

AUTOMAÇÃO DA ETE-CC 2/3¹

Frederico Takashi Di Tanno Sinzato²
João Paulo Leite Esteves³
Rafael Soares de Souza⁴
Lúcio Nascimento Gomes⁵
Leonardo Paiva Santos⁶

Resumo

A presente contribuição técnica apresenta os resultados da implantação de um sistema completo de automação da ETE-CC 2/3 (Estação de Tratamento de Efluentes das Máquinas de Lingotamento Contínuo 2 e 3 da CSN), melhorando a confiabilidade e o modo de operação da planta. O sistema implantado tem as seguintes características: operação e monitoração remota de todos os equipamentos da Estação; estações de operação, PLC's, redes de comunicação e nobreaks redundantes; possibilidade de controle local dos equipamentos independente da automação; utilização de sistema de controle e monitoração sem fio para os filtros; registro de todas as variáveis do processo.

Palavras chave: Automação; Confiabilidade.

AUTOMATION OF ETE-CC 2/3

Abstract

The present technical contribution presents the results of the implantation of a complete automation system of the ETE-CC 2/3 (Effluent Treatment Station of Continuous Casting Machine 2 and 3 of CSN), improving the reliability and the operation mode of the plant. The implanted system has the following features: remote operation and remote monitoring of all equipments of Station; redundancy of operation stations, PLC's, communication networks and UPS; possibility of local control of equipments without automation system; wireless system of control and monitoring for the filters; recording system for all process variables.

Key words: Automation; Reliability.

¹ *Contribuição técnica ao 30º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 24º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 19 a 21 de agosto de 2009, São Paulo, SP*

² *Engenheiro Eletricista – Engenheiro de Produção - Companhia Siderúrgica Nacional - CSN*

³ *Engenheiro Eletricista – Gerente de Projetos - Companhia Siderúrgica Nacional - CSN*

⁴ *Técnico de Eletrônica – Técnico de Automação - Companhia Siderúrgica Nacional – CSN*

⁵ *Técnico de Eletrônica – Técnico de Instrumentação - Companhia Siderúrgica Nacional – CSN*

⁶ *Engenheiro Eletricista – Inspetor de Manutenção Elétrica - Companhia Siderúrgica Nacional – CSN*

1 INTRODUÇÃO

O objetivo principal do trabalho foi melhorar a confiabilidade e as condições operacionais da estação, especialmente pelo tamanho, importância e da quantidade de equipamentos. Com o trabalho permite-se que se opere a planta com maior precisão, rapidez e segurança, uma vez que o operador pode controlar e monitorar qualquer equipamento da ETE-CC 2/3 da sala de controle.

Todo o trabalho teve também como objetivo fazer a troca de todo o sistema de controle sem impacto da produção, utilizando as paradas de manutenção das máquinas de lingotamento contínuo para as transferências de sistema.

A água utilizada no processo de lingotamento contínuo pode ser dividida em dois circuitos: circuito fechado e circuito aberto. O objetivo da Estação de Tratamento de Efluentes das Máquinas de Corrida Contínua 2 e 3 (ETE-CC 2/3) é reciclar a água dos circuitos aberto e fechado proveniente do processo, como forma de inibir a ocorrência de problemas e assegurar uma performance operacional otimizada para a planta. A água deve retornar às máquinas de lingotamento com temperatura adequada e livre de resíduos, garantindo eficiência e segurança ao processo.

A estação possui uma grande quantidade de equipamentos:

- 6 conjuntos de bombas e válvulas motorizadas para água do molde;
- 14 resfriadores evaporativos (com um total de 88 ventiladores);
- 5 bombas verticais (sendo 3 com vazão de $85\text{m}^3/\text{h}$ e 2 com $25\text{m}^3/\text{h}$);
- 5 exaustores na torre de resfriamento;
- 4 bombas de baixa pressão (vazão de $85\text{ m}^3/\text{h}$);
- 10 filtros de pressão (com um total de 90 válvulas);
- 1 espessador; e
- 1 filtro a vácuo.

Além de várias outras bombas, como, de make-up, retorno, sucção de lama, a vácuo e de água filtrada.

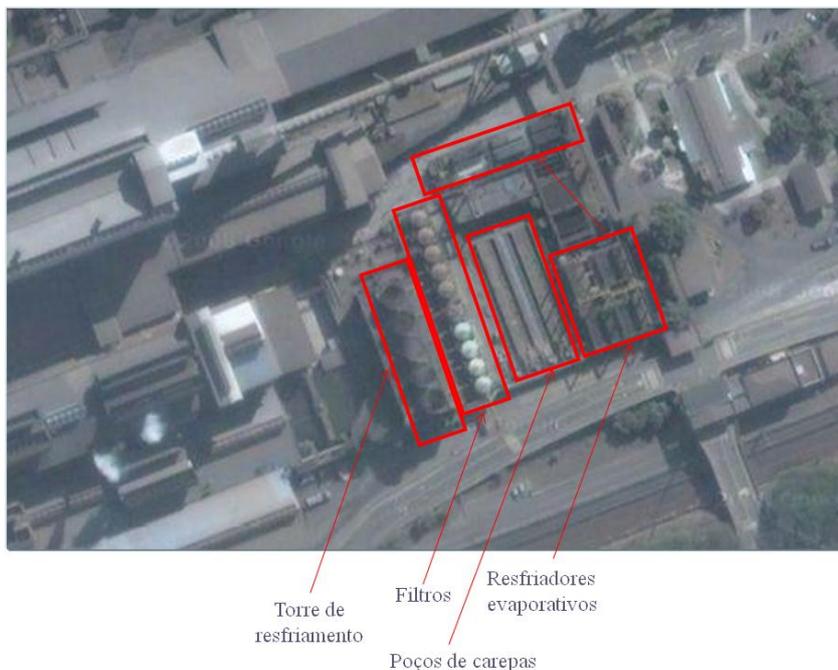


Figura 1. Vista aérea da ETE-CC 2/3.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A água para resfriamento tem papel fundamental no processo de lingotamento contínuo. A água deve ter vazão e pressão suficientes para o resfriamento, e, com qualidade, livre de sólidos suspensos, graxa, carepa e óleo, para evitar entupimento de chuveiros, garantindo a uniformidade da refrigeração. A falha na refrigeração pode causar defeitos internos e superficiais, trincas e deformações.⁽¹⁾ Cabe à ETE-CC 2/3 o papel de fornecer a água tratada para as Máquinas de Lingotamento Contínuo 2 e 3 da CSN.

Uma forma de melhorar a confiabilidade da estação de tratamento de efluentes é com a automação. Gutierrez e Pan⁽²⁾ dizem: “A presença da automação na economia global e na vida humana diária é crescente, sendo a automação industrial considerada hoje um instrumento fundamental para a qualidade e a produtividade das empresas”.

A automação feita na ETE-CC 2/3 segue com tradicional uso de PLC (ou CLP – Controlador Lógico Programável), software supervisor e redes de campo (fieldbus).

O CLP é o tipo de controlador de maior aplicação na indústria. Possui elevada capacidade de processamento. Funciona em tempo real, é projetado para controlar múltiplas entradas e saídas e também para funcionar em ambientes hostis, pois suporta grandes variações de temperatura e tem imunidade a ruídos elétricos e resistência a vibração e impacto.⁽²⁾

O PLC utilizado foi o S7-400, em redundância, fabricado pela Siemens.

Supervisor ou software de supervisão. Software que se presta a fazer a comunicação entre um computador e uma rede de automação, trazendo ferramentas padronizadas para a construção de interfaces entre o operador e o processo. Sua função básica é permitir a visualização e a operação do processo de forma centralizada. O supervisor mais conhecido é o SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition).⁽²⁾

O software supervisor, tipo SCADA, utilizado foi o WinCC, fabricado pela Siemens.

O protocolo de rede industrial de campo (ou fieldbus) utilizado foi o Profibus, que é um protocolo aberto, podendo ser usado em equipamentos de diferentes fabricantes. A variação de Profibus utilizado é o chamado Profibus-DP, que é uma rede de alta velocidade e baixo custo. Lopez⁽³⁾ diz sobre este protocolo: “Projetado especialmente para comunicação entre sistemas automáticos de controle e I/O distribuídos ao nível de campo”.

Para garantir o funcionamento do sistema de automação deve-se assegurar que os seus equipamentos estejam sempre com alimentação elétrica, e, uma forma eficiente é com o uso de nobreaks. Para maior confiabilidade no sistema foram utilizados nobreaks com redundância. O tipo de redundância de nobreak utilizado é o chamado “paralelismo ativo”.

Na operação em Paralelismo Ativo todos os equipamentos permanecem conectados à carga, sendo a alimentação da mesma dividida proporcionalmente entre todos os equipamentos conectados, em função da potência nominal de cada um deles. Dessa forma, em caso de falha, o *nobreak* se retira do barramento trifásico, enquanto que a carga permanece alimentada pelos demais equipamentos.⁽⁴⁾

O paralelismo de nobreak aumenta a tolerância a falhas e disponibilidade do sistema, além de permitir a manutenção de um nobreak com o sistema operando, conforme destacam Gabiatti e Bonan.⁽⁴⁾ O modelo de nobreak com paralelismo ativo escolhido para a automação da ETE-CC 2/3 foi o “Double Way” de 10 kVA fabricado

especialmente para a CSN pela Engetron. O equipamento funciona em 50 e 60Hz, que são as alimentações disponíveis no local, sendo 50Hz a alimentação de emergência e 60Hz a alimentação normal.

Ainda, na ETE-CC 2/3, como inovação, foi utilizado um sistema de IHM (Interface Homem Máquina) móvel, com comunicação sem fio.

IHM. Dispositivo utilizado para visualização de dados do processo, bem como para alteração de seus parâmetros e de condições de operação das máquinas. É através da IHM que o operador pode interagir com o sistema controlado. Seus principais componentes são monitores de vídeo (displays), teclas e botões para navegação ou inserção de dados, barramentos para placas de expansão, portas de comunicação e software.⁽²⁾

O protocolo de rede sem fio utilizado é o Wi-Fi (IEEE 802.11). Os equipamentos utilizados são fabricados pela Siemens, Mobic T8 (IHM) e Scanlance W788-1PRO (antena).

O movimento Wireless Fidelity (Wi-Fi), foi criado pela Wi-Fi Alliance, é considerado sinônimo de liberdade. O padrão Wi-Fi é baseado nos padrões IEEE 802.11b e 802.11a, e operam na banda de 2,4 GHz e 5 GHz, respectivamente, com taxa de 11 Mbps (802.11b) ou 54 Mbps (802.11a).⁽⁵⁾

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Vários foram os ganhos e resultados com a automação da ETE-CC 2/3, concluída em junho de 2008, incluindo ainda melhorias na sala de operação da planta. O sistema compreende 1344 entradas digitais, 176 entradas analógicas, 560 saídas digitais e 12 saídas analógicas.

Durante esta parte do trabalho serão feitas comparações com outros sistemas automatizados de tratamento de água da CSN, quando houver algum diferencial.

3.1 Operação e Monitoração Remota de Todos os Equipamentos da ETE

Esta é a parte principal do trabalho, fazer com que o operador da ETE-CC 2/3 possa controlar e monitorar todo o processo e seus equipamentos remotamente, de sua sala de operação.

Esse controle é feito através de software supervisorio (WinCC versão 6.2), com dados vindos dos PLC's, que controlam e coletam informações de campo através de remotas de I/O e redes campo (Profibus-DP).

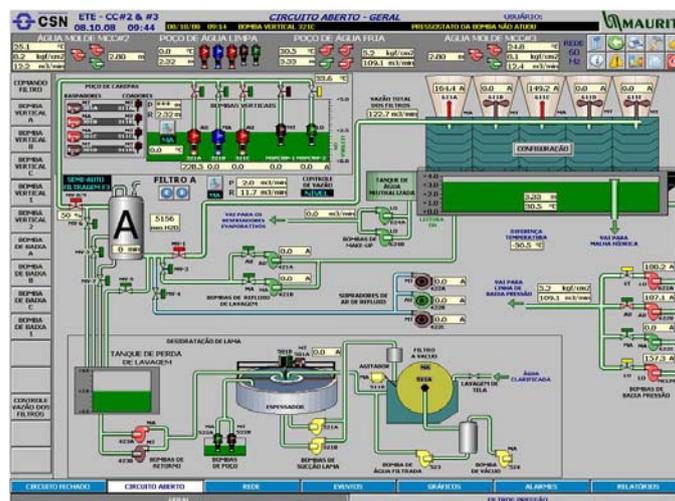


Figura 2. Tela de supervisorio – Visão Geral do Circuito Aberto.

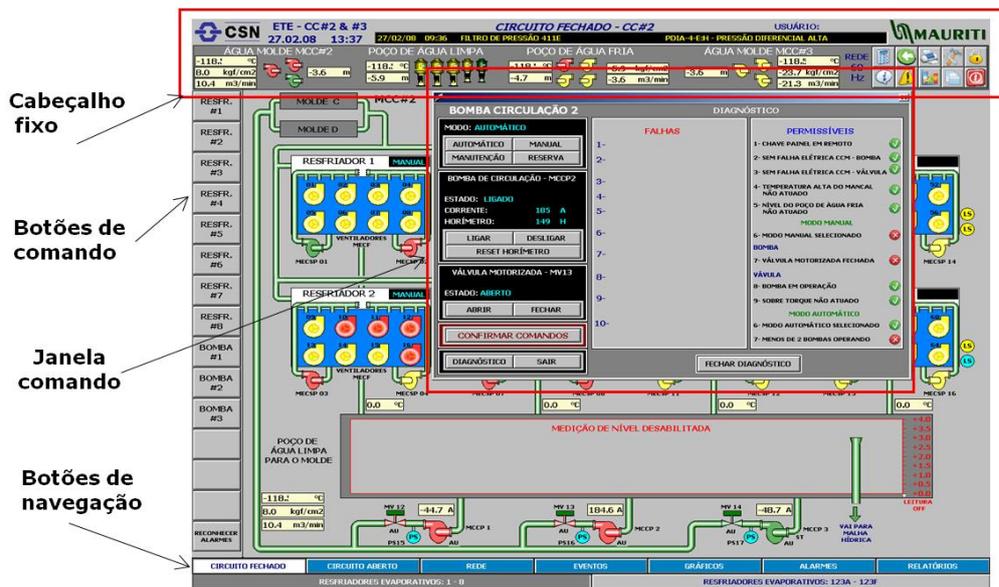


Figura 3. Tela de supervisor – Funcionamento básico das telas.

O cabeçalho fixo (presente em todas as telas) é um diferencial, e, mostra sempre os status dos principais equipamentos e valores fundamentais dos processos da planta, além do último alarme.

Também se pode destacar a tela de diagnósticos, onde são mostradas todas as falhas no equipamento, bem como todas as condições de permissíveis de partida.

3.2 Estações de Operação

Foram utilizadas estações de operação redundantes de padrão industrial, com o diferencial uso de fontes de alimentação redundantes, além de 2 estações de engenharia, no mesmo padrão.

Os computadores, fabricados pela Advantech, têm a seguinte configuração: Pentium IV – 2,4GHz, RAM 2GB; HD 120GB; monitor de 19” de LCD.

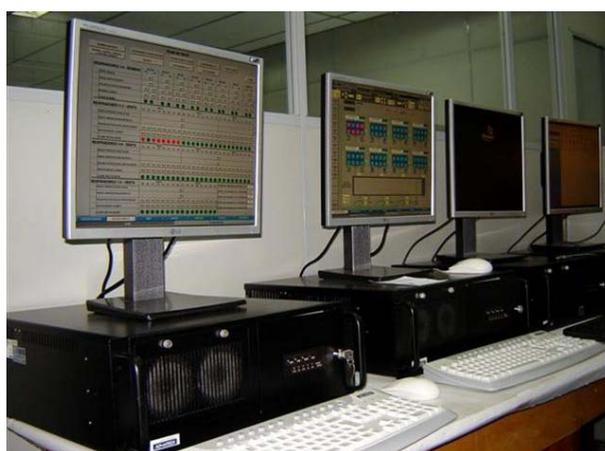


Figura 4. Estações de operação e engenharia.

3.3 Controle Local

Para maior segurança do sistema, foi criado um automatismo mínimo (com contadores) para que se possam operar os equipamentos da planta independente da automação, caso haja uma pane nos PLC's ou redes de dados. O automatismo local paralelo ao PLC é inédito nos sistemas de tratamento de água na CSN.



Figura 5. Painel de remota com contadores em destaque.

3.4 Alimentação Alternativa

Para maior garantia de funcionamento do sistema foram implantados 2 conjuntos de nobreaks redundantes de alta autonomia. Os nobreaks garantem a alimentação dos equipamentos da automação em caso de uma falta de energia na rede elétrica normal. Os nobreaks, fabricados pela Engetron, são de 10 kVA, e, funcionam em 50 ou 60Hz.

A ETE-CC possui equipamentos em 3 Subestações Unitárias, a Sub-4, a Sub-5 e a Sub-9, além da própria sala de controle. Um conjunto de nobreak alimenta a Sub-9, onde está a maior parte dos equipamentos da automação. O outro nobreak as outras subestações e a sala de controle (onde estão os PLC's e os computadores).

A autonomia calculada para o sistema é de aproximadamente 4 horas.



Figura 6. Nobreaks instalados na sala de controle.

Os nobreaks podem ser monitorados em tempo real pelo supervisor, onde podem ser vistos dados como correntes, tensões, potências, temperatura interna e autonomia.

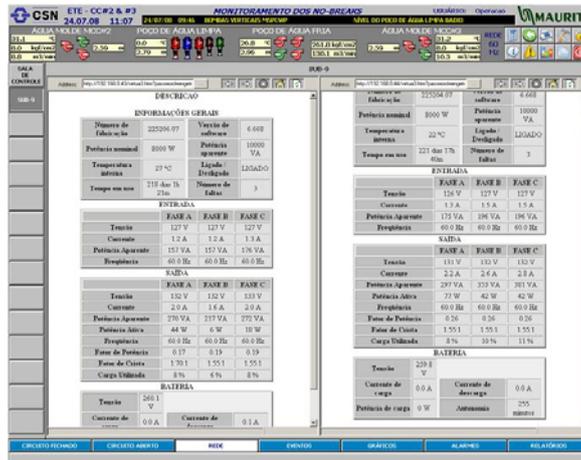


Figura 7. Nobreaks monitorados pelo supervisor.

Todo este sistema de paralelismo e monitoração é inédito, e, visa a melhorar a confiabilidade da ETE com o aumento do MTBF da alimentação e permitindo a manutenção dos mesmos com toda a planta operante, sem causar nenhuma interferência.

3.5 PLC'S e Redes Redundantes

Foram utilizados PLC's Siemens de alta capacidade, modelo S7-400 (414-3), redundantes, com 2,8 Mbytes de RAM e 64 Mbytes FEPR0M; com 13 ms de scan.

A rede de controle é a Profibus-DP, em anel de fibra óptica redundante. A rede de supervisão é a Ethernet TCP/IP, em redundância.

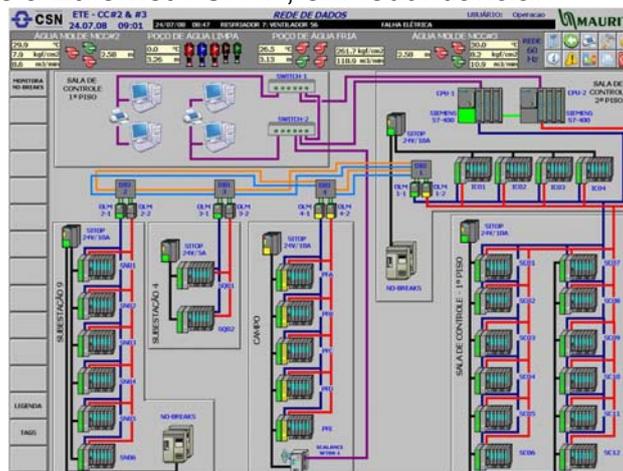


Figura 8. Arquitetura de redes.

3.6 Registros e Relatórios

Todas as variáveis do processo são registradas em banco de dados, e, podem ser visualizadas no supervisor em formato de gráfico de tendência. Todos os alarmes e eventos também são armazenados.

Foi criada no supervisor uma tela onde além dos registros automáticos o operador pode inserir informações adicionais, sendo esta tela um relatório diário de operação, centralizando todos os registros da planta em um só banco de dados.

3.7 Sistema de Controle Sem Fio dos Filtros de Pressão

Para controle local dos 10 filtros de pressão da ETE-CC 2/3, ao invés da utilização de painéis com IHM's, foi utilizado um sistema inédito no tratamento de águas da CSN, um web pad único sem fio para todos os filtros.

O equipamento utilizado foi o Mobic T8 da Siemens, que possui comunicação sem fio, protocolo IEEE 802.11b, com grau de proteção contra poeira e respingos de água. A interligação do Mobic com o PLC foi via antena específica da Siemens, o Scalance W788-1PRO, com interface Ethernet e duas antenas redundantes.



Figura 9. Controle dos filtros sem fio na ETE-CC 2/3.

3.8 Substituição de Relés de Controle por PLC

Os relés de controle na ETE-CC, nos últimos anos, era uma grande fonte de problemas, por serem muitos (mais de 1000), antigos e mal condicionados (muito próximos uns dos outros). Estavam com uma grande taxa de falhas, como queima de bobinas e agarramento de contatos, interferindo no processo.



Figura 10. Exemplo de aglomeração em um antigo painel de relés de ETE-CC 2/3.

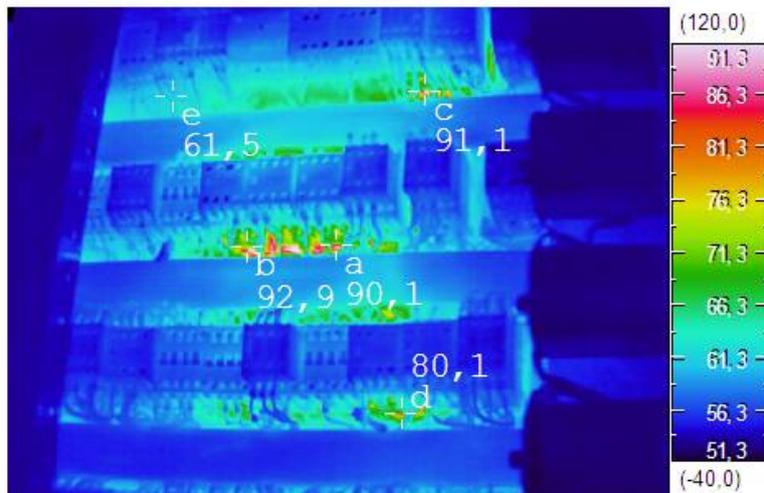


Figura 11. Termografia no painel de relés.

Através da análise termográfica verifica-se que a temperatura nos relés chegava a 92°C devido a sua aglomeração e falta de ventilação no painel. A temperatura normal de trabalho medida fica em torno de 60°C.

O controle da ETE-CC 2/3 passou a ser feito por PLC's redundantes, acomodados em painéis refrigerados, ocupando muito menos espaço e com uma quantidade muito menor de equipamentos auxiliares para poder falhar ou fazer manutenção

3.9 Melhorias na Sala de Controle

O projeto de automação da planta ainda incluiu a completa reformulação da sala de controle da ETE-CC 2/3. Os painéis antigos de controle e de instrumentação foram substituídos por computadores com supervisório. A sala passou a ser refrigerada (ar condicionado), as mesas e cadeiras trocadas, melhorando as condições de trabalho do operador.



Figura 12. Antiga sala de controle.



Figura 13. Nova mesa de controle.

4 CONCLUSÃO

O principal ganho com este trabalho é a melhoria operacional da estação. Controlando e monitorando praticamente todos os equipamentos da ETE pela sala de controle tem-se maior velocidade no diagnóstico e acionamento dos equipamentos, principalmente pelo tamanho da planta, e, também há a melhoria da segurança, pois o operador ao acionar um equipamento está protegido na sala de controle, caso haja algum problema elétrico, como um curto circuito.

Com a melhoria da velocidade de operação tem-se a maior disponibilidade dos equipamentos da estação.

Com todas as ferramentas de diagnóstico em tempo real e registro de variáveis disponíveis no novo sistema há ainda mais recursos de análise de falha e restabelecimento de equipamentos da estação.

Podemos concluir que a maior contribuição que este trabalho teve foi o aumento da confiabilidade e disponibilidade da ETE-CC 2/3, por consequência, também, das Máquinas de Lingotamento Contínuo #2 e #3.

Agradecimentos

Contribuíram para a execução deste trabalho: Eng^o Eduardo Silva (da Mauriti, empresa responsável pela montagem do sistema), operação da ETE-CC (GDE-MA) e o supervisor Nominando Estevão, e, os ex-funcionários CSN, Edino Oliveira, Adriano Vitorino e Mateus Loureiro.

REFERÊNCIAS

- 1 ARAÚJO, L.A. **Manual de Siderurgia – Produção Vol.01**. São Paulo: Arte & Ciência, 1996. p.410-419. ISBN 9788561165017
- 2 GUTIERREZ, R.M.V.; PAN, S.S.K. **Complexo Eletrônico: Automação do Controle Industrial**. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n.28, p.189-232, set.2008.
- 3 LOPEZ, R.A. **Sistemas de Redes para Controle e Automação**. Rio de Janeiro: Book Express, 2000. p.124-130.
- 4 GABIATTI, G.; BONAN, G. **Paralelismo Ativo**. **CP Eletrônica S.A.**, Porto Alegre. Disponível em: < http://www.cp.com.br/upl/artigo_11.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2009.
- 5 NAKAMURA, E.T.; GEUS, P.L. **Segurança de Redes em Ambientes Cooperativos**. São Paulo: Novatec Editora, 2007. p.161-184. ISBN 8575221361