

# SSDA - SISTEMA SUPERVISÓRIO PARA LINHAS DE DECAPAGEM ÁCIDA<sup>(1)</sup>

*Onofre Bueno Filho*<sup>(2)</sup>  
*Rogério Ferreira Ribeiro*<sup>(3)</sup>  
*Mário Márcio Barbosa Alves*<sup>(4)</sup>  
*Carlo Rodrigo Silveira Pereira*<sup>(5)</sup>  
*Roberto Ferreira Evaristo*<sup>(6)</sup>  
*Aquiles Afonso da Silveira*<sup>(7)</sup>

## Resumo

Este artigo apresenta o escopo e resultados de um Sistema Supervisório desenvolvido para as Linhas de Decapagem Ácida da Companhia Siderúrgica Nacional – CSN. A motivação surgiu em função das necessidades de uma ferramenta adequada para os técnicos de processo promoverem melhorias de desempenho a partir de análises estatísticas da informação em tempo real do processo de decapagem. Utilizou-se módulos de aquisição de dados e comunicação e a linguagem de desenvolvimento LabView. O sistema denominado Sistema Supervisório para Linhas de Decapagem Ácida – SSDA prevê uma arquitetura para recebimento do planejamento de produção enviado pelo sistema MES - Manufactory Execution System; um operador confirma o material a ser processado, sensores e demais equipamentos rastreiam o material em processo enquanto as velocidades da linha, força do laminador de acabamento, concentração de solução ácida, temperaturas e demais variáveis são anexadas ao vetor de informações de cada bobina. O resultado (bobina) é retornado ao sistema MES e armazenado em registro histórico. O sistema também opera como guia operacional, informando condições dos equipamentos e do produto; mensagens para novos ajustes, o que promove antecipação nas decisões operacionais. Via web (Intranet) é possível acesso on-line do sistema. Após a implantação, o sistema supera as expectativas do usuário.

**Palavras-chave:** Sistema, Supervisório, Decapagem.

*(1) 60<sup>o</sup>. Congresso Anual da ABM – 25 a 28 de julho de 2005, em Belo Horizonte - MG;*

*(2) Onofre Bueno Filho – Engenheiro Eletro -Eletrônico da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN);*

*(3) Rogério Ferreira Ribeiro – Engenheiro Metalúrgico da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN);*

*(4) Mário Márcio Barbosa Alves – Técnico de Desenvolvimento da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN);*

*(5) Carlo Rodrigo Silveira Pereira – Engenheiro Eletrônico da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN);*

*(6) Roberto Ferreira Evaristo - Técnico de Desenvolvimento da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN);*

*(7) Aquiles Afonso da Silveira – Engenheiro Eletricista da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN).*

## 1 INTRODUÇÃO

A linha de decapagem contínua nº 4 da CSN foi implantada em 1984 e passou por uma reforma em 1991. Nesta reforma foram mantidas as mesmas funções automáticas da partida, controle de tracking (rastreamento), de velocidade, de tensão, de acúmulo de tira nos carros de acumulação, entre outras, embora tenham sido substituídos os CLP's (Controladores Lógico - Programáveis) e Drives de acionamentos. A proposta desse trabalho foi desenvolver e implantar um sistema para supervisão e Controle Estatístico de Processo (CEP). A idéia inicial era desenvolver um CONCENTRADOR DE DADOS DO PROCESSO – CDP, que permitiria aos especialistas informatizar o Controle Estatístico de Processo (CEP) e buscar a melhoria contínua do processo, já que os dados coletados estariam disponíveis on-line e em registro histórico. Conforme a fase de requerimentos foi avançando, percebeu-se que as necessidades operacionais era de um sistema de supervisão do processo, sendo assim, houve uma evolução natural para esse nível e passamos a denominá-lo Sistema Supervisório para Linha de Decapagem Ácida (SSDA). Dentro desse contexto, é abordado mais detalhadamente os objetivos específicos do sistema SSDA e alguns dos problemas que são resolvidos com sua implantação. O SSDA permite estabelecer correlação entre processo e qualidade individualizado, portanto a rastreabilidade do produto deve ser garantida, agregando informações pertinentes à cada bobina, possibilitando recuperação sempre que necessário. Com essas informações é possível determinar índices de utilização (integrando paradas da linha e possíveis causas), integrar campanhas, monitorar *status* de equipamentos, auxiliar em pesquisa de defeitos com a finalidade de melhoria dos índices de utilização, eficiência, rendimento e qualidade. O CEP possibilita medir a capacidade do processo, além de permitir a consulta dos dados históricos de desempenho através da chamada do código da bobina. Nas funções de relatório descrita em 5, é possível verificar a função de acesso via web de qualquer das telas informativas da posição do processo. A verificação de índices relevantes de desempenho do processo, conforme define a filosofia de TPM (*Total Productive Maintenance*), implantada na unidade de produção, fica facilitada, em função do link, via rede corporativa, com o Sistema de Gerenciamento da Laminação (SIGDLAM). Outra funcionalidade do sistema desenvolvida após a fase de requerimentos, é a possibilidade de consulta on-line do sistema concentrador de dados do Laminador de Tiras a Quente, onde o pessoal de *staff* verifica os possíveis desvios de qualidade que uma bobina a ser processada possa ter; desta forma antecipando ações operacionais corretivas.

## 2 CONTEXTO

O processo de decapagem ácida (Figura 1), tipo tanque profundo (*Deep tank*), consiste na remoção da camada de óxido superficial da bobina de aço laminada a quente através de um banho em Ácido Clorídrico (HCl). A linha é composta de três seções básicas: entrada, processo (centro) e saída. Na seção de entrada existem duas desenroladeiras de bobinas, tesouras de pontas e uma máquina de solda para unir as bobinas, de forma a manter o processo contínuo. Na seção de processo (central), tem um laminador de acabamento que atua no material, tanto quebrando as camadas superficiais de óxido, como também melhorando o aplainamento da chapa de aço. Três (3) carros de acumulação horizontal, alimentam a seção de centro continuamente enquanto o processo de solda é realizado; nesta seção (processo), os tanques (5) de ácido (HCl), instalados em cascatas, com faixa de

concentração específicas por tanque, recebem a chapa de aço através de rolos tensores; a chapa é mergulhada nos tanques desenvolvendo nestes uma catenária (*loop*). Nestes tanques os óxidos da camada superficial do material são removidos pelo ataque ácido. Na seqüência a tira passa em tanques de lavagem, onde são removidos os resíduos de ácido e óxido. Na seção de saída, tesouras laterais aparam o material, de forma a atender a largura solicitada pelo cliente; em seguida, uma oleadeira eletrostática pulveriza óleo protetivo na chapa decapada; uma tesoura de pontas final corta o material na solda ou em pontos específicos conforme encomenda: as bobinas são enroladas por 2 enroladeiras alternadamente; durante o processo de corte na seção de saída, três carros de acumulação garantem o processo contínuo até que o corte e troca de enroladeira sejam completados.

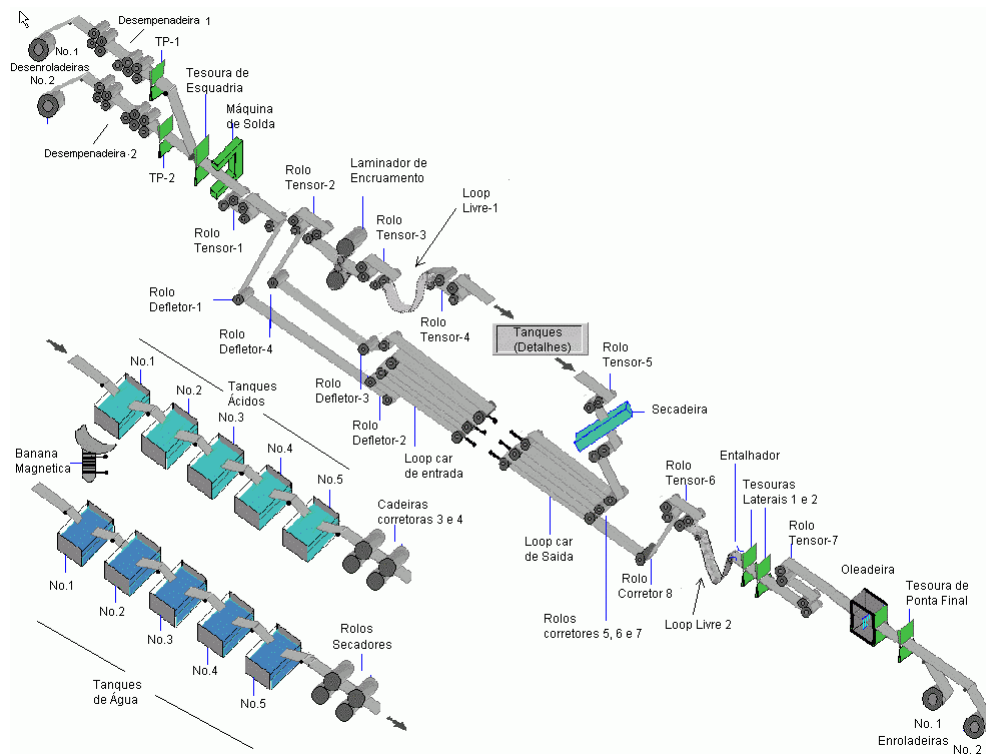


Figura 1. Fluxo do processo de uma Linha de Decapagem Ácida da CSN.

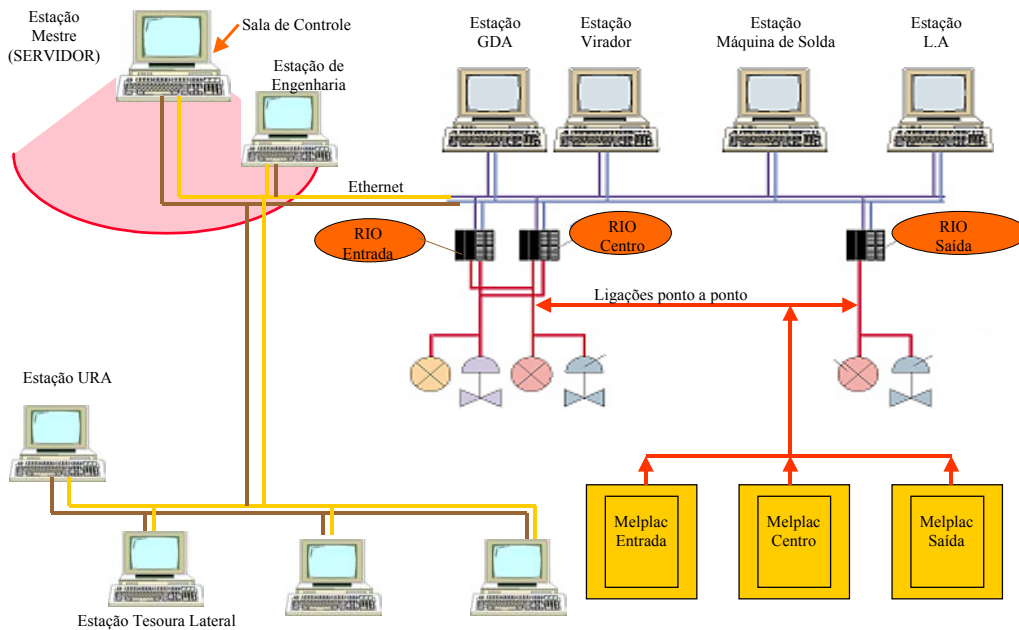
### 3 METODOLOGIA

O desenvolvimento do sistema segue a estrutura de um sistema SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) não convencional abrangendo as funções de supervisão e controle; a inovação fica por conta da interação entre hardware e software empregado, bem como pela conectividade do sistema. O operador interage com o sistema inserindo dados operacionais; o sistema coleta dados do processo através de módulos remotos e os disponibiliza democraticamente aos operadores em tempo real. A configuração do sistema, na fase de requerimentos, foi construída a partir da definição das variáveis de processo (analógicas e discretas) pertinentes a cada equipamento, para composição da base de dados; em seguida definiu-se os tipos de sinóticos, gráficos e relatórios desejados. O SSSA recebe do MES (nível 3), via rede corporativa, o plano de

produção com os dados primários das bobinas para a linha de decapagem e envia o resultado do processo (registro de bobina a frio) e informações de paradas da linha, os quais são gerados após pesagem da bobina e confirmação do operador anotador; detalhes dessa rastreabilidade são descritos abaixo. Uma tela contendo uma planilha de trabalho é atualizada pelo MES e o operador da seção de entrada confirma a bobina abastecida na esteira. O rastreamento da bobina, começa neste instante e o assume o código da bobina abastecida pelo MES. O rastreamento (Tracking) é feito baseado em sensores instalados em equipamentos específicos na passagem da solda e no modelo matemático de rastreamento do Controlador existente. A medida que a chapa de aço vai sendo processada, as variáveis vão sendo anexadas ao código bobina a quente, posteriormente permanecendo no código bobina a frio, montando o banco de dados por bobina a quente (entrada) ou a frio (produto). Os registros para composição da rastreabilidade do material em processo é composto dos dados recebidos do sistema MES, e dos sinais de campo e do Controlador (CLP) existente, informando a posição da bobina ao longo do processo com os dados pertinentes em tempo real sendo agrupados conforme deslocamento da bobina.

Para aquisição das variáveis de processo, foram usados módulos (4) de aquisição de dados remotos (Z-world BL-2100) que se comunicam com a estação mestre no padrão Ethernet; os dados adquiridos são enviados para a estação mestre com taxa de transmissão configuráveis; As variáveis são agrupadas em quatro blocos apontados para cada módulo instalado em função da seção de processo (Entrada, Processo, Saída e Instrumentação). Taxas de aquisição e amostragem de variáveis, bem como limites superiores e inferiores com alarmes e mensagens e a correlação com as unidades de engenharia são configuráveis em tela de engenharia específica. Na Comunicação Estação mestre – Estações de trabalho, é usado o protocolo TCP-IP; o Gerenciador de tarefas (kernel) e as funcionalidades do sistema foram todas desenvolvidas em LabVIEW.

A arquitetura desenvolvida (Figura 2) visa então atender as necessidades operacionais do processo conforme descrito em 2. Como premissas, o sistema provê portanto um link para o sistema de planejamento da produção da UPV (MES) e uma LAN dedicada compreendendo 1 estação mestre, 1 estação de engenharia, 9 estações de trabalho e 4 módulos de aquisição remotos com comunicação no padrão ETHERNET; para registro histórico é previsto armazenamento das informações em bancos de dados relacionais.



**Figura 2.** Arquitetura do Sistema SSDA.

#### 4 FUNCIONALIDADES DO SISTEMA

A tela principal do sinóptico fornece representação gráfica geral da linha (Figura 3); detalhes são mostrados quando selecionados sinópticos de hierarquia inferior. Na mesma figura pode-se verificar na parte inferior, uma seção constantemente aberta mostrando um sinóptico compacto do processo e um resumo da produção acumulada do dia; Neste campo ocorre uma comutação automática com uma tela de alarmes, sempre que o sistema detecta uma não conformidade; a tela de sinóptico compacta só volta ao primeiro plano quando a situação de alarme é reconhecida. A navegação pelas telas do sistema é feita pelas barras operacionais que direcionam o usuário para a tela desejada; Nas barras operacionais, o operador encontra as telas específicas de seu posto de trabalho, as telas de interação com o sistema e telas sinópticas específicas da seção em questão. Estas barras podem ser visualizados na parte superior de cada tela. Para o pessoal de manutenção também existe uma barra específica, onde telas referentes são agregadas; da mesma forma, relatórios em geral estão agregados na barra relatórios. Qualquer funcionalidade do sistema (tela) pode ser acessada pela rede corporativa da empresa ou via web; através de um comando, tal qual <http://vr4487/ritmoldc4.htm> para a tela de relatório mostrada na Figura 7. As Figuras 4 e 5 mostram as telas da seção de entrada (abastecimento) e esteira de saída e balança, respectivamente.

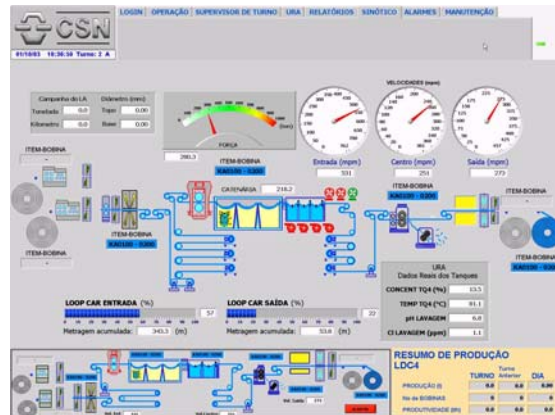


Figura 3. Sinóptico geral da Linha de decapagem 4 da CSN.

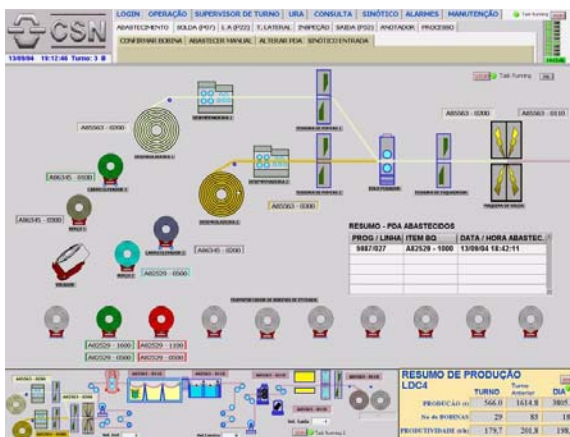


Figura 4. Sinópticos de abastecimento.

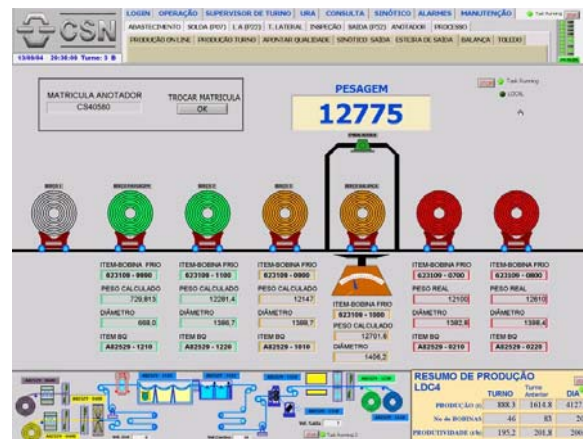


Figura 5. Esteira e balança.

## 5 ALARMES E RELATÓRIOS

Telas de alarmes são disponibilizadas remotamente se uma situação de alarme ocorrer ou se uma consulta da relação de eventos ou alarmes em determinado período for solicitada. As telas de relatórios fornecem atalhos para impressão de relatórios de itens carregados no sistema, itens processados num turno específico, itens processados no turno anterior, produção por período especificado; acompanhamento da campanha de cilindros do laminador de acabamento e navalhas das tesouras de pontas e laterais, controle estatístico do processo, gráficos de desempenho do processo e alarmes em geral. A Figura 6, ilustra a tela de relatório gerado no sistema, em função das informações inseridas para controle de campanha das navalhas das tesouras laterais, onde é possível verificar as principais causas de troca de navalhas; o gráfico de Pareto é automaticamente atualizado. A Figura 7 mostra a tela (relatório) de desempenho da linha; neste relatório, é possível verificar em detalhes o desempenho da linha em determinado período; informações de *downtime* de entrada (tempo de solda), *downtime* de saída (corte e troca de enroladeira, percentual dos carros de acumulação de entrada e saída e as velocidades de cada seção da linha; com este relatório é possível verificar o comportamento da linha a qualquer instante e a partir daí gerar ações corretivas de melhoria de qualidade do produto ou de performance. A Figura 8 mostra a tela de CEP, na qual se verifica a capacidade do processo com atualização automática em



## 6 CONCLUSÕES

- \* Os resultados obtidos até o momento com o SSDA atendem as expectativas e em alguns casos excedem aos requerimentos iniciais do projeto; a Figura 10 (IQ – Índice de Qualidade), Figura 11 (Desvios por mal decapado), Figura 12 (Desvios por defeito de borda - serrilhado), Figura 13 (desvios por corte irregular), Figura 14 (desvios por troca de identificação) e a Figura 15 (IU – Índice de Utilização) mostram os ganhos obtidos a partir da implantação do sistema; As duas últimas colunas representam as médias de 2003 e 2004.

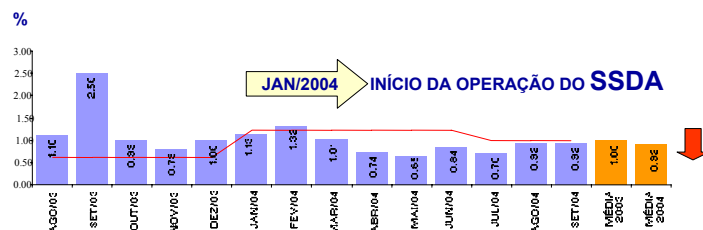


Figura 10. IQ – Índice de Qualidade (%).

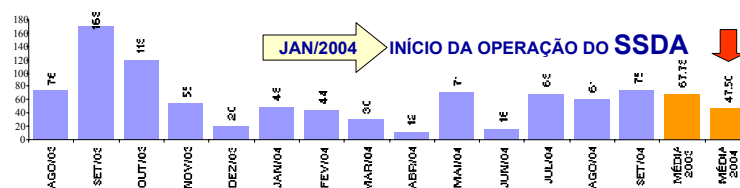


Figura 11. Desvios por mal decapado (t).

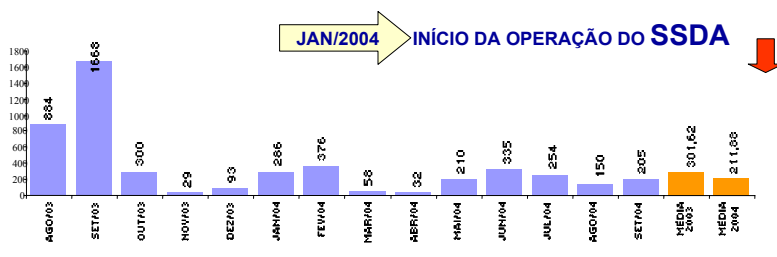


Figura 12. Desvios por serrilhado (t).

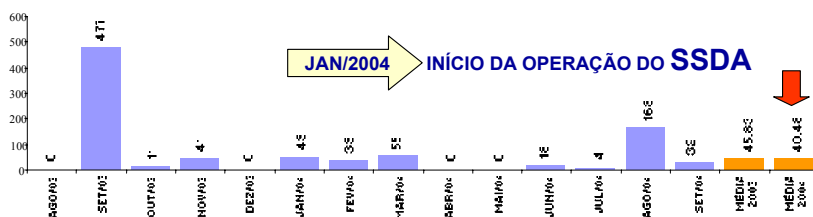


Figura 13. Desvios por corte irregular (t).



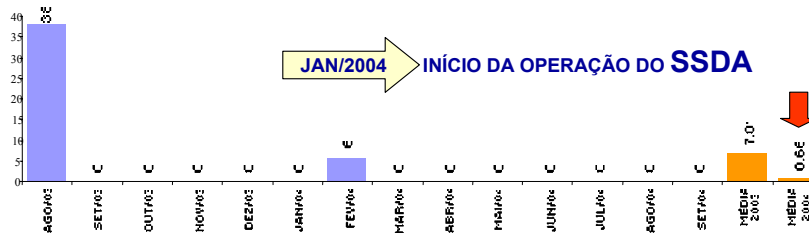


Figura 14. Desvios por troca de identificação(t).

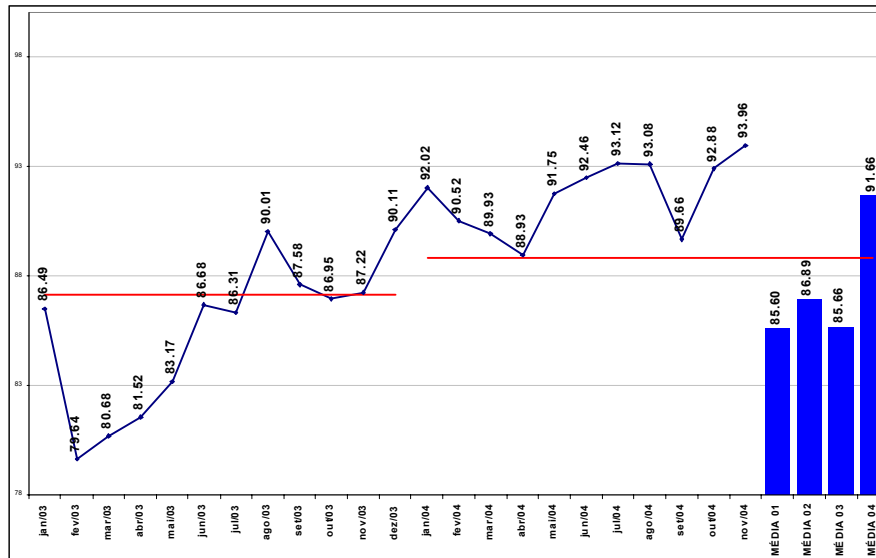


Figura 15. IU - Índice de Utilização (%).

- \* A escolha das ferramentas (LabVIEW, Dynamic C Premier, módulo Z-World) foi adequada para o desenvolvimento do SSDA;
- \* O sistema é reutilizável, o que diminui sobremaneira o tempo para implantação em outra linha de produção (está sendo implantado também na Linha de Decapagem 3);
- \* O desenvolvimento do sistema não termina; a modularidade permite a instalação de novas remotas e novos pontos de rede para monitoração de novas variáveis do processo;
- \* A informação é democratizada; todos os postos de trabalho têm acesso às mesmas informações em tempo real, isso traz maior capacidade de interação corretiva por parte dos operadores;
- \* Baixo custo de desenvolvimento e implantação; se comparado a um sistema semelhante adquirido do mercado, a economia gira em torno de R\$ 750.000,00 para a LDC-4 e atinge R\$ 1.750.000,00 considerando as duas linhas;
- \* A proteção ao meio ambiente é atendida através das funcionalidades de alarmes em caso de transbordamento nos tanques de lavagem e água acidulada (política ambiental – SEMPRE); outros pontos de risco serão atendidos futuramente; melhoria contínua para preservação do meio ambiente;
- \* A segurança do equipamento e pessoal é atendida em função da democratização da informação; uma etapa futura prevê a implantação de um sistema de alarme de voz orientando os operadores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Sites sobre SCADA: <http://www.abpubs.demon.co.uk/scadasites.htm>; KAAVE Steve, "Designing and Integrating Workstations Into Plant Operations", 1990.
- [2] National Instruments Technical Support – Lab VIEW Development Guidelines – Austin, Texas - July 2000 edition.
- [3] National Instruments Technical Support – Lab VIEW Getting Started with Lab VIEW – Austin, Texas - July 2000 edition.
- [4] Z-WORLD Technical Support – Dynamic C Premier for Rabbit Semiconductor Microprocessors integrated C Development System – User's Manual and Function Reference Manual – SE and Premier Editions.
- [5] Z-WORLD Technical Support – An Introduction to TCP/IP For Embedded System Designers – SE and Premier Editions.
- [6] Z-WORLD Technical Support – Dynamic C – TCP/IP User's Manual – SE and Premier Editions.
- [7] BEA Systems, Inc. technical Support - BEA MessageQ, Programmer's Guide vol 1 e 2, version 5.0, edition 3.0 – october 1998.
- [8] KUTOVA, Marcos André, OpenLook Overview da Especificação Funcional, Monografia de final de curso: Sistemas de Automação II., EEUFMG.
- [9] National Instruments Technical Support – Lab VIEW User Manual – Austin, Texas - July 2000 edition.
- [10] National Instruments Technical Support – Lab VIEW Measurements Manual – Austin, Texas - July 2000 edition.
- [16] Comer, Douglas E. REDES DE COMPUTADORES E INTERNET; Bookman Companhia ED, 2000, 1ª Edição.
- [17] Soares ; Lemos, Guido; Colcher, Sérgio; REDES DE COMPUTADORES - DAS LANS, MANS E WANS AS REDES ATM; Editora Campus.

# SSDA – ACID PICKLING LINE SUPERVISORY SYSTEM<sup>(1)</sup>

*Onofre Bueno Filho*<sup>(2)</sup>  
*Rogério Ferreira Ribeiro*<sup>(3)</sup>  
*Mário Márcio Barbosa Alves*<sup>(4)</sup>  
*Carlo Rodrigo Silveira Pereira*<sup>(5)</sup>  
*Roberto Ferreira Evaristo*<sup>(6)</sup>  
*Aquiles Afonso da Silveira*<sup>(7)</sup>

## **Abstract**

This paper presents the scope and the results of development of a CSN's Continuous Picking Line supervisory system. The motivation was search a system that allowed the staff group to promote improvement the performance of the lines with the data acquisition in real time and the statistical analyzes. We used in application a specific hardware and software LabView. So as the system worked as a supervisory, better use the name SSDA (Acid pickling supervisory system. The system receives the production plan from level 3 (MES), operator confirm the product to be processed, sensors tracks the material pointing the actual position in the line while monitors the of the whole pickling line. After the process completion of each coil, the result is sent to level 3 and system records all process data in historical register. The system also has function to accumulate length and weight for roll campaign, knives campaign, density and concentration of the hydrochloric acid. The System also works as operation guidance warning operator about process changes, some equipment warnings, so it is possible for operators to anticipate some actions to solve the problems before they happen. The result attains the goals of the users, exceeding the expectation.

**Key-words:** acid pickling Line - supervisory system

- (1) 60th. ABM Annual Congress – 2005, july, 25th to 28th Belo Horizonte - MG;
- (2) Onofre Bueno Filho – Brazilian Steel Company - Electrical Engineer ;
- (3) Rogério Ferreira Ribeiro – Brazilian Steel Company – Production Engineer ;
- (4) Mário Márcio Barbosa Alves – Brazilian Steel Company – Development Technician;
- (5) Carlo Rodrigo Silveira Pereira – Brazilian Steel Company - Electrical Engineer
- (6) Roberto Ferreira Evaristo - Brazilian Steel Company – Development Technician
- (7) Aquiles Afonso da Silveira – Brazilian Steel Company - Electrical Engineer