:35	TQ CIRC. LIMPEZA ALTA ALARME TEMPER. BAIXA	PAL104	Ativo
01/08/05	17:52:35	TQ CIRC. ENFOVA 2 ALARME NÍVEL BAIXO	LAL110	Ativo
01/08/05	17:52:35	ALARME PRESSÃO BAIXA VAPORE	PAL110	Ativo
01/08/05	17:52:35	ALARME PRESSÃO BAIXA AGUA CLARIFICADA	PAL100	Ativo
01/08/05	17:52:35	TQ ALTA LÍMPO 1 MOSTRA ALARME NÍVEL BAIXO	LAL114	Ativo
01/08/05	17:52:35	DESLIGADO ZONA 1 DO ENCHABOQUE DESARMADO	AL_FMS0_BIT_10	Ativo

Grupo de alarmes : \$System

Tipo de alarmes : Todos

Alarmes 23

Reconhec. Todos

Reconhec. Último

Reconhec. Visíveis

Reconhec. Selec.

Histórico Alarmes

Legenda

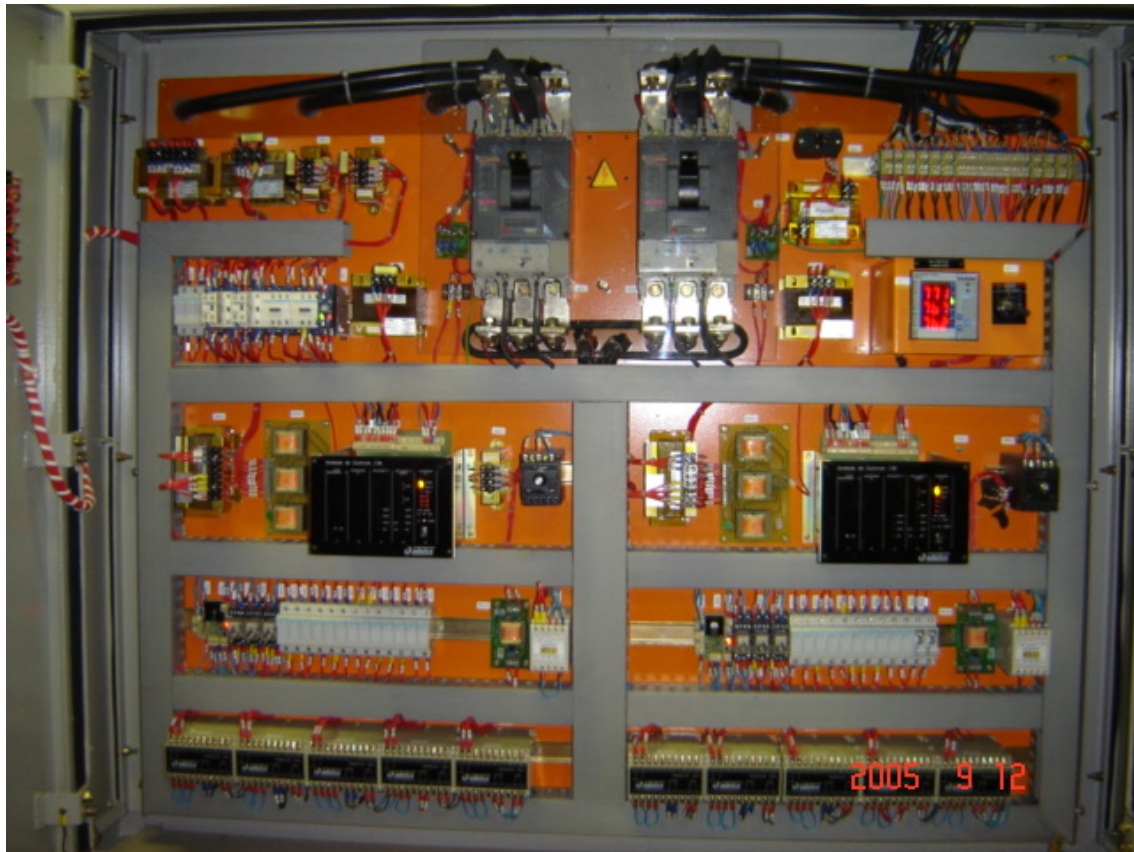
15:26:55 | PAINEL DA ZONA 1 ENCH REMOTO = 1 LOCAL = 0 (BIT01) | Ativo | \$System Ativos N/R: 6 | Reconh.

Figura 5 – Tela de Alarmes, simulando os alarmes dos novos painéis

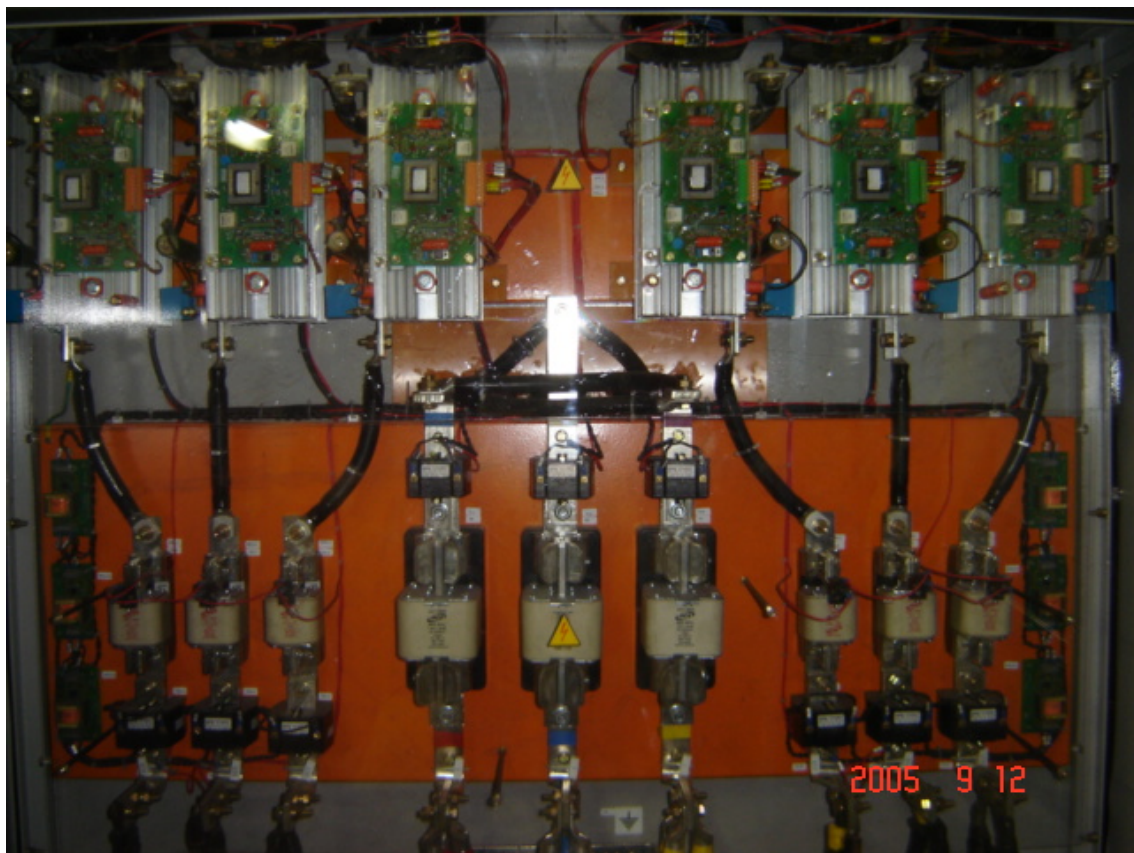
Nas Figuras 6, 7 e 8 temos as fotos do Painel Antigo da GE, e do Painel Novo da ADELCO.



Figura 6 - Painel antigo da GE vista do Disjuntor e dos Contatores



**Figura 7** – Painel novo da ADELCO, vista frontal



**Figura 8** – Painel novo da ADELCO, vista traseira

Nas Figuras 9 e 10 temos uma simulação das Formas de Onda na Carga, com 100% e 50% da Potência.

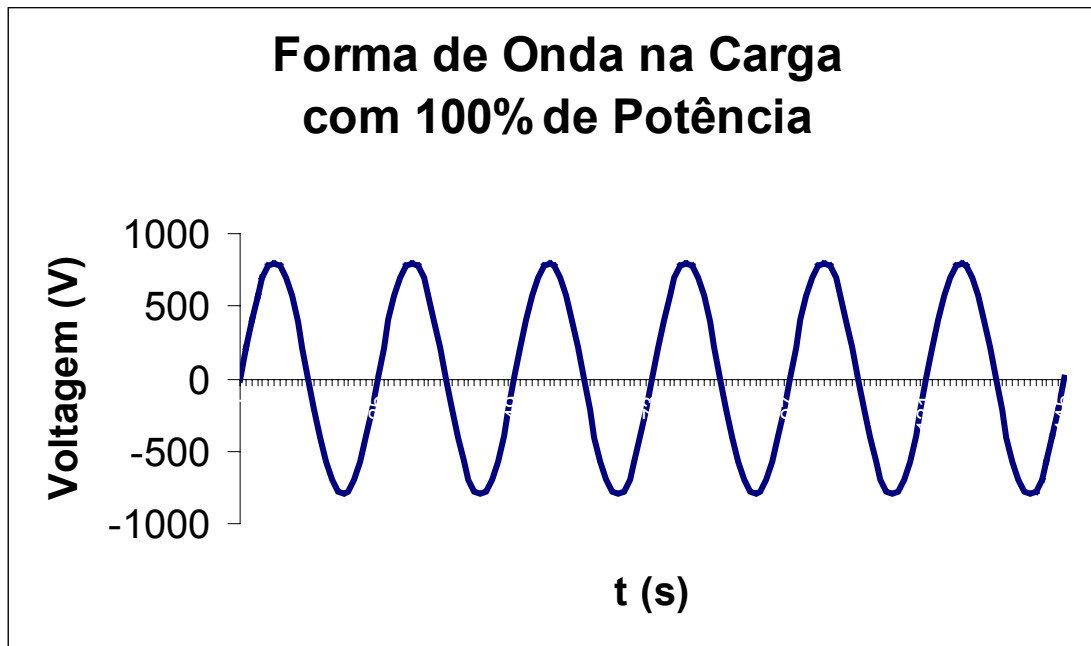


Figura 9 – Gráfico de Simulação da Forma de Onda na Carga com 100% de Potência

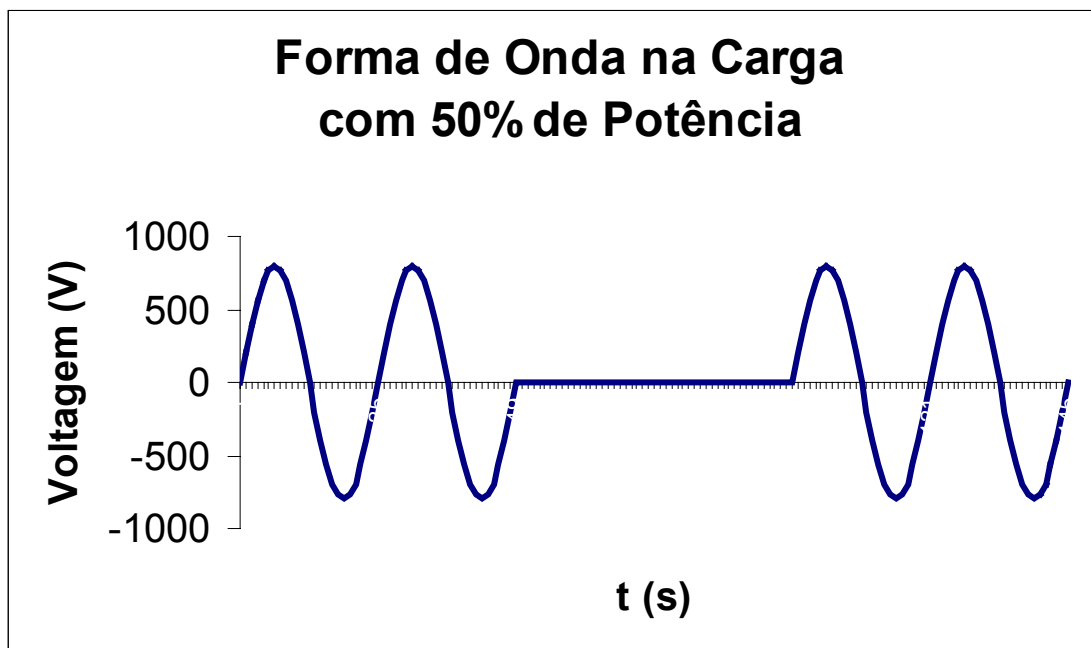


Figura 10 – Gráfico de Simulação da Forma de Onda na Carga com 50% de Potência

Gastos com a Implantação

3 Painéis de Conversores AC/AC Tiristorizados: R\$ 161.001,00.

Montagem e Instalação dos Painéis, Fornecimento e Lançamento de Cabos:  
R\$ 107.000,00.

Peças Sobressalentes: R\$ 8.000,00

**Total: R\$ 276.001,00.**



Testes realizados.

Em 01/08/2005 foi concluída a instalação do primeiro painel na Zona 1, e em 04/11/2005 foi concluída a instalação dos dois últimos painéis das Zonas 2 e 3 da Seção de Encharque do Forno, estando funcionando corretamente até o momento.

### **3 RESULTADOS**

#### **3.1 Estimativa do Custo de Desenvolvimento**

Todo projeto de Interface entre o painel ADELCO, o PLC HPC e o Sistema Supervisório In Touch foi realizado pela equipe constante do presente trabalho, inclusive a revisão dos desenhos relativos a esta parte.

Com isso tivemos uma redução estimada do custo de implantação de R\$ 250.000,00.

#### **3.2 Economia Anual com a Instalação dos 3 Painéis de Conversores AC/AC Tiristorizados**

Economia de 5% no Consumo de Energia Elétrica, devido a eliminação das perdas nos contatos dos Contatores de Potência, e pela melhor eficiência do Controle: R\$ 78.560,00/ano.

Economia no aumento da vida útil das Resistências: R\$ 40.500,00/ano.

Economia na Manutenção e Troca dos contatos dos Contatores antigos: R\$ 1.000,00/ano.

Economia na Mão de Obra para Revisão das Resistências:  
R\$ 10.116,00/ano

Total: R\$ 130.176,00/ano.

#### **3.3 Economia Total**

**R\$ 250.000,00 + R\$ 130.176,00 = R\$ 480.176,00**

#### **3.4 Resultados Gráficos**

Na Figura 4 vemos o resultado do controle de temperatura realizado após a implantação do trabalho, e na figura 3 vemos como era o controle de temperatura executado através dos painéis antigos.

#### **3.5 Segurança**

Maior segurança para os eletricitas, técnicos de processo e inspetores elétricos da LRCC #1, visto que este trabalho diminui bastante a necessidade de intervenções manuais nos painéis e inclusive o acesso ao interior do forno para executar reparo nas resistências.

#### **3.6 Meio Ambiente**

Menor consumo dos recursos naturais devido ao aumento da vida útil das resistências elétricas instaladas no Forno, e eliminação da necessidade de troca dos

contatos dos contatores de potência, bem como dos próprios contatores dos painéis antigos. E também economia de energia elétrica.

### **3.7 Moral**

Melhores condições de trabalho para os operadores.

## **4 DISCUSSÃO**

Temos neste novo controle as seguintes vantagens principais:

- 4.1 Melhor uniformidade da temperatura na respectiva Zona.
- 4.2 Menor consumo de energia elétrica, pois a temperatura não ultrapassa o valor pré estabelecido pelo operador.
- 4.3 Não há necessidade de ficar ligando e desligando o painel, como era feito no painel antigo.
- 4.4 Economia de manutenção nos contatores de potência, e que já não tem sobressalentes, havendo a necessidade de fazer adaptações no painel.
- 4.5 Maior vida útil das resistências de aquecimento por não sofrerem variações bruscas de potência, já que com o novo controle é possível executar uma rampa quando é necessário variar esta potência.
- 4.6 Controle totalmente automático, ao operador basta mudar o setpoint de temperatura quando necessário, de acordo com as características do material processado.
- 4.7 Monitoração on line das correntes e voltagens de cada Seção.
- 4.8 Monitoração on line do estado dos painéis.
- 4.9 Monitoração on line e histórico dos alarmes e eventos dos painéis.

## **5 CONCLUSÃO**

Após a implantação deste trabalho foi obtido um controle uniforme da temperatura na Seção do Encharque, economia de energia elétrica, melhores condições de segurança para os trabalhadores, evitou-se o consumo inadequado dos recursos naturais, e melhores condições de trabalho para os operadores, incidindo diretamente na moral dos mesmos.

### **Agradecimentos**

Agradecemos a todos que direta ou indiretamente colaboraram para a implantação deste trabalho.