

# IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA HIDRÁULICO DA MÁQUINA DE SOLDA<sup>1</sup>

Roberto Ferreira Evaristo<sup>2</sup>  
Ozenir Pereira de Lima<sup>3</sup>  
Valdir Cesar Nunes<sup>4</sup>  
Emilson Loche<sup>5</sup>

## Resumo

A tecnologia relacionada entre automação, sistemas mecânicos, hidráulicos, elétricos e eletrônicos, sustentados por meios computacionais, é o caminho para garantir e aumentar a competitividade do produto e da empresa, além de proporcionar melhoria nas condições de trabalho e de segurança das pessoas e das instalações. Com essa motivação, a equipe de manutenção das Linhas de decapagem contínua vem buscando desenvolver soluções em equipamentos obsoletos onde o acesso a informações processadas pelos novos dispositivos instalados possa alavancar uma maior qualidade do produto com menor custo e atender aos índices de avaliação, aumentando o MTBF (Tempo Médio entre Falhas) e diminuindo o MTTR (Tempo médio para Reposição das Funções). Este trabalho apresenta a troca do sistema hidráulico da máquina de solda de trinta anos, com bombas instaladas em carga e descarga, sem stand-by, nenhum sensoriamento e tanque em final de vida útil por um sistema com bombas de deslocamento variável, controle de nível, pressão e temperatura, supervisorio, trends, alarmes, monitoração dos acumuladores, horímetro e conexão com o sistema de controle principal da máquina por meio de rede industrial. Podemos destacar o sucesso na implantação do projeto em relação ao tempo de máquina parada, ajustes operacionais e testes e também nos primeiros resultados obtidos através da análise operacional em qualidade de solda, velocidade de equipamento e redução de down-time.

**Palavras-chave:** Automação; Motivação; Implantação; Qualidade.

## IMPLEMENTATION OF THE HYDRAULIC SYSTEM OF THE WELDING MACHINE

### Abstract

The technology related between automation, mechanical, hydraulic, electrical and electronics, supported by computational means, is the way to guarantee and enhance the competitiveness of product and company, and provide better working conditions and safety of people and facilities. With this motivation, a maintenance team of the continuous pickling lines has been seeking to develop solutions for obsolete equipment where access to information processed by the new installed devices can leverage a higher quality product at a lower cost and satisfy the evaluation indices, increasing the MTBF(mean time between failures) and reducing the MTTR(mean time to repair). This paper presents the change of the hydraulic system of the welding machine of the thirty years, with pumps installed in loading and unloading, without stand-by, no tank sensing and tank at the end of life for a system with variable displacement pumps, level control pressure e temperature, supervisory, trends, alarms, monitoring of accumulators, hour meter and connection to the main control system of the machine by means of industrial network. We highlight successful implementation of the project in relation the time spent for execution, operational adjustments and tests and also the first results obtained by operational analysis of weld quality, speed equipment and reducing down-time.

**Key words:** Automation; Motivation; Deployment; Quality.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao 67º Congresso ABM - Internacional, 31 de julho a 3 de agosto de 2012, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.*

<sup>2</sup> *Eng. Especialista em Decapagem (GGLQ – CSN).*

<sup>3</sup> *Técnico de Desenvolvimento Mecânico (GGLQ – CSN).*

<sup>4</sup> *Técnico de inspeção elétrica (GGLQ – CSN).*

<sup>5</sup> *Técnico de Desenvolvimento Especialista (GEM – CSN).*

## 1 INTRODUÇÃO

A Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) possui duas linhas de Decapagem contínua (LDC3 e LDC4) localizada entre o Laminador de Tiras a Quente (LTQ) e os Laminadores de Tiras a Frio (LTFs), cuja função principal é garantir uma limpeza superficial na tira de aço com remoção de carepa proveniente do processo anterior. Esse processo ocorre através do banho por imersão em ácido clorídrico (HCl) em cinco tanques divididos por seção e ao final deles quatro etapas de lavagem e secagem do material. Para atingir uma produção anual de 3 Mt/ano é necessário um fluxo contínuo do material processado 24 horas por dia e um dos principais equipamento responsável por atingir essa meta é a Máquina de Solda.

Estando localizada na seção de entrada, a Máquina de Solda tem por finalidade unir ponta e cauda de bobinas distintas abastecidas de forma seqüencial. De fabricação da Osaka Transformers nos anos 70, sofreu um revamping em 2001,<sup>(1)</sup> pela empresa Taylor Winfield para atualização tecnológica e atendimento ao novo mix de produção que o mercado exigia naquela época. Na figura abaixo é apresentado o Layout básico dos equipamentos das LDCs.

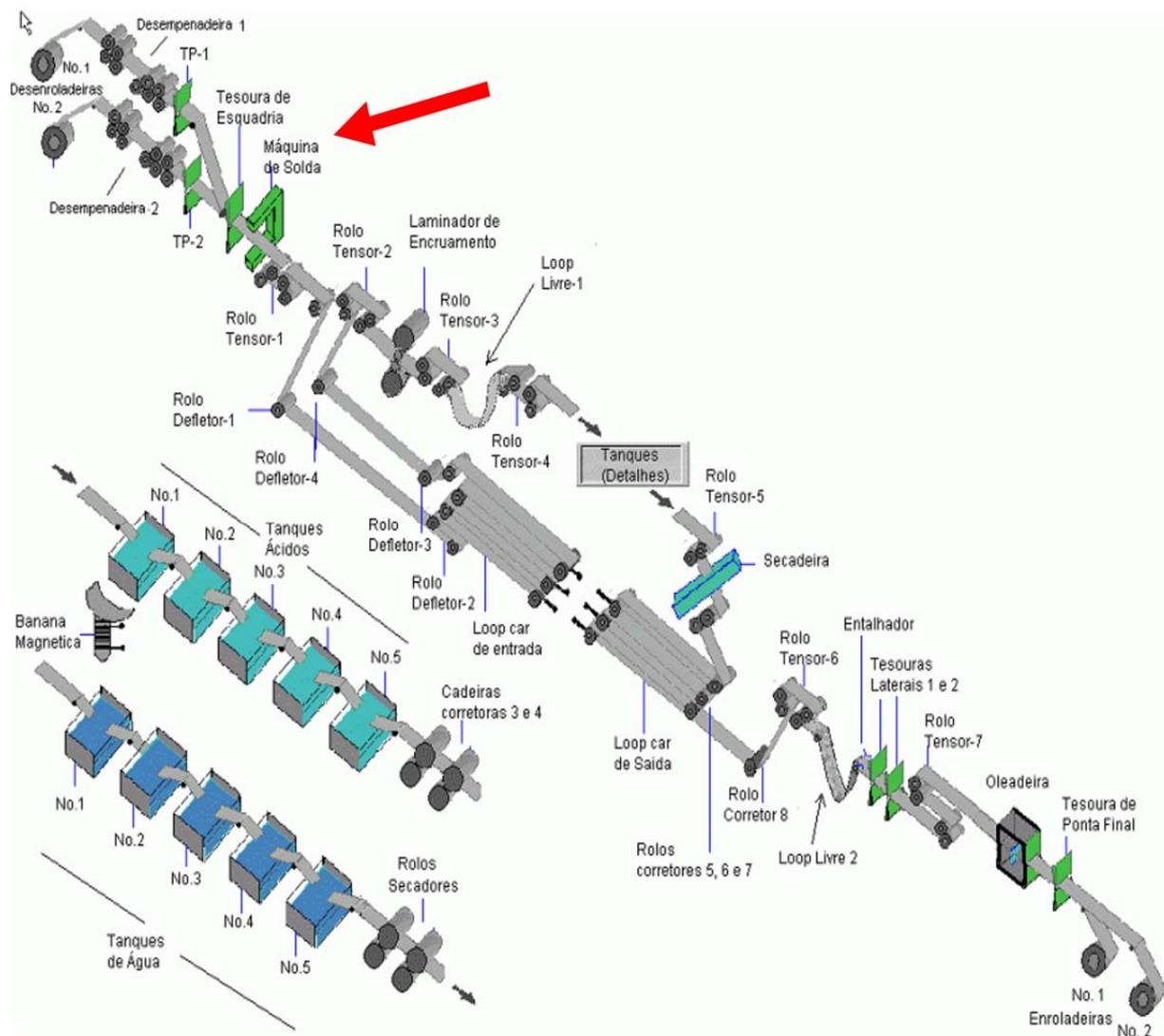


Figura 1 - Layout básico da Decapagem.

Do tipo Flash Butt,<sup>(2)</sup> a Máquina de solda consiste basicamente de dois transformadores conectados a dois eletrodos a qual chamamos de Dies, por onde circulará a corrente que irá preparar o material para o processo de soldagem através de um curto controlado por movimento de uma mesa móvel de entrada contra uma mesa fixa de saída. Os secundários estão conectados aos Dies que estão conectados a essas mesas. Na figura abaixo podemos ver de forma simplificada a sequência do processo de soldagem. No instante inicial a ponta e a cauda dos materiais estão separadas por uma distância calculada. Em seguida a fase de Pré-aquecimento, onde ocorrerá o centelhamento e a geração de calor necessário para o forjamento das duas peças.<sup>(3)</sup> O resultado, após o ciclo completo é uma junta tão forte e resistente como o metal base.

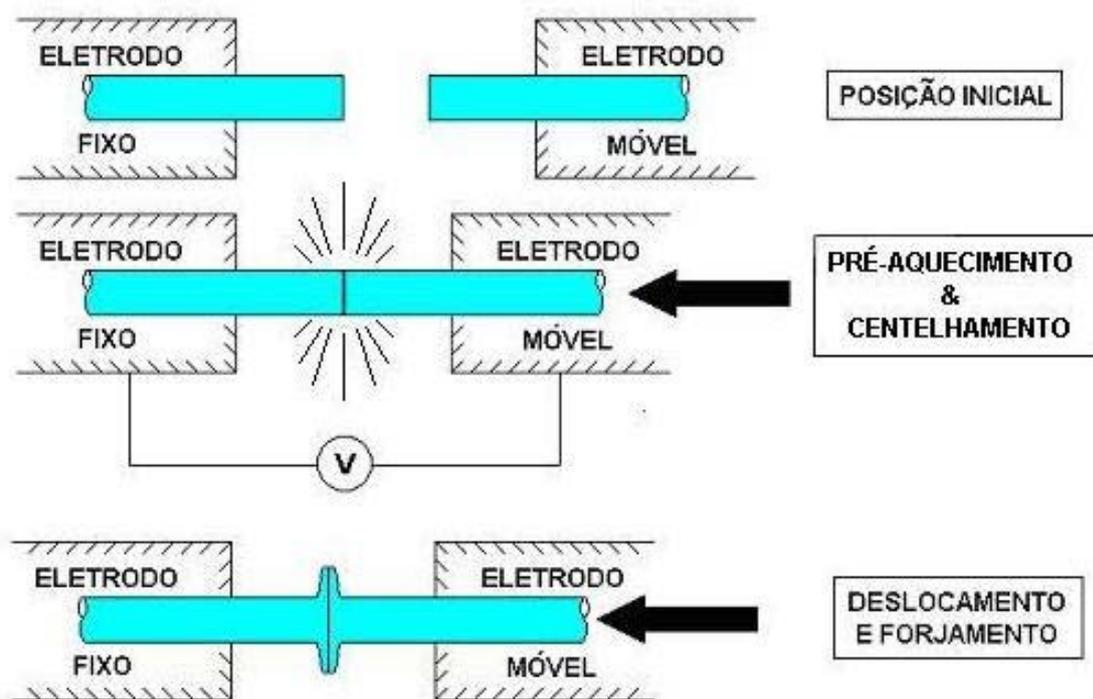


Figura 2 - Fases do processo de solda.

Todo esse processo é conduzido por movimentos bem controlados e hidraulicamente acionados por uma unidade geradora central instalada pela Osaka por ocasião do start-up a aproximadamente 35 anos. Ao longo do tempo com a deterioração do reservatório, obsolescência dos componentes esse sistema tornou-se um grande problema para o pessoal de manutenção e um ponto de restrição para se alcançar melhores resultados em termos de qualidade e repetibilidade da solda. Esse trabalho apresenta o desenvolvimento para a troca desse sistema hidráulico e a incorporação de ferramentas de controle e supervisão sustentados por equipamentos de automação, sensores de última geração e a inserção de novas variáveis em toda malha de controle existente.

Pretende-se ao longo desse trabalho alcançar os seguintes objetivos:

- Objetivo Geral:
  - garantir um alto índice de qualidade e confiabilidade nas soldas realizadas e reduzir os índices de emergência nas Máquinas de Solda das LDCs 3 e 4.

- Objetivos Específicos:
  - atualizar tecnologicamente os equipamentos da M.S;
  - aumentar o MTBF e diminuir o MTTR;
  - monitorar todas as variáveis hidráulicas;
  - criar histórico de variáveis;
  - garantir repetibilidade no processo de solda;
  - interligar os PLC's através de rede industrial;
  - garantir no mínimo 90% de cumprimento de solda para enrolar; e
  - gerar alarmes e criar tendências.

## 2 DESENVOLVIMENTO

As principais variáveis envolvidas no processo de Flash Butt Welding são tempo de processo, deslocamento, corrente de soldagem e velocidade de avanço. As figuras abaixo mostram o gráfico com as curvas reais obtidas em uma das máquinas da Decapagem e os gráficos de corrente e deslocamento ideais para esse tipo de máquina. A idéia do grupo era aproximar ao máximo os valores ideais dos valores obtidos na prática e garantir que isso se repetisse em toda grade de soldagem existente no mix de produção da CSN.

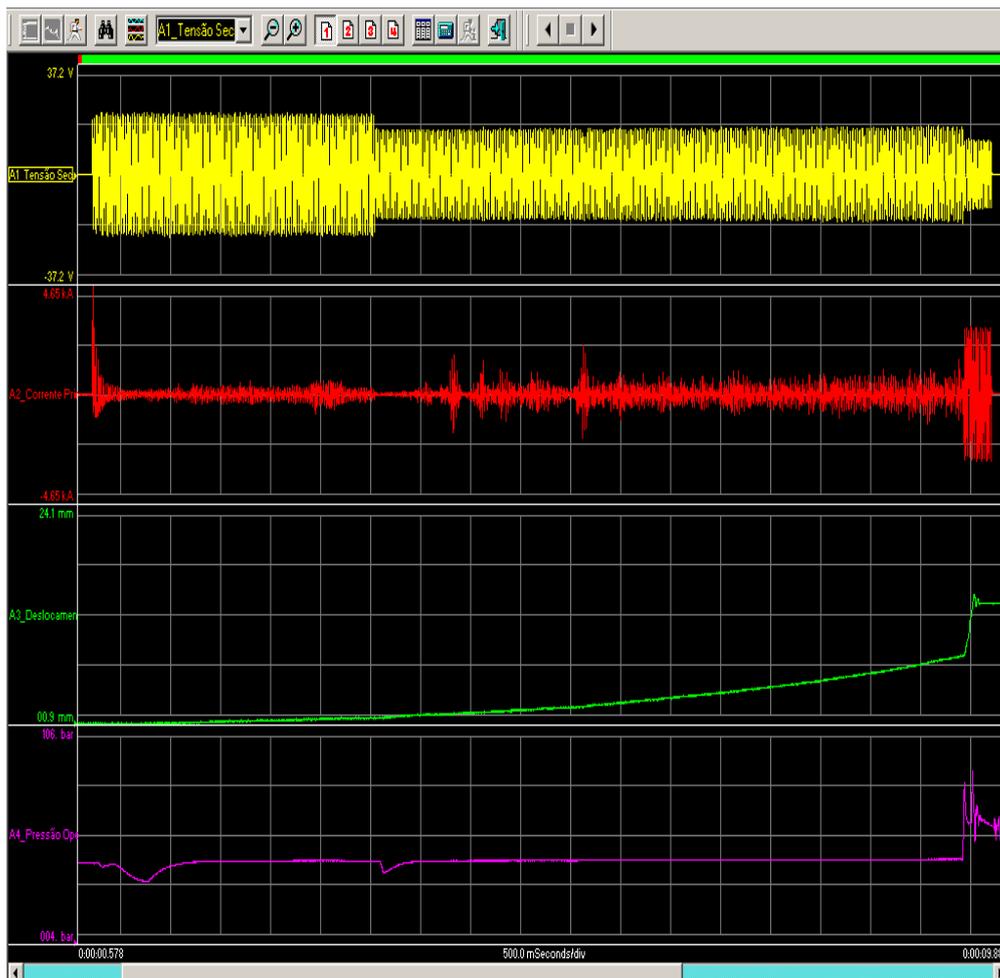


Figura 3 - Curvas reais de solda.

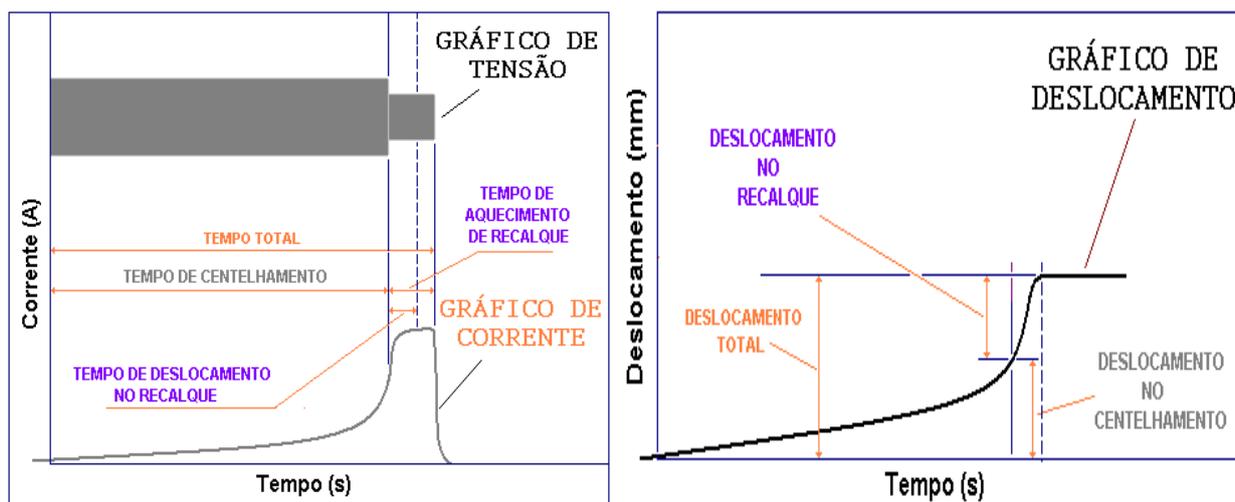


Figura 4 - Curvas de solda ideais.

Após análise dos especialistas na área de hidráulica e automação em conjunto com o pessoal de manutenção foram levantados os dados para elaboração e condução do trabalho e as seguintes propostas foram priorizadas.

- trocar o sistema hidráulico;
- instalar CLP para comando e controle do S.H;
- instalar Soft-Starters para partida de bombas;
- implantar sistema de Supervisão;
- interligar todos os controladores através de rede; e
- monitorar variáveis relacionadas.

## 2.1 Trocas do Sistema Hidráulico

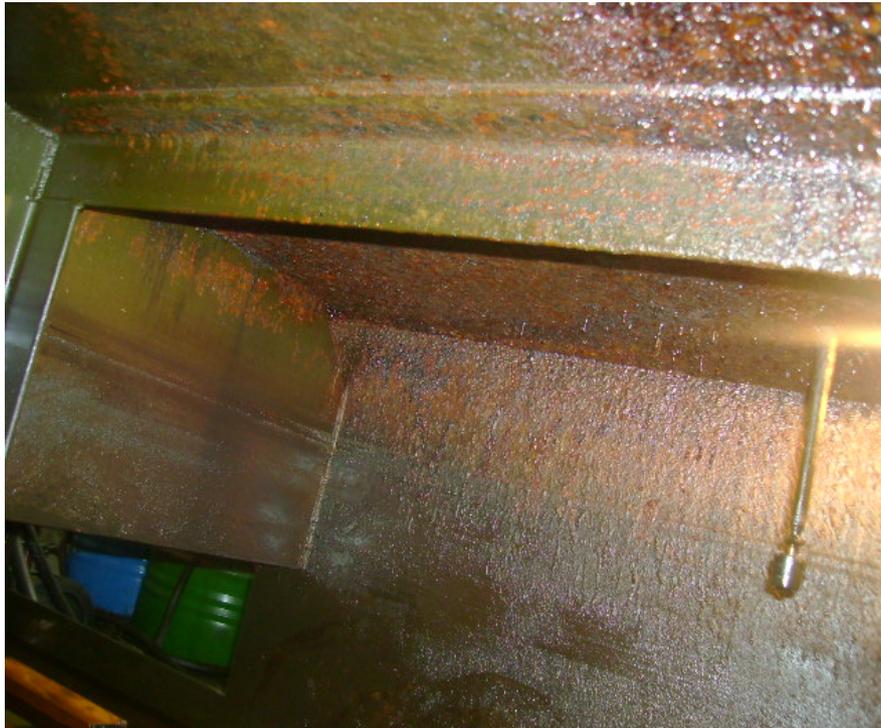
O sistema anterior era de fabricação Yuken com tecnologia totalmente ultrapassada e tinha as seguintes características e problemas:

- 2 bombas duplas de palheta sobre reservatório trabalhando em carga/descarga, provocando aquecimento no sistema;
- sem bomba Stand-by;
- sistema de filtragem e refrigeração deficiente;
- alto índice de contaminação;
- tampa do reservatório com aberturas que facilitavam a entrada de partículas sólidas;
- ferrugem dentro do reservatório;
- bomba fora de linha de fabricação desde 2009;
- vazão das bombas estava abaixo do necessário ( $203,5 \times 2 = 407$  l/min); e
- queima de bomba por entrada de ar.

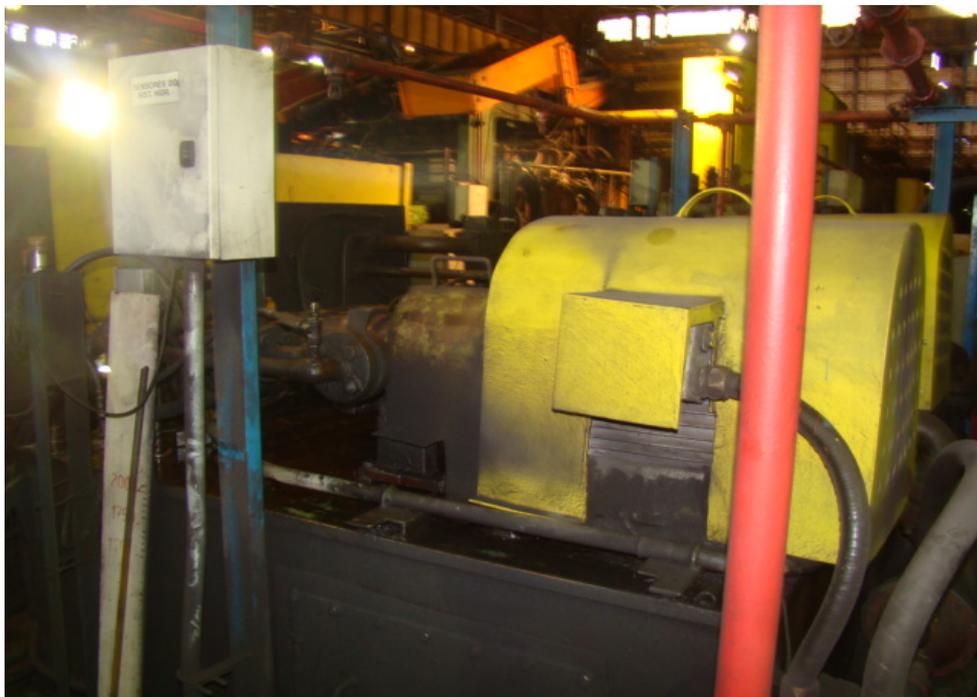
O sistema atual é de fabricação Yuken e tem as seguintes características:

- 3 bombas com pistões axiais afogadas com deslocamento variável;
- 1 bomba stand-by;
- bombas afogadas evitando entrada de ar e melhor eficiência de sucção;
- sistema de filtragem e refrigeração  $3 \mu$ ;
- aumento da vazão das bombas ( $250 \times 2 = 500$  l/min);
- indicador de vazão nos drenos das bombas; e
- utilização mínima de água pelo aumento da área de troca de calor.

As Figuras 5 e 6 mostram o estado do reservatório e a parte externa do sistema antigo.



**Figura 5 - Reservatório antigo.**



**Figura 6 - S.H antigo.**

A Figura 7 mostra uma visão panorâmica do novo sistema hidráulico.



Figura 7 - S.H atual.

## 2.2 Instalação de CLP para Comando e Controle do S.H

Em 2010, o equipamento responsável pela matriz de solda e pelo modelo matemático do posicionamento da máquina, o “Compuweld” foi atualizado e nessa troca alguns equipamentos foram desativados. E um deles foi o CLP DA Rockwell SLC 500,<sup>(4)</sup> que ainda é um equipamento bastante utilizado no mercado e com um grande potencial. Para redução de custos e reutilização do equipamento a equipe decidiu aproveitar esse CLP no controle e comando do novo sistema. Suas características foram mais do que suficiente para suprir todos os trabalhos idealizados no projeto. A Figura 8 mostra como ficou instalado o Controlador no novo sistema hidráulico.



Figura 8 - Foto do CLP do Novo S.H.

A programação criada para atender todas as necessidades do projeto foi elaborada 100% pelo pessoal CSN e a linguagem utilizada foi a Ladder.

### 2.3 Instalação de Soft-Starters para Partidas de Bomba

Num sistema de partida direta o conjunto motor-bomba sofre muito desgaste durante a partida. No motor os picos de corrente a cada partida prejudicam o isolamento e no conjunto mecânico os golpes de ariete diminuem a vida útil da bomba e das tubulações. Então, para ligar as bombas decidiu-se instalar sistemas de partidas e paradas suaves com controle de tempo para aceleração e desaceleração. O equipamento utilizado atualmente é o Altistart da Schneider Eletric no modelo ATS48D75Y. Interligado com o CLP o equipamento envia sinais analógicos para monitoração da corrente pelo supervisório.



Figura 9 - Soft-Starters dos motores.

### 2.4 Implantação do Sistema de Supervisão

O sistema de supervisão escolhido para compor o novo Sistema Hidráulico é da mesma plataforma do CLP, o RSView32 da Rockwell,<sup>(5)</sup> e todas as telas também foram desenvolvidas 100% pelo pessoal CSN. A esse sistema foram inseridas várias ferramentas de controle e supervisão, na qual destacamos.

- horímetro das bombas;
- indicação de nível;
- indicação de temperatura;
- indicação de pressão;
- status dos sensores;
- status das válvulas;
- indicação e sumário de alarmes;
- sinótico;

- teclas de acesso;
- partida das bombas;
- trends;
- monitoração em tempo real; e
- históricos.

A Figura 10 mostra a tela principal com o sinótico totalmente fiel do sistema hidráulico instalado.

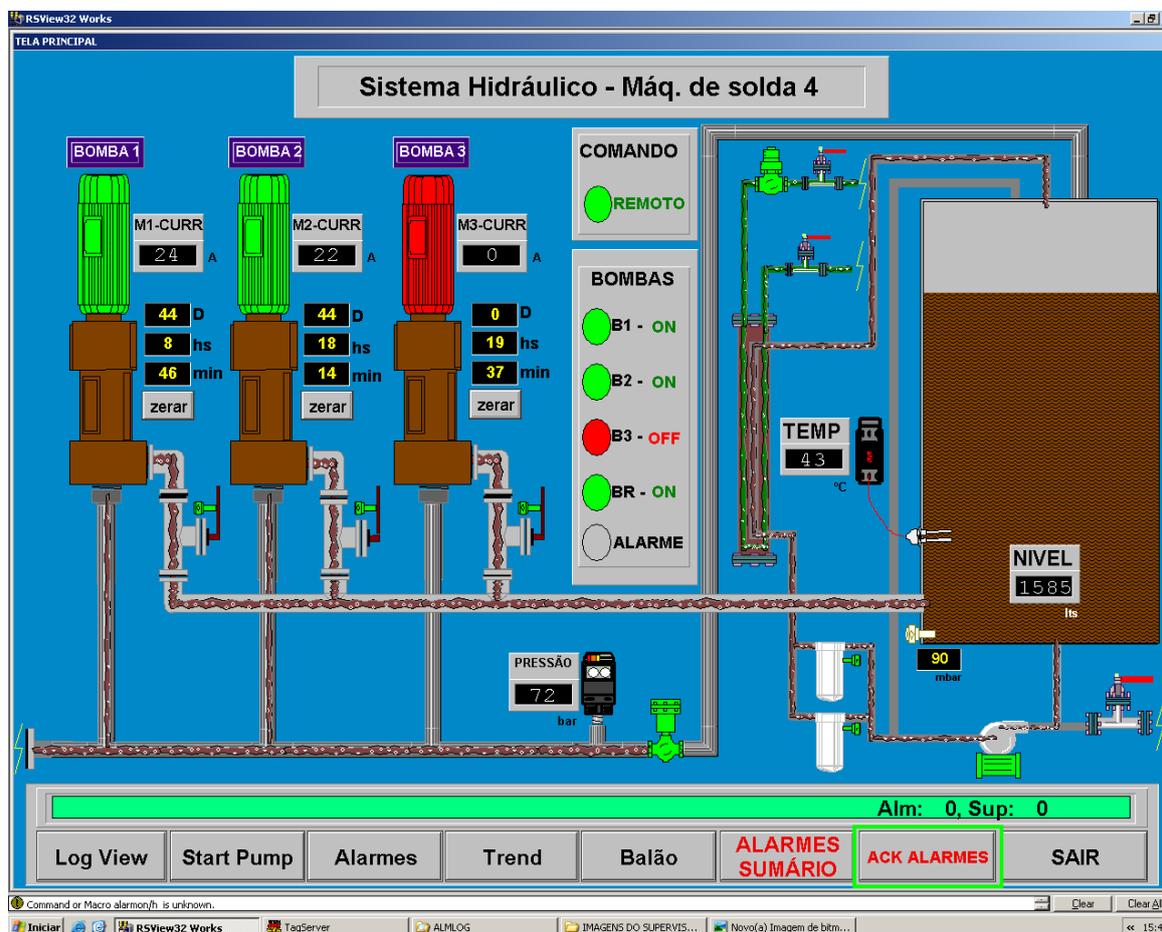


Figura 10 - Tela do Supervisório.

## 2.5 Interligação de Todos Controladores através de Rede

A máquina de solda antes desse trabalho era comandada por dois PLCs, um PLC 5/40 da Rockwell para todo o controle de seqüenciamento da máquina e geração de mensagens de falhas de comando e o outro, um ControlLogix também da Rockwell,<sup>(6)</sup> responsável pelo controle de posição, tipo de operação e calibração. O primeiro está montado dentro do painel lógico instalado na sala de controle elétrico das LDCs e o segundo está montado dentro do compartimento do Compuweld na cabine de operação de entrada. A troca de sinais entre os dois equipamentos eram feitas de forma discreta e o acesso ao programa aplicativo acontecia no local através de uma comunicação serial RS232. O supervisório existente no Compuweld só comunicava com o Controllogix e nenhuma variável do painel lógico poderia ser inserida.

Como mencionado acima, com a implantação desse trabalho mais um CLP foi inserido no equipamento Máquina de solda, o SLC 500 da Rockwell. Para que esses

três equipamentos não ficassem trabalhando de forma isolada, foi criada uma rede DH+,<sup>(7)</sup> para interligar todos esses equipamentos e facilitar a troca de informações, inserções de variáveis e facilidade de manutenção. A Figura 11 mostra como ficou distribuída a nova rede.

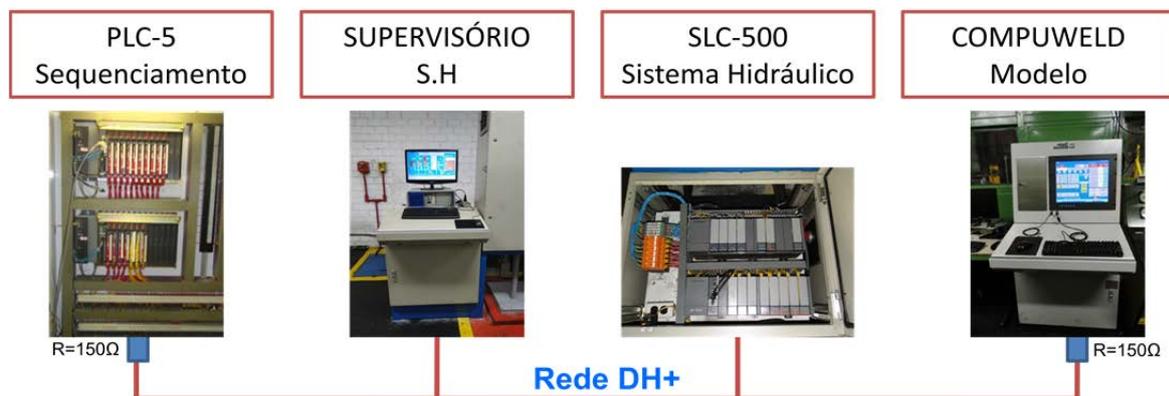


Figura 11 - Rede DH+.

## 2.6 Monitorações de Variáveis Relacionadas

Com a implantação do supervisório e sua grande capacidade de manipulação de Tags algumas variáveis importantes para a supervisão que não faziam parte diretamente da implantação do novo S.H foram inseridas. Uma conquista importante foi a possibilidade de monitorar a pressão do acumulador hidráulico para a etapa de recalque do processo de soldagem. Esse acumulador é composto por uma câmara de borracha pressurizada por nitrogênio e qualquer falha ou descalibração pode provocar conseqüências terríveis para a solda. Para a monitoração foi instalado um sensor de pressão ligado ao CLP do sistema hidráulico. A Figura 12 mostra a tela do supervisório com uma monitoração histórica da variável.

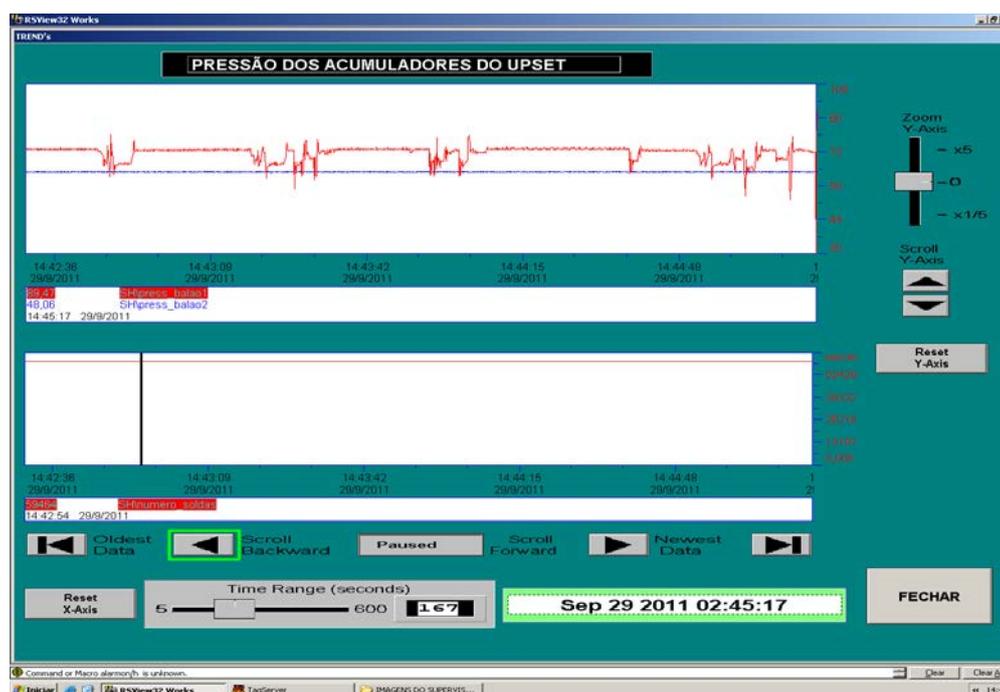


Figura 12 - Tela do Supervisório.

### 3 RESULTADOS

Após dois meses do sistema implantado alguns resultados foram instantâneos e outros caminham para comprovar o sucesso total da implantação.:

- diminuição do *down-time* de entrada em função do aumento de velocidade;
- não houve arrebitamento após a instalação dos novos s.hs;
- maior confiabilidade, proporcionando uma maior repetibilidade da solda;
- não houve nesse período ocorrência de manutenção no circuito de geração de energia hidráulica;
- solução de problemas por análise de históricos das variáveis e geração de alarme;
- melhor acesso para execução de trabalho; E
- - área ao redor da máquina de solda melhor apresentada.

#### 3.1 Ganhos de Produtividade

O principal ganho de produtividade é em função da redução do Down-time de entrada das Linhas de Decapagem, conforme mostrado no gráfico da Figura 13.

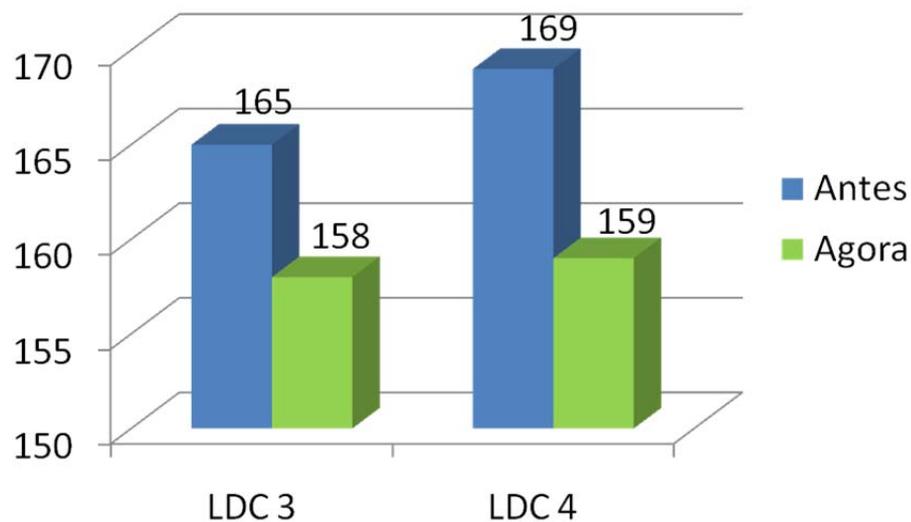


Figura 13 - Gráfico de Down-time de entrada.

- Produtividade média anterior  
180 t/hora
- Produtividade média atual  
182 t/hora

#### 3.2 Economia em R\$/t

- Custo hora do equipamento  
LDC 3: R\$ 7.745,72  
LDC 4: R\$ 6.680,88

- Gasto em R\$/t para produtividade de 180 t/hora  
 LDC 3 →  $7745,72/180 = 43,04$   
 LDC 4 →  $6680,88/180 = 37,12$
- Gasto em R\$/t para produtividade de 182 t/hora  
 LDC 3 →  $7745,72/182 = 42,56$   
 LDC 4 →  $6680,88/182 = 36,71$
- Economia em R\$/t  
 LDC 3: **0,47**  
 LDC 4: **0,41**

**Tabela 1.** Ganhos de produtividade em R\$/t – Quadro resumo

	<b>LDC 3</b>	<b>LDC 4</b>
<b>Produtividade média anterior (t/hora)</b>	180	180
<b>Produtividade média atual (t/hora)</b>	182	182
<b>Custo hora do equipamento (R\$/t)</b>	7.745,72	6.680,88
<b>Gasto para produtividade de 180t (R\$/t)</b>	43,04	37,12
<b>Gasto para produtividade de 182t (R\$/t)</b>	42,56	36,71
<b>Economia em R\$/t</b>	0,47	0,41

### 3.3 R\$/ano pelo Aumento da Disponibilidade

Emergência:  $790 \text{ min} / 8 \approx 100 \text{ min/mês} \rightarrow 1,40 \text{ h/mês}$

$1,40 \text{ h/mês} * 92,20 \text{ (utilização média)} * 182 \text{ t/h} \rightarrow 234,926 \text{ t/mês}$

$97,39 \text{ R$/t (Ganho de margem atual)} * 234,926 \rightarrow \text{R\$ } 22.879,44$

**Ganho Anual: R\$ 274.553,32**

## 4 CONCLUSÃO

- Com dois meses de funcionamento o sistema detectou um problema na máquina em função da geração de alarme de pressão alta. Através da análise foi possível encontrar o problema no amortecedor do cilindro da rebarbadora.
- Através da interligação dos equipamentos em rede foi possível montar uma tela de status do Sistema Hidráulico no Supervisório do Compuweld na cabine de operação de entrada, o que facilita o trabalho do operador numa eventual falha.
- A instalação do novo sistema hidráulico nas LDCs abre espaço para novas modificações no conjunto da máquina de solda, entre elas podemos destacar

a troca do banco de válvulas hidráulicas e o novo sistema de servo controle da mesa móvel de entrada.

- A implantação mostrou toda capacidade da equipe de manutenção elétrica da GMD, pois toda instalação, programa do CLP, construção do Supervisório, montagem dos Soft-Starters criação da rede DH+ foram 100% desenvolvidas por pessoal próprio.
- A busca para o desenvolvimento técnico de pessoas e equipamentos sem dúvida é fundamental para o ambiente de trabalho, pois garante um resultado eficaz para o progresso, aumenta o nível de conhecimento e a motivação do grupo.

## REFERÊNCIAS

- 1 COMPANHIA SIDERURGICA NACIONAL, 62" Combination Flash Butt Welder Upgrades for Pickle line Training, USA, 2001.
- 2 TAYLOR WINFIELD CORPORATION, Upgrades for 62" Osaka Combination Flash Butt welder, USA, 2001.
- 3 WILKIPEDIA, Zona Termicamente Afetada. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Zona\\_termicamente\\_afetada](http://pt.wikipedia.org/wiki/Zona_termicamente_afetada)> Acesso em: 15 set. 2011..
- 4 MONTEIRO, A.M. Automação Industrial. Rio de Janeiro: FATEC, 2004
- 5 ROCKWELL AUTOMATION, Performance e Visibility. Disponível em: <<http://www.rockwellautomation.com/rockwellsoftware/performance/view32/> > Acesso em: 16 set. 2011.
- 6 RIBEIRO JUNIOR, J.E. Teoria de Controle Supervisório de Sistemas a Eventos Discretos. Rio Grande do Sul: UFSC, 2001.
- 7 ROCKWELL AUTOMATION, Rede de Comunicação Data Highway Plus (DH+). Disponível em: <[http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/sg/1785-sg001\\_-pt-p.PDF](http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/sg/1785-sg001_-pt-p.PDF)> Acesso em: 16 set. 2011.