

# **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 Anunciação <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; Forno; Automação; Temperatura.

<sup>1</sup> *Trabalho técnico apresentado ao X Seminário de Automação de Processos, 4 a 6 de outubro de 2006, Belo Horizonte – MG.*

<sup>2</sup> *Engenheiro Eletricista - Engenheiro Especialista da Gerência de Recozimento e Acabamento*

<sup>3</sup> *Técnico de Eletrônica – Inspetor Elétrico da Gerência de Recozimento e Acabamento*

## **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, Figura 1, estas zonas têm resistências compostas por fita kantal, que realizam o aquecimento do material na Seção do 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 Ampères 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. 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.

## **OBJETIVO**

O objetivo deste trabalho é permitir um controle automático da temperatura da Seção de Encharque, e ao mesmo tempo substituir painéis antigos com controle de potência por chaveamento de contatores, os quais não têm mais sobressalentes, por painéis de conversores AC/AC tiristorizados, que funcionam com modulação por trem de pulsos temporizados, configurados para que disparem sempre em zero grau, evitando a geração de harmônicos, principalmente devido ao fato da carga ser puramente resistiva. Com a possibilidade de ajustar a potência na carga desde 0 até 100%, foi desenvolvido 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.

## **MATERIAL 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 consequentemente 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 (Acionada)
- Também mostrados na Figura 1.

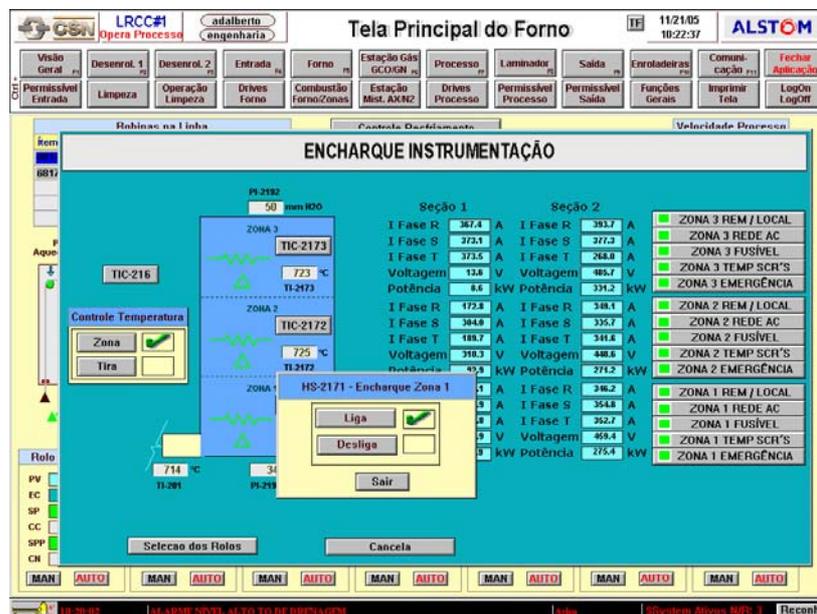


Figura 1. Tela nova da Seção de Encharque

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.

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

- 1- Modificações realizadas no Software do Sistema Supervisório In Touch
- 2- Modificações realizadas no Software do HPC FI
- 3- Revisões dos Desenhos da CSN

### Modificações Ralizadas no Software do Sistema Supervisório In Touch

- 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.

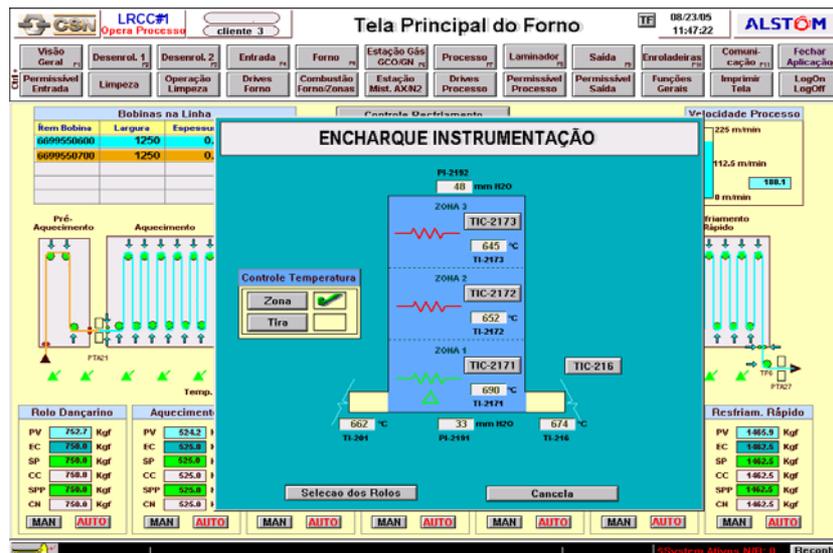


Figura 2. Tela antiga da Seção de Encharque

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

### Modificações Realizadas no Software do PLC HPC FI

- Foi configurado as Entradas Analógicas na tarefa Init\_ICV150, na T01.
- Foi criada a tarefa EA10 na T01 para ler os sinais de Entrada Analógica de Corrente e Voltagem dos Painéis.
- Foi criada a tarefa A\_OUT1, na T01, para ler os sinais de Saída Analógica de Referência e Voltagem para os Painéis.
- 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 da Zona 1 do Encharque. Na Figura 4 vemos o resultado do controle de temperatura realizado pelo novo painel, e na Figura 3 vemos como era o controle de temperatura executado pelos painéis antigos. Temos neste novo controle as seguintes vantagens principais:
  - Melhor uniformidade da temperatura na respectiva Zona.
  - Menor consumo de energia elétrica, pois a temperatura não ultrapassa o valor pré estabelecido pelo operador.
  - Não há necessidade de ficar ligando e desligando o painel, como era feito no painel antigo.
  - Economia de manutenção nos contatores de potência, e que já não tem sobressalentes, havendo a necessidade de fazer adaptações no painel.

- 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.
- Controle totalmente automático, ao operador basta mudar o setpoint de temperatura quando necessário, de acordo com as características do material processado.
- Monitoração on line das correntes e voltagens de cada Seção.
- Monitoração on line do estado dos painéis.
- Monitoração on line e histórico dos alarmes e eventos dos painéis.

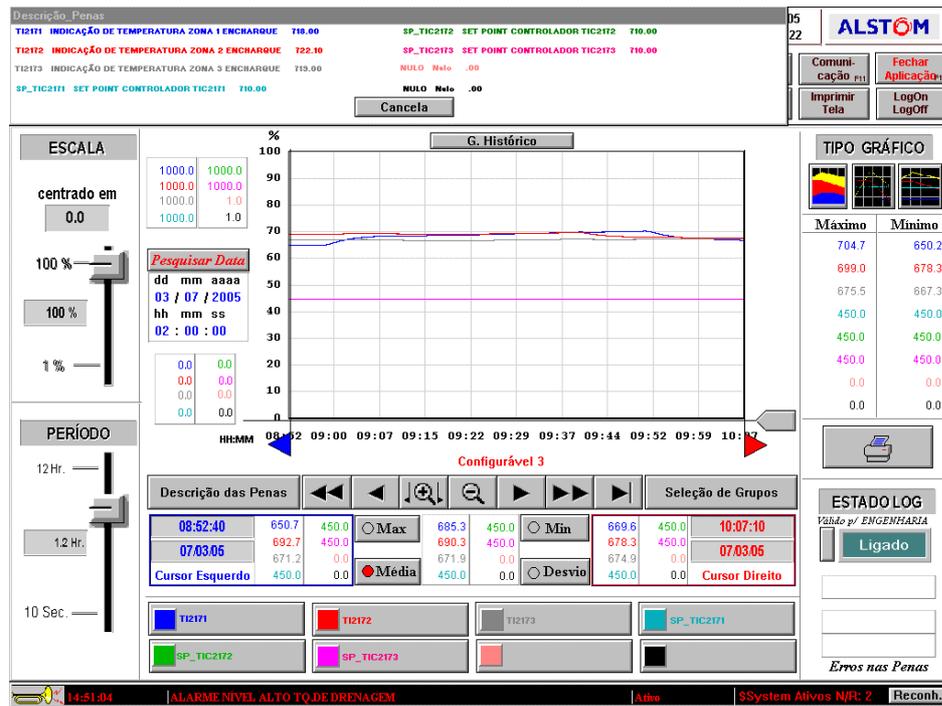


Figura 3. Curvas de Temperatura antes da Implantação do Controle

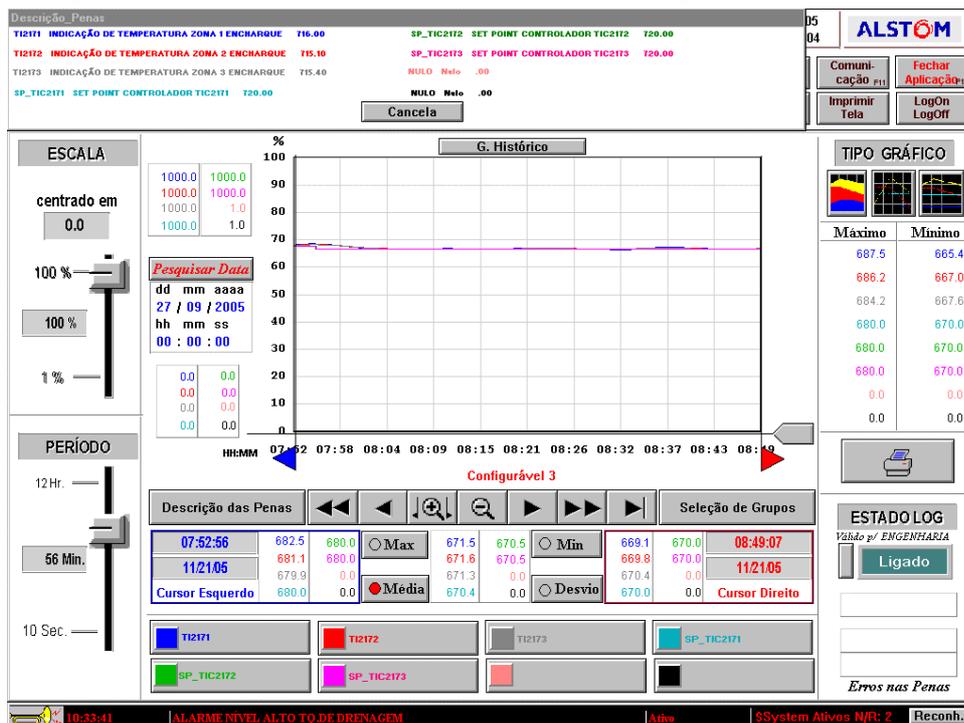


Figura 4. Curvas de Temperatura após a Implantação do Controle

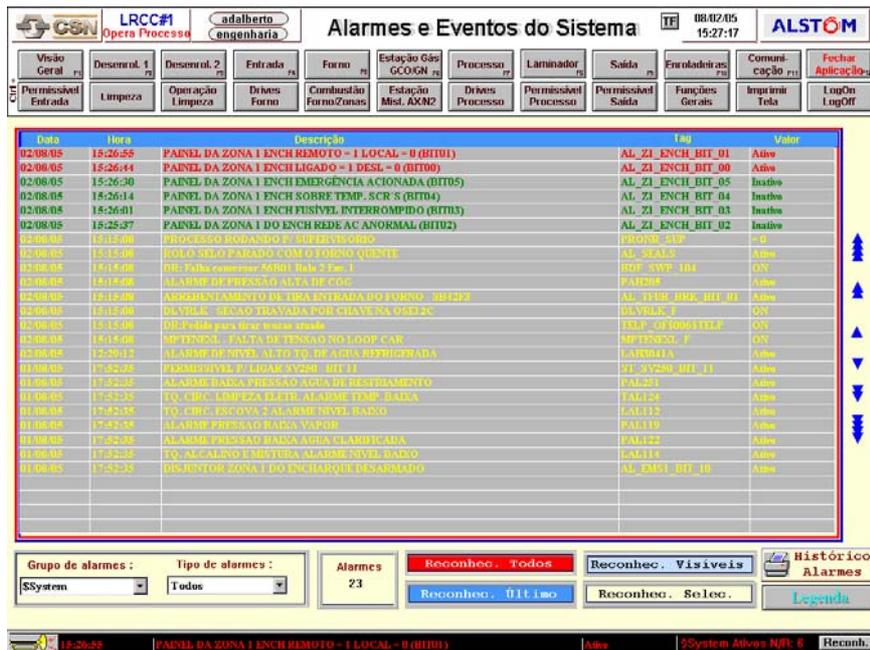


Figura 5. Tela de Alarmes e Eventos do Sistema, simulando os alarmes dos novos painéis

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

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

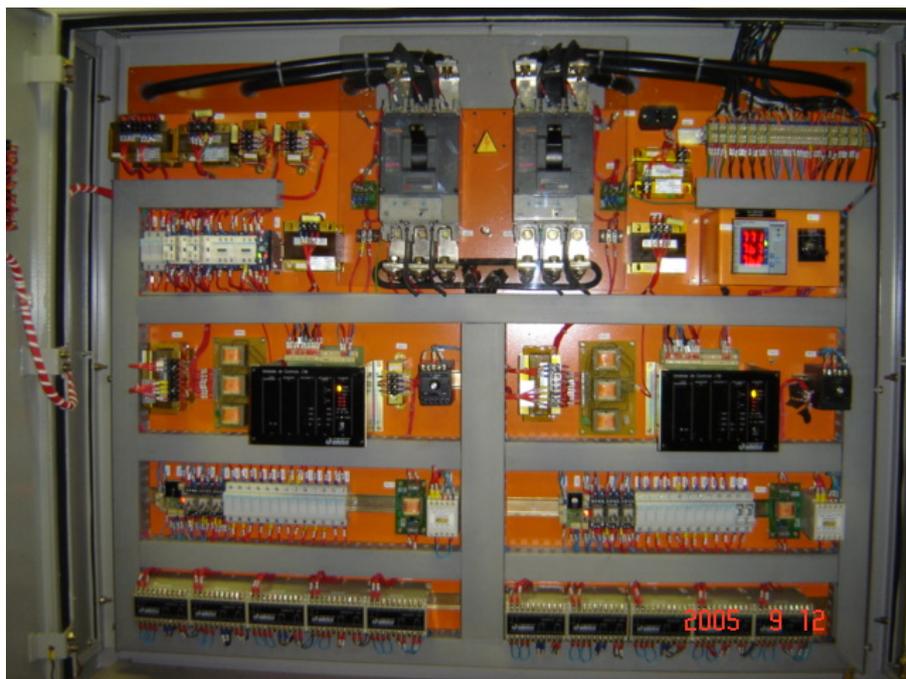
### 3- Revisões dos Desenhos da CSN.

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

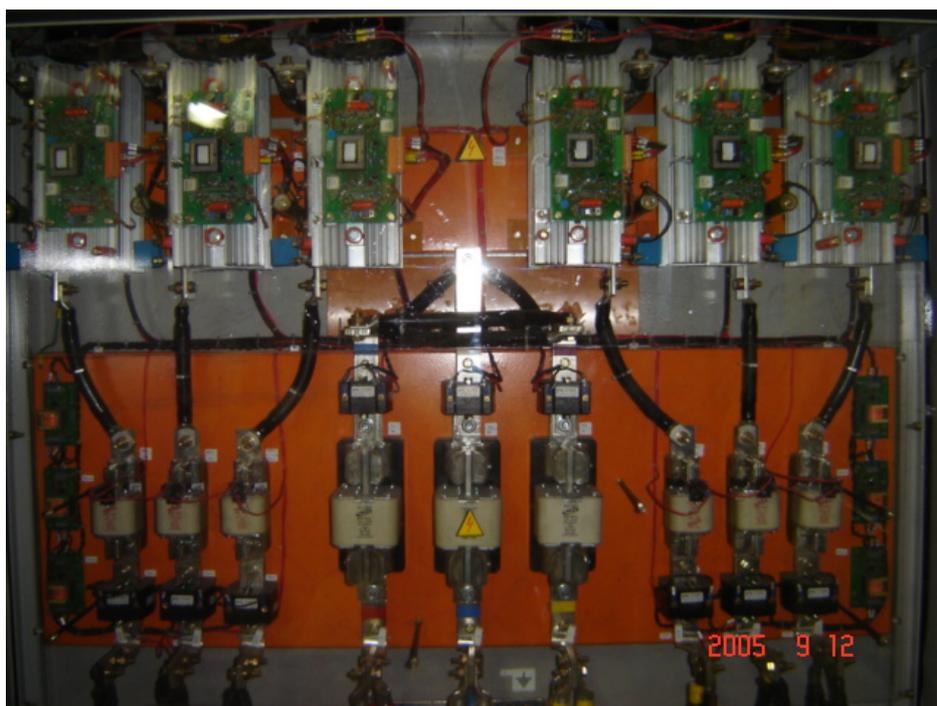
- 8 revisões nas Entradas Digitais Desenho DE35005, fls. 8, 10, 15, 16, 18, 20, 24, 26
- 3 revisões nas Saídas Digitais Desenho DE35009, fls. 31, 32, 35A
- 3 revisões nas Entradas Analógicas Desenho DE35011, fls. 11, 12, 13
- 2 revisões nas Saídas Analógicas Desenho DE35011, fls. 14, 15



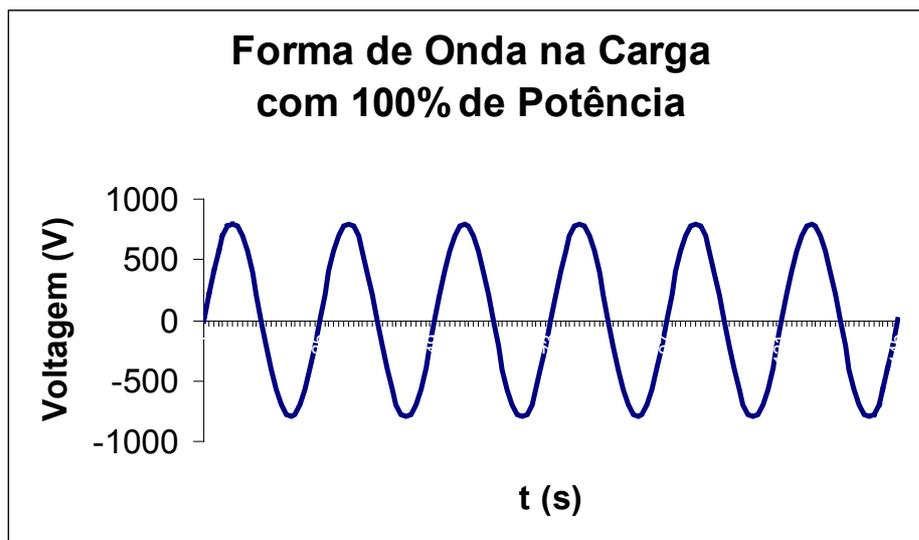
Figura 6. Painel antigo da GE vista do Disjuntor e do Contatores



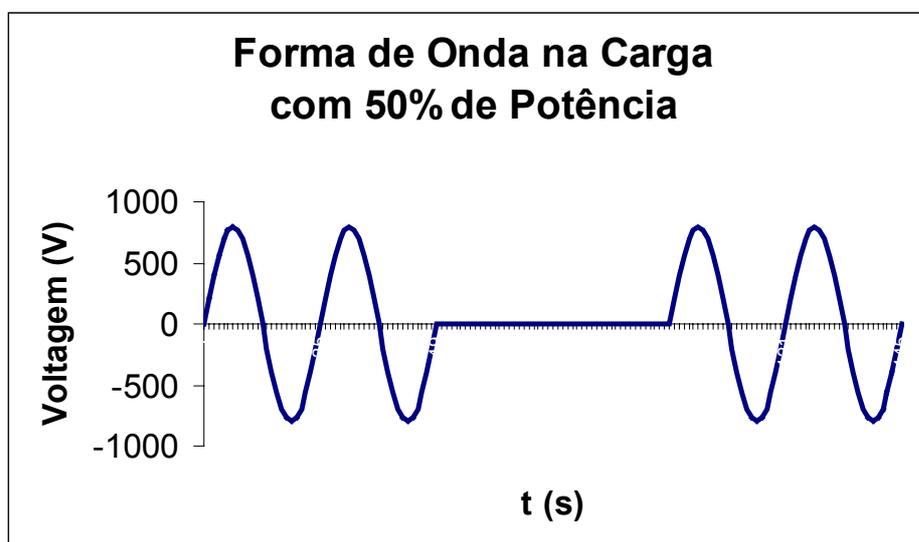
**Figura 7.** Painel novo da ADELCO, vista frontal.



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



**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

### 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.

### ESTIMATIVA DO CUSTO DE DESENVOLVIMENTO

Estima-se que o custo para desenvolver este projeto com o Software do PLC HPC, e do Sistema de Supervisão In Touch por terceiros, baseado nos preços atualmente cobrados para desenvolvimento de Engenharia, não seria menor do que: R\$ 250.000,00.

## **Segurança**

Maior segurança para os eletricitistas, técnicos de processo e inspetores elétricos da LRCC #1, visto que este trabalho diminui bastante a necessidade de intervenções manuais nos painéis.

## **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.

## **Agradecimentos**

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