

SISTEMA SUPERVISÓRIO PARA LINHAS DE DECAPAGEM ÁCIDA⁽¹⁾

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

Resumo

O presente artigo apresenta o escopo e os resultados de um Sistema Supervisório desenvolvido para as Linhas de Decapagem Ácida da Companhia Siderúrgica Nacional – CSN. O objetivo inicial do sistema era a melhoria de desempenho das linhas a partir de análises estatísticas e em tempo real de dados coletados do processo com a aplicação de um hardware específico. Durante a fase de requerimentos, foi percebido que ganhos extras poderiam ser obtidos em função da coleta de dados em tempo real para os operadores. O sistema, com características SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), passou a ser denominado Sistema Supervisório para Linhas de Decapagem Ácida – SSDA. O resultado é um sistema sob medida que atende aos objetivos pretendidos pelo usuário. A arquitetura do sistema foi desenvolvida de forma a receber o planejamento de produção enviado pelo sistema MES (Manufactory Execution System); o operador da seção de entrada confirma o material a ser processado, sensores e demais equipamentos fazem o rastreamento do material em processo enquanto as velocidades das três seções da linha, força de atuação do laminador de Acabamento, concentração de solução, temperaturas e demais variáveis de processo são anexadas a cada material processado. O resultado de processamento (produto) é retornado ao Sistema MES e gravado em um registro histórico para pesquisas futuras. O sistema também disponibiliza aos operadores e técnicos de processo as funções de controle de campanha de cilindros de laminação e navalhas das tesouras laterais e de pontas final. O sistema também trabalha como um guia operacional, informando condições operacionais e mensagens de mudanças operacionais, conduzindo o operador à decisões antes que os problemas ocorram.

Palavras chaves : sistema, supervisório, decapagem, ácida

(1) 41^o. Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, Tendências, desenvolvimento e novas tecnologias;

(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).

Abstract

This paper presents the scope and the results of CSN's Continuous Picking Line supervisor system development. Target was a system to improve line performance using both ONLINE and Historical statistical analysis of the datas collected from the process with specific hardware. During the requirements step, it had detected some extra gain in process improvement if ONLINE informations could be available at operator's desk HMI, so as the system worked as a supervisory, better use the name SSDA (Acid pickling supervisory system-Portuguese Sistema de Supervisão da Decapagem Ácida). The result was a projected system that attains the goals of the users. System receives the production plan from level 3 (MES), operator at the first pulpit (P01) confirms the product next to be processed, sensors tracks the material pointing the actual position in the line while monitors the speed in the three main sections 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 for future researches or to verify the process performance, or to check some product quality characteristic. The system also has function to accumulate length and weight for roll campaign, knives campaign, the oils volume, density and concentration of the chloride acid and others like tank level and temperature. 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.

Key words : continuous picking Line - supervisor system

1 INTRODUÇÃO

As linhas de decapagem contínuas da CSN foram implantadas em 1984 e passaram 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). Em seguida abordamos, dentro desse contexto, os objetivos específicos do sistema SSDA e alguns dos problemas que são resolvidos com essa implantação.

2 CONTEXTO

O processo de decapagem ácida 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. A Figura 1.1 ilustra os principais equipamentos das Linhas de Decapagem ácida da CSN.

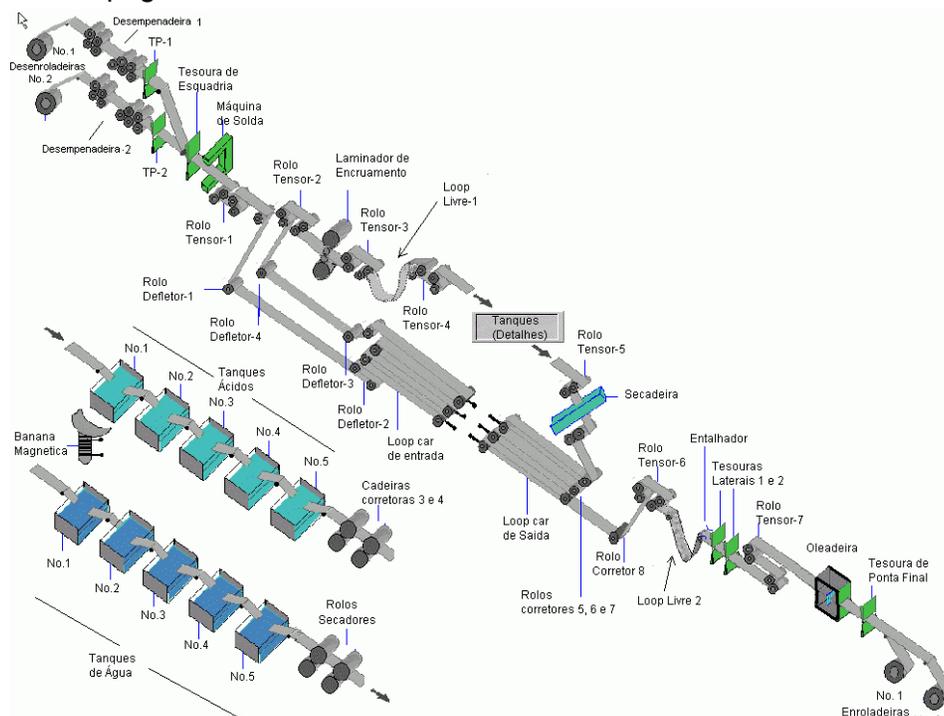


Figura 1.1 – Fluxo do processo de uma Linha de Decapagem Ácida da CSN

3 SSSA – OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Conforme descrito em 1, à cerca dos objetivos do sistema, o SSSA 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 MTBF, MFTL e MTTR. 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 9, é possível verificar a função de acesso via web de qualquer das telas informativas da posição do processo.

4 METODOLOGIA

O desenvolvimento do sistema segue a estrutura de um sistema SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) convencional abrangendo as funções de supervisão e algumas de operação, nas quais o operador alimenta o sistema com valores de algumas variáveis de processo ainda não coletadas automaticamente, ou insere informações de campanhas de equipamentos, tais como: navalhas, cilindros de laminação, entre outras. O sistema SSDA coleta dados do processo através de remotas e os apresenta aos usuários em tempo real. A atividade de configuração do SSDA compreendeu, basicamente 2 etapas: a definição de cada variável do processo (analógicas e discretas), limites superiores e inferiores para a base de dados e a definição de sinóticos, gráficos e relatórios.

A tela principal do sinótico fornece representação gráfica geral da linha (figura 4.1); detalhes são mostrados quando selecionado sinóticos de hierarquia inferior. Na mesma figura pode-se ver na parte inferior uma seção constantemente aberta mostrando um sinótico 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 detecte uma não conformidade. A tela de sinótico compacta só volta ao primeiro plano quando a situação de alarme é reconhecida. O módulo de aquisição de dados (remota) foi definido como ativo e a estação mestre passiva, com uma taxa transmissão de 100ms. O módulo remoto (Z-world BL-2100) envia dados para a estação mestre. As variáveis são agrupadas em quatro blocos apontados para cada módulo instalado (BL2100-1, BL2100-2, BL2100-3 e BL2100-4); além das variáveis analógicas e das discretas existem variáveis resultado de cálculos executados no próprio módulo. As taxas de aquisição e amostragem de variáveis do processo, os limites superiores e inferiores com alarmes e mensagens, a correlação com as unidades de engenharia são configuráveis para cada variável. No SSDA, a taxa de atualização das telas depende da frequência de variação de cada variável (velocidades estão parametrizadas em 100ms, temperaturas em 1s). A figura 4.2 ilustra a seção de rede para a comunicação entre os módulos de aquisição e a estação mestre. Na Comunicação SSDA / Estação mestre – Nível 3 / MES, foi usado o *software* BEA *Message Queue* que é padrão na empresa. Para a Comunicação Estação mestre – Estações de trabalho, foi usado o protocolo proprietário DSTP (Data Socket Transport Protocol) da National Instruments. O Gerenciador de tarefas (kernel), foi construído a partir de uma aplicação no LabVIEW para gerenciamento das tarefas; a partir dessa aplicação é possível monitorar, gerenciar e configurar as tarefas pertinentes ao sistema através de tela específica para este fim.

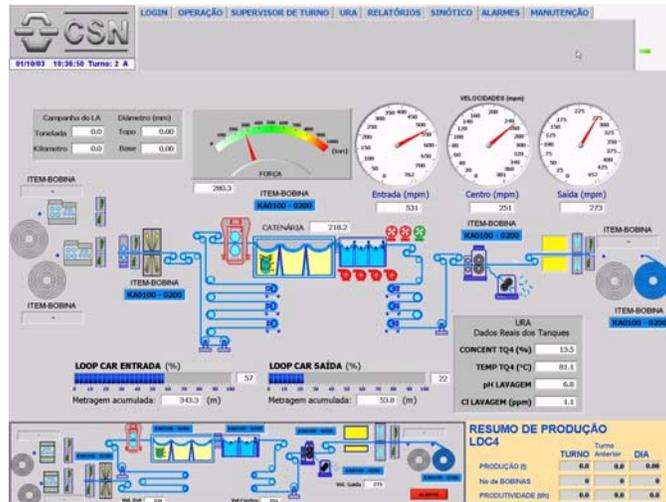


Figura 4.1 – Sinóptico geral da Linha de Decapagem 4 da CSN.

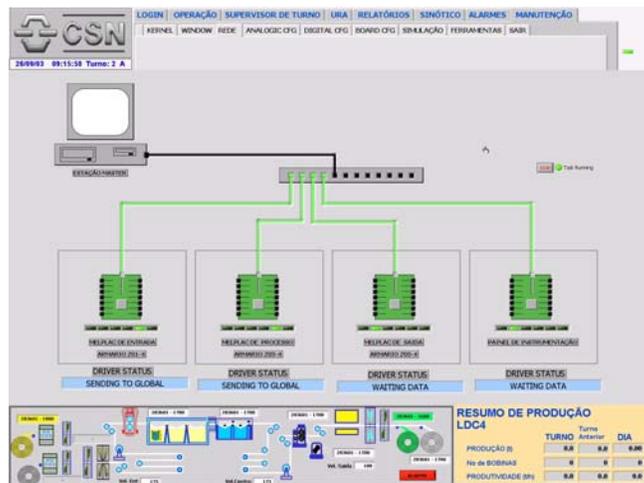


Figura 4.2 – Comunicação entre módulos de aquisição de dados e estação mestre.

5 ARQUITETURA DO SISTEMA

A arquitetura do sistema foi desenvolvida para atender as necessidades operacionais do processo conforme descrito no item 3. Como premissas básicas, o sistema provê link para o sistema de planejamento da produção da UPV (MES) e uma LAN dedicada; A Arquitetura compreende 1 estação mestre, 4 unidades remotas com comunicação ETHERNET; instaladas nas salas de controle e sala do painel de instrumentação de processo; O sistema prevê coleta informações diretamente do processo, do controlador existente e via estação de operação do próprio sistema pelo operador; prevê o armazenamento das informações em bancos de dados relacionais no período mínimo de 60 dias e para etapa futura prevê subsistema de anunciador de voz para alerta de problemas e mudanças no processo de acordo com o planejamento da produção (a ser instalado na fase 3).

A estrutura de rede LAN está montada portanto no padrão ETHERNET com 9 estações de trabalho e 1 estação mestre, 2 impressoras e 4 pontos para o sistema de aquisição de dados do processo (vide figura 5.1). Previu-se também a evolução

do sistema para adição de pontos adicionais para conexões futuras com novo sistema de controle da máquina de solda a ser instalado em 2004, sistema de controle da tesoura lateral e sistema de controle da oleadeira eletrostática.

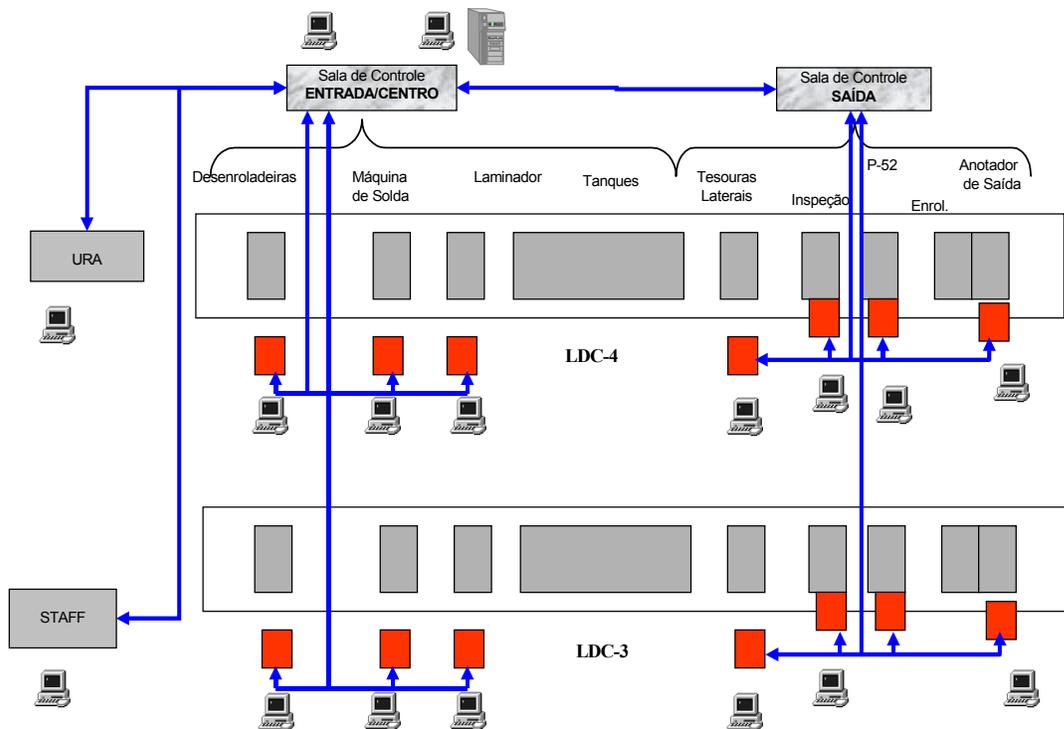


Figura 5.1 – Rede LAN instalada ao longo da linha de processo.

A figura 5.3 ilustra a arquitetura de hardware proposta para o sistema.

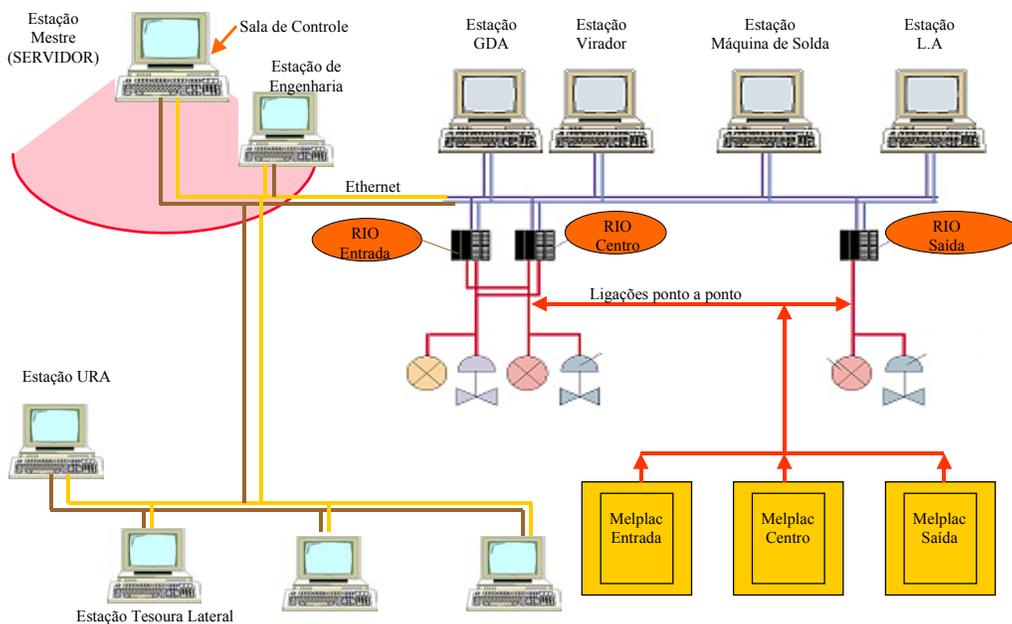


Figura 5.3 – Arquitetura do Sistema SSDA.

6 VARIÁVEIS DO SISTEMA

Na fase de requerimentos foram levantadas todas as variáveis do processo, partindo daquelas disponíveis para cada um dos equipamentos principais descritos em 1. A figura 6.1 ilustra as variáveis de interesse para o sistema correlacionadas aos respectivos equipamentos (primeira parte da linha). O SSDA provê recursos para inserir, excluir e alterar a ordem dos produtos no abastecimento; a correção do rastreamento da bobina (tracking - adiantar, atrasar etc.. a bobina em determinados trechos do processo); rejeitar (retirar o produto do tracking); separar (dividir) o tracking quando a BQ (bobina a quente) for cortada (dividida) para formar um outro ITEM (a frio). O rastreamento das bobinas começa no instante em que o operador de entrada confirma a presença da bobina na esteira; a partir desse instante a bobina assume o número de item abastecido pelo MES.

O rastreamento (Tracking) é feito baseado em sensores e na passagem da solda por equipamentos específicos. 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 as dados pertinentes em tempo real sendo agrupados conforme deslocamento da bobina. Outra informações adicionais compõe o arquivo de informação de cada bobina.

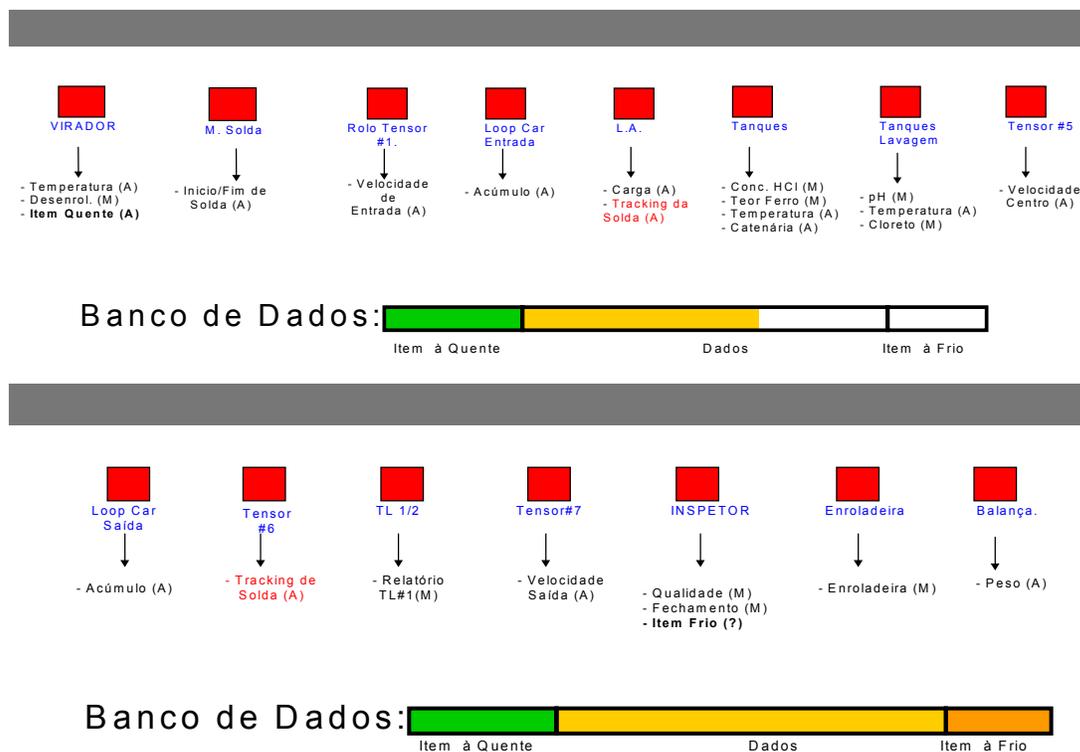


Figura 6.1 – Variáveis de processo correlacionadas aos equipamentos da linha.

7 COMUNICAÇÃO COM SISTEMA MES

O SSDA recebe o programa de produção para a linha de decapagem e envia o resultado do processo e informações de paradas da linha. O programa de produção informa os dados primários das bobinas a serem processadas e são enviadas à

cada solicitação de “abastecimento”. O Registro de bobinas a frio (produto final) é gerado após pesagem da bobina e confirmação do operador anotador, sendo então enviado ao MES. Uma tela contendo uma planilha de trabalho é atualizada pelo nível 3 e o operador de entrada de processo confirma a bobina alimentada na esteira de entrada.

8 TELAS PRINCIPAIS DO SISTEMA

A navegação pelas telas do sistema é feita pelas guias que direcionam o usuário para a tela desejada; Na guia operação, 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 guias podem ser visualizados na parte superior da telas. Para a manutenção também existe uma guia específica, onde telas referentes são agregadas; da mesma forma, relatórios em geral estão agregados na guia relatórios.

As figuras 8.1 e 8.2 mostram as telas da seção de entrada (abastecimento e máquina de solda). A figura 8.3 ilustra a seção do laminador de acabamento.

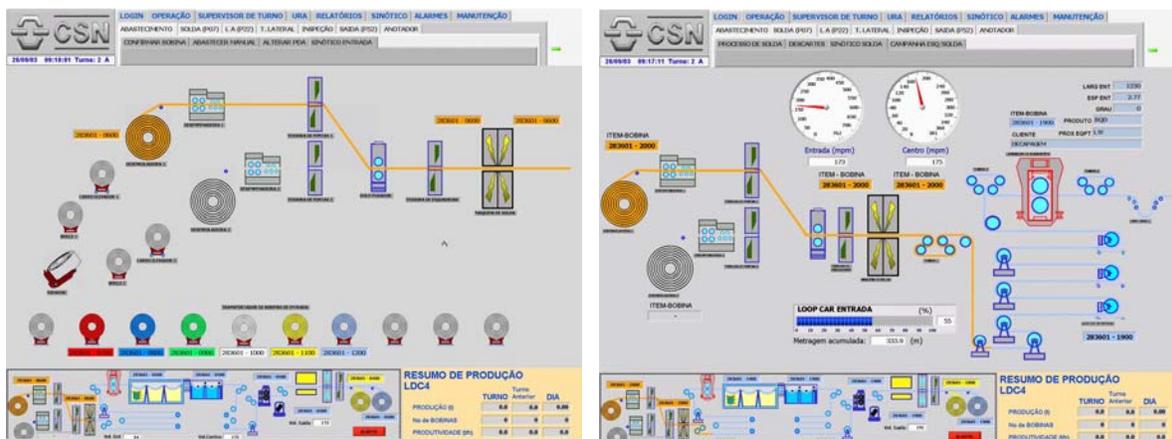


Figura 8.1 – Sinópticos de abastecimento.

Figura 8.2 – Máquina de solda.

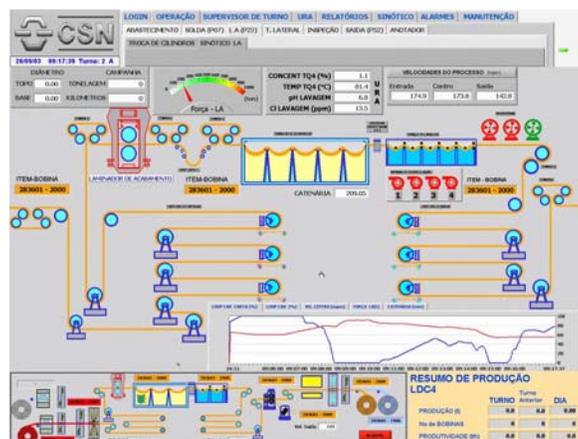


Figura 9.3 – Laminador de acabamento.

10 CONCLUSÕES

- * Os resultados obtidos até o momento com o SSDA atendem as expectativas e em alguns casos excedem aos requerimentos iniciais do projeto;
- * Durante o desenvolvimento do projeto houve necessidade de revisão de alguns itens da fase de requerimentos; as telas de interface direta com os operadores sofreram várias revisões, até se adaptarem ao desejo do usuário;
- * A escolha das ferramentas (LabVIEW, Dynamic C Premier, módulo Z-World) foi adequada para o desenvolvimento do SSDA;
- * O sistema já está sendo implantado também na Linha de Decapagem 3; as atividades de instalação de infra estrutura de rede e aquisição das máquinas mestre e estações de trabalho, bem como dos módulos Z-World já estão em fase de conclusão;
- * Com as similaridades entre as linhas 3 e 4 a facilidade de reutilização de todo o *software* desenvolvido reduzirá o tempo para implantação; bem como para outras linhas de laminação;
- * 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;
- * Todos os postos de trabalho têm acesso às mesmas informações em tempo real, isso traz maior capacidade de interação corretiva por parte dos operadores;

11 REFERÊNCIAS

- [1] Sites sobre SCADA: <http://www.abpubs.demon.co.uk/scadasites.htm>; KAAYE 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.