

EXPANSÃO DO SISTEMA DE GERENCIAMENTO DOS PÁTIOS DE BOBINAS DA CST¹

*Anderson Esteves Bragança*²
*Antônio César Freitas*³
*Clayton Gerhardt de Souza*⁴
*James William L. Laranja*⁵
*Luis Roberto Zorzanelli*⁶
*Moisés Antônio Carneiro*⁷

Resumo

O presente trabalho descreve o controle de estocagem das bobinas de aço nos pátios de processo (resfriamento e linhas de acabamento) e de despacho, bem como a movimentação entre os mesmos, da Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST), dentro de um ponto de vista das alterações nos sistemas de gerenciamento e controle devido a necessidade de expansão dos pátios de bobinas. A abrangência parte da entrada dos pedidos de cliente, planejamento da produção, gerenciamento de pátios e movimentação de bobinas através de pontes rolantes, até a expedição dos produtos para os clientes. Todo este processo é suportado pela integração, automatização e controle nos sistemas envolvidos (Nível 1, Nível 2 e Nível 3). Apresentam-se as funcionalidades existentes no projeto original, as novas funcionalidades implantadas para suportar a expansão e visando resolver problemas como rastreamento das bobinas, otimização da capacidade de armazenamento e expedição dos pátios, diminuição das movimentações desnecessárias entre pátios e redução do risco de expedições de bobinas de aço indevidas para os clientes. São apresentadas também a arquitetura de software e hardware dos sistemas além de uma visão de futuro para estes sistemas.

Palavras-chaves: Movimentação; Estocagem; Otimização; Sistemas de Nível 1, Nível 2 e Nível 3; Automação e controle de processo logístico.

¹ *IX Seminário de Automação de Processos – 2005, 05 a 07 de Outubro de 2005 – Curitiba – Paraná – Brasil*

² *Analista de Sistemas – CST*

³ *Engenheiro - TSA*

⁴ *Analista de Sistemas – Contraste Engenharia*

⁵ *Engenheiro Especialista em Engenharia Elétrica – CST*

⁶ *Engenheiro Especialista em Automação – CST*

⁷ *Moisés Antônio Carneiro -*

INTRODUÇÃO

Dentro do projeto de expansão da CST - Companhia Siderúrgica de Tubarão, com o objetivo de diversificar seus produtos e expandir seus negócios, foi implantado em agosto de 2002 o LTQ - Laminador de Tiras a Quente.

Incluso no projeto original, estava a construção dos pátios de bobinas que contemplava inicialmente a utilização de 2 pátios para a estocagem do material produzido, sendo um pátio de resfriamento de bobinas e um pátio de despacho, onde estava também localizada a linha de acabamento (LA) e linha de tesoura (LT). Considerou-se a necessidade da CST despachar seus produtos por 3 diferentes tipos de modal: rodoviário, ferroviário e hidroviário e ainda que qualquer um dos pátios internos deveria estar apto a realizar um despacho por qualquer destes modais.

Todo o gerenciamento destes pátios contava com sistemas de automação implantados nas pontes rolantes (Nível 1), sistema de gerenciamento e supervisão nas salas de controle (Nível 2) (*HDCYM – Hot Skyn Pass, Divide Line and Coil Yard Management*), para dar suporte a operação no que diz respeito à execução das tarefas de movimentação, armazenamento e despacho das bobinas, ou seja, gerenciamento dos mesmos. Acima destes sistemas de automação estava o sistema de acompanhamento e controle da produção (Nível 3) (*HSMPCS – Hot Strip Mill Production Control System*), para auxílio no gerenciamento das movimentações entre os pátios, estocagem das bobinas e expedição das mesmas dos pátios para o cliente.

Após a implantação de toda a solução e acompanhamento ao longo dos meses, foi verificado que algumas das premissas anteriormente adotadas não atenderiam adequadamente a demanda de produção planejada para o futuro próximo do projeto. Face isso se identificou a necessidade de criação de novas áreas de armazenamento que absorvessem a demanda existente. A CST então decidiu pela criação de mais cinco novos pátios automatizados, nos mesmos padrões dos já existentes, mas com melhores recursos de gerenciamento, de integração entre sistemas e automatismo melhorado, para o auxílio na estocagem e expedição das bobinas.

FUNCIONALIDADES EXISTENTES NO PROJETO ORIGINAL / FORMA DE OPERAÇÃO

No modo de operação original o pátio de resfriamento recebia 100% das bobinas que são produzidas no LTQ e deste pátio às bobinas podiam seguir para:

- o porto, através de caminhões especiais com capacidade de transporte de até 100 tons que só fazem o transporte entre os pátios da usina e os pátios do porto, para de lá (porto) serem enviadas por navio/barcaça aos clientes;
- o cliente direto, via caminhões domésticos, ou seja, caminhões das transportadoras que fazem o transporte das cargas da CST para os clientes;
- o pátio de despacho, quando as bobinas precisam ser despachadas via modal ferroviário ou quando precisam sofrer algum processo de acabamento ou corte;

Para permitir o gerenciamento deste pátio ele foi dividido em áreas específicas para o recebimento e armazenamento de bobinas com mesmos destinos e status e foi desenvolvida uma lógica de tratamento e movimentação destas bobinas visando otimizar os movimentos e maximizar a taxa de ocupação. Algumas características como permitir a invasão de outra área se a área original que suporta aquele tipo de bobina estiver cheia, armazenar bobinas para despacho direto próximo a área de estacionamento de caminhões, alocação de bobinas com mesmo destino ou cliente

armazenada em lotes, tipo de empilhamentos e minimização de movimentação das pontes rolantes foram consideradas.

As pontes rolantes em funcionamento semi-automático recebem as instruções de movimentação e cada movimento de bobina é enviado a posição atualizada para o nível 2 mantendo o mapa do pátio sempre atualizado.

A figura abaixo mostra um exemplo de distribuição das bobinas neste pátio.

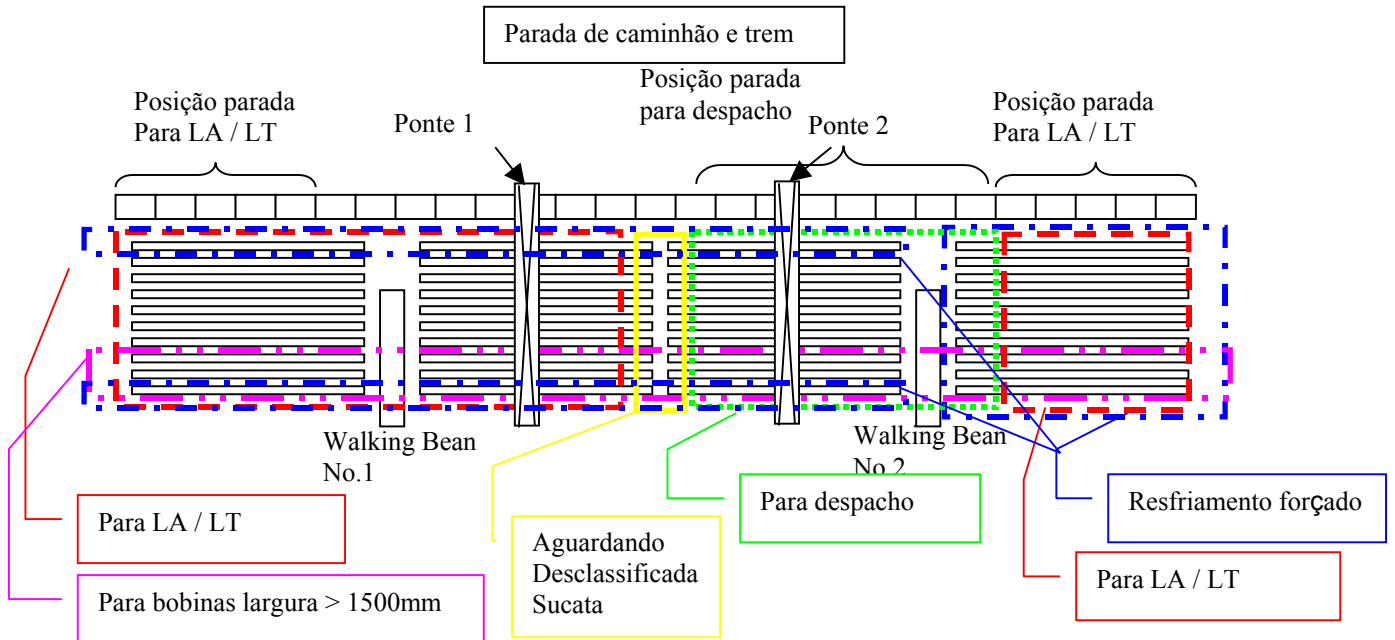


Figura 1. Distribuição de bobinas no pátio BQ0 (projeto original)

O pátio de despacho recebe bobinas vindas do pátio de resfriamento para as áreas de entrada das linhas de acabamento. Estas bobinas depois de processadas nas linhas de acabamento e corte são armazenadas nas áreas de despacho para poderem seguir para o cliente, via caminhões ou via trens. Um gerenciamento semelhante ao pátio de resfriamento é realizado neste pátio.

A figura abaixo mostra o fluxo de movimentação de bobinas nesta configuração:

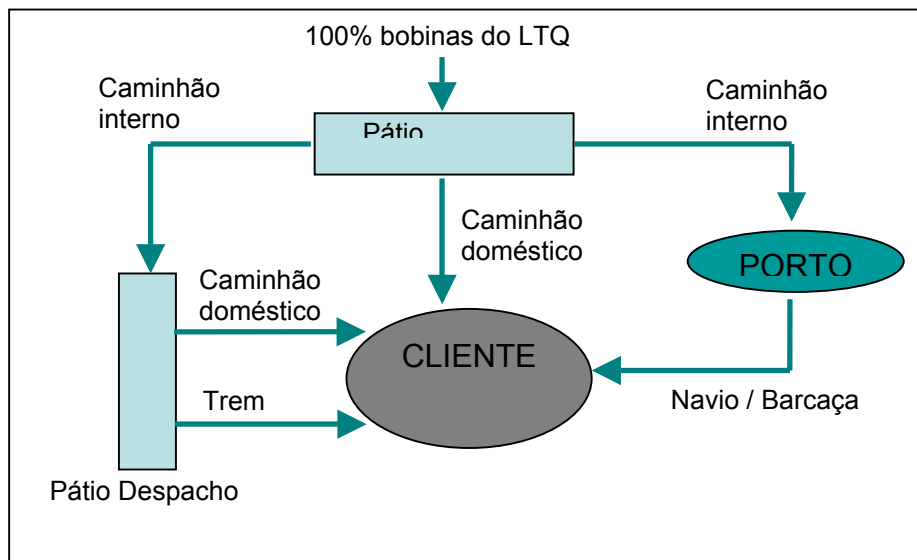


Figura 2. Fluxo de movimentação de bobinas (projeto original)

FUNCIONALIDADES DO SISTEMA APÓS EXPANSÃO / FORMA DE OPERAÇÃO

Após definição física dos novos pátios a serem construídos e estudos de distribuição e movimentação das bobinas seguindo os critérios de capacidade de armazenamento e vocação de despacho de cada um deles, ou seja, em quais pátios seriam priorizados despachos rodoviários, ferroviários e hidroviários, ficou assim definido a nova configuração e fluxo normal das bobinas produzidas pelo LTQ:

- *Pátio resfriamento - BQ 0*: funciona como pátio de processo. Recebe todas as bobinas vindas do LTQ. Após seu resfriamento estas são movimentadas para o pátio de processo BQ1, para os pátios de despacho para formação de lote para cliente ou são movimentadas diretamente para o porto.

- *Pátio de processo - BQ 1*: funciona como pátio de processo, recebendo do pátio de resfriamento apenas aquelas bobinas que necessitam de um processo final de acabamento. Após o processamento as bobinas são enviadas para os pátios de despacho para formação de lote para cliente ou são movimentadas diretamente para o porto.

- *Pátios de despacho BQ 2, 3, 4, 5 e 6*: estes são pátios exclusivamente de despacho, responsáveis pela formação de lotes e com capacidade de despacho rodoviário e/ou ferroviário (BQ 4, 5 e 6). De todos eles também é possível a movimentação para o porto.

Além deste fluxo normal de processo, existem aqueles fluxos chamados de exceções, ou seja, o retorno de qualquer bobina dos pátios de despacho para o pátio de processo BQ 1 com o objetivo re-inspecionar ou re-processar o material em qualquer das linhas de acabamento. Além disso, foi criado o recurso de movimentação de bobinas entre os pátios de despacho por questão de rearranjo de carga.

A figura abaixo mostra o fluxo de movimentação de bobinas nesta configuração:

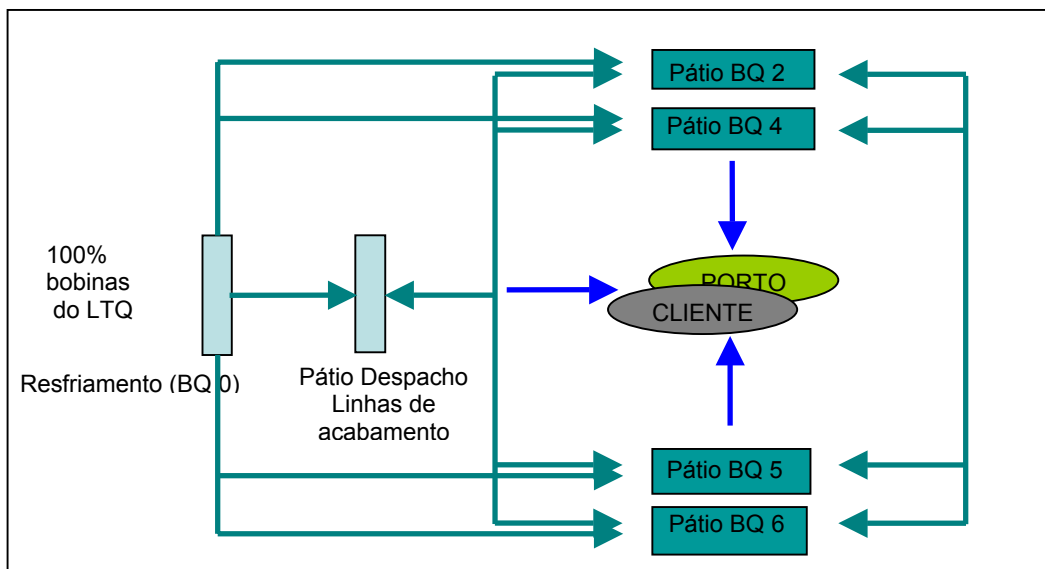


Figura 3. Fluxo de movimentação de bobinas (após expansão)

A criação destas novas áreas de armazenamento e estocagem tornou o fluxo de movimentação entre pátios mais complexo, exigindo um maior suporte por parte dos sistemas de Nível 1, Nível 2 e Nível 3. Identificou-se então as novas funcionalidades que deveriam ser desenvolvidas e/ou modificadas para auxiliar no

planejamento e operação dos pátios devido ao novo cenário existente, tendo em vista as seguintes premissas:

- Criação dos novos pátios dentro dos padrões dos pátios já existentes,
- Sensoriamento das pontes rolantes com garantia de posicionamento das bobinas,
- Flexibilidade na movimentação entre pátios,
- Definição de pátio de despacho na entrada do pedido.

A figura abaixo mostra o macro fluxo de informações nesta configuração:

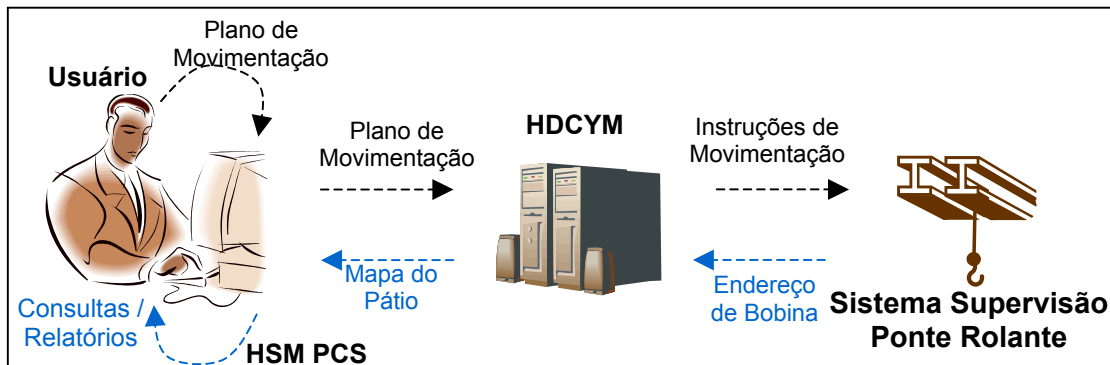


Figura 4. Macro fluxo de informações.

As principais funcionalidades implementadas nos sistemas envolvidos para termos uma solução integrada e que auxiliasse na tomada de decisão da empresa são as seguintes:

No Nível 3:

- 1- *Definição do pátio de despacho na entrada do pedido.* O sistema sugere um pátio de despacho para todas as bobinas de aço que forem produzidas, com base em informação do pedido, tais como, peso, restrição de recebimento de material no cliente, qualidade, dimensão do material solicitado e modal de transporte. Depois de concluído todo o processamento da bobina, o sistema instrui automaticamente a retirada desta do pátio em que se deu o término do seu processo para o pátio de despacho final.
- 2- *Alteração do pátio de despacho.* Qualquer alteração da rota de movimentação das bobinas de um pedido pode ser feita através de funções no sistema por parte do usuário. Com isso as pessoas responsáveis pelo controle e planejamento das movimentações internas entre os pátios têm toda liberdade de alterar as movimentações que o sistema gera automaticamente.
- 3- *Controle de habilitação e desabilitação dos pátios.* Esta funcionalidade permite que seja desabilitada a recepção ou o envio de bobinas de um determinado pátio para outro nos casos que o pátio em questão tenha sofrido uma parada programada das pontes rolantes nele existente ou mesmo para priorizar o atendimento das pontes rolantes para o carregamento de uma composição para despacho. Nas movimentações internas a serem feitas e gerenciadas pelos sistemas envolvidos, são checados quais pátios podem receber ou enviar bobinas para outros pátios. Nos casos em que o pátio não pode receber uma determinada bobina o responsável pode direcionar esta para um novo pátio, se for necessário.

- 4- *Definição de ritmos e prioridades nas movimentações de bobinas entre os pátios.* Esta funcionalidade permite que os responsáveis que acompanham o fluxo de movimentação das bobinas entre os pátios priorizem e estabeleçam “ritmos” de movimentação entre os pátios. Com esta funcionalidade o usuário tem a possibilidade de alterar não só a ordem cronológica de execução destas instruções como também dizer ao sistema qual a proporção de movimentações internas que deve ser realizada para cada pátio em um intervalo de tempo.
- 5- *Consultas, alertas e relatórios estatísticos.* Foram também desenvolvidas várias consultas, gráficas e alertas sinalizando que algo de errado está ou poderá acontecer num futuro breve, como por exemplo, em relação a capacidade de armazenamento dos pátios, o sistema sinaliza quando os pátios atingirem 50%, 85% e 100% de sua capacidade, por exemplo.

No Nível 2:

- 1- *Mapeamento dos pátios.* No HDCYM todos os pátios de bobinas são totalmente mapeados, tendo a posição real de cada bobina, mantida sem a intervenção do operador, ou seja, são geradas instruções de movimentação para as pontes rolantes e recebidas as posições finais de destino das bobinas. Em caso de necessidade existe também a possibilidade de criação de instrução de movimentação pelo operador diretamente no HDCYM. O sistema gerencia também as bobinas em transito entre pátios.
- 2- *Novas regras de armazenamento e formação de lotes.* Esta funcionalidade visa a otimização da estocagem das bobinas nos pátios objetivando capacidade de armazenamento e rapidez na movimentação.

O BQ0 como pátio de resfriamento teve sua lógica de armazenamento totalmente alterada passando agora a seguir o conceito de “onda de quente” que consiste basicamente em dividir o pátio ao meio e colocar as bobinas quentes recebidas do LTQ sempre na frente da bobina recebida anteriormente, com isso forma-se uma frente quente de bobinas avançando pelo pátio. Por outro lado as bobinas que estão resfriando são movimentadas para outros pátios. Vide exemplo ilustrativo abaixo:

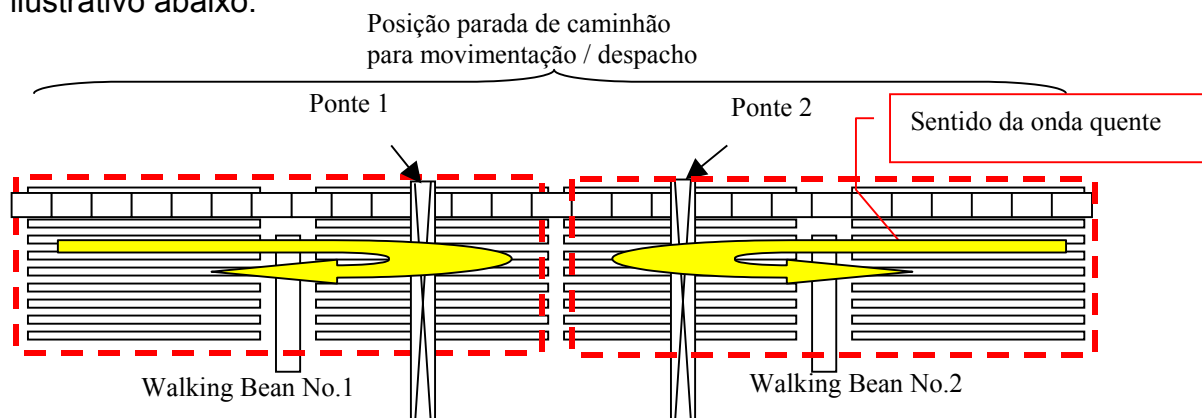


Figura 5. Distribuição de bobinas no pátio BQ0 (após expansão)

O pátio de processo BQ1 manteve suas regras de armazenamento, tendo as áreas destinadas a receber bobinas para processamento na LA e LT e as áreas destinadas para bobinas processadas e que serão movimentadas para outros pátios ou para o porto.

Para os pátios de despacho foram definidos novos algoritmos considerando critérios como: agrupamento por cliente, dimensões e método de empilhamento e procurando posicionar as bobinas a partir das áreas de estacionamento de caminhões. A bobina ao chegar no pátio de despacho instruído é colocada prioritariamente junto com outras de mesmo cliente. Mais de um agrupamento físico pode ser criado para representar um lote, objetivando otimizar o processo de despacho das bobinas através das pontes rolantes. As dimensões das bobinas são consideradas na formação do lote visando a segurança das pilhas formadas. Podem ser considerados até 3 métodos de empilhamento, sendo o empilhamento 1/2, 2/3 e n/n-1, configuráveis em função da necessidade.

- 3- *Integração com pontes rolantes.* Para interface com as pontes rolantes foi mantida a configuração original para os pátios de resfriamento BQ0 e pátio de processo BQ1 que consiste de um driver utilizando protocolo TCPIP (sockets) comunicando com os PLCs através de um gateway. Já nos novos pátios (com exceção do BQ6 que não tem ponte rolante) a interface com as pontes rolantes consiste de um driver comunicando diretamente com o PLC através de software Interchange. Do ponto de vista do HDCYM, as pontes rolantes funcionam em modo semi-automático, semi-automático exceção, manual. No modo semi-automático e semi-automático exceção instruções de movimentação são enviados pelo HDCYM, cabendo ao operador executá-las. No modo manual o operador tem liberdade de qualquer movimentação, mas todas as posições de origem e destino das bobinas movimentadas são informadas ao HDCYM, garantindo assim a correção da posição das mesmas e sua rastreabilidade.
- 4- *Histórico de movimentações.* Como forma de monitorar as movimentações foi disponibilizado o recurso de pesquisa e análise de toda movimentação realizada nos pátios, garantindo o acompanhamento e rastreamento de todos os endereços onde uma determinada bobina foi posicionada.
- 5- *Instrução de movimentação entre pátios.* A funcionalidade de geração automática de instrução de movimentação entre pátios foi totalmente reformulada devido a 2 fatores principais: o primeiro é porque esta função deveria estar agora atenta também as definições de pátio final instruídas pelo sistema de nível 3, sejam elas automáticas ou manuais pelos responsáveis pelo controle e planejamento das movimentações internas entre os pátios; e o segundo é porque com o aumento do número de pátios aumentou a carga de processamento do servidor sendo necessária uma alteração na lógica dos processos para redução do custo de processamento.

No Nível 1:

Nas pontes estão instalados sensoriamentos que permitem identificar a posição das mesmas em tempo real. Todo o controle da ponte rolante é centralizado em um controlador lógico programável (PLC) através de conexão sem fio e que é interligado através de rede ethernet ao HDCYM.

Além da função de realizar o tracking das bobinas e interfacear com o Nível 2, outra função importante é a sinalização e diagnósticos de falhas que permitem ao operador tomar decisões para minimizar os impactos na produção.

Foram desenvolvidas as seguintes funcionalidades:

- 1- O software de Tracking automático de Bobinas foi inserido no PLC existente das pontes. Foram criados novos arquivos de programas para atender ao sistema de tracking automático de bobinas.

- 2- Foi criado o software do PLC Master para interfacear os dados entre Nível 2 e PLC das pontes , sendo instalado um PLC Master para cada pátio (BQ2, BQ4, BQ5)
- 3- Foram inseridas novas telas na IHM (PanelView) utilizadas para operação da ponte.
- 4- Outra função importante é a sinalização e diagnósticos de falhas que permitem ao operador tomar decisões para minimizar os impactos na produção.

Segue abaixo exemplo da tela principal na IHM:

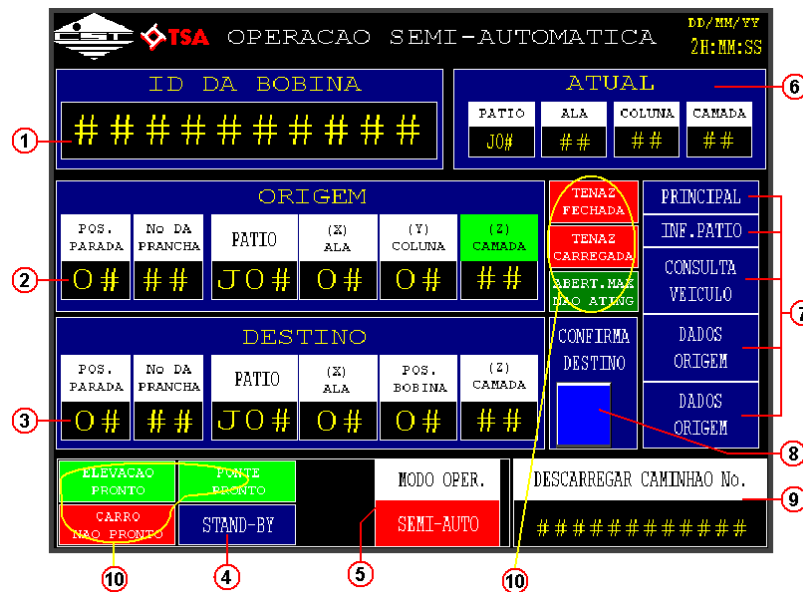


Figura 6. Tela principal da IHM na ponte rolante

Descrevemos abaixo as principais soluções de hardware adotadas neste projeto:

- Nível 1

1. Utilização de Rádios Spread Spectrum, fabricação Cisco, para comunicação entre as pontes e o PLC Mestre.
2. Utilização de Medidores Laser, em rede DeviceNet, para determinação da posição das pontes nos eixos X e Y.
3. Instalação de PLC Master em cada pátio com o objetivo de centralizar e realizar as lógicas para interface de dados entre o Nível 2 e as pontes.

Obs: Uma das preocupações consideradas no projeto foi evitar possíveis erros na medição do eixo X em função do desnivelamento da altura da ponte ao longo do percurso. A solução encontrada foi a instalação do espelho de reflexão do laser na ponte, e o emissor instalado em uma posição fixa no pátio, interligado via rede Device Net ao PLC Master.

Para dar suporte esta solução existe a seguinte infra-estrutura:

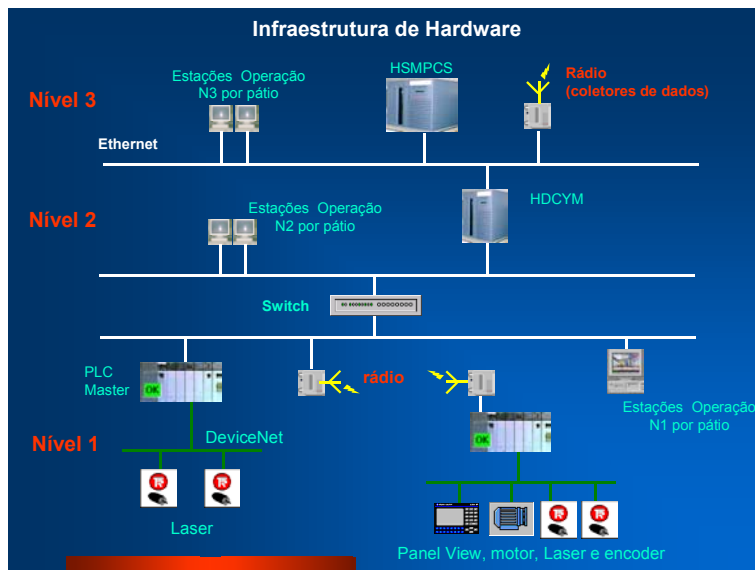


Figura 7. Infraestrutura de Hardware

AVALIAÇÃO DO SISTEMA ATUAL

Devido ao grande número de alterações de sistemas e de filosofia de operação, apesar de se encontrar implantado, atualmente está em fase de adequação e ajustes. O principal motivo que tem levado a uma demora na operação plena é que depois de implantado a área operacional verificou a necessidade de pequenos ajustes não previstos em fase de projeto.

VISÃO DE FUTURO

Observou-se que esta área de pátios de bobinas é estratégica e que depois de consolidado o sistema atual novos projetos poderão ser desenvolvimentos, como os citados:

- 1- Identificação dos caminhões de despacho doméstico e de movimentação interna, visando agilidade no despacho nos pátios e na peação, através de tecnologia de transponder ou mesmo de códigos de barras;
- 2- Desenvolvimento de algoritmos de ocupação de pátios mais elaborados e flexíveis que considerem as peculiaridades de cada pátio;
- 3- Adequação dos sistemas de Nível 2 e Nível 3 à implantação da nova portaria de recebimento e despacho de caminhões de despacho doméstico;
- 4- Desenvolvimento de nova filosofia de despacho ferroviário visando melhoria e agilidade no despacho;
- 5- Desenvolvimento de independência de estrutura de hardware e software para o gerenciamento de cada pátio.

CONCLUSÃO

A expansão dos pátios de bobinas e as funcionalidades apresentadas neste artigo são resultado de um processo de acompanhamento desde o início da operação do Laminador. Estas funcionalidades ajudam a solucionar alguns dos problemas encontrados durante este período. Devido à dinâmica de despacho de bobinas está sendo realizado de uma forma contínua o acompanhando do desempenho dos sistemas e identificando melhorias necessárias no processo de movimentação, estocagem e expedição das bobinas na CST. Espera-se desta forma proporcionar mais um diferencial em termos de qualidade, eficiência e baixo custo para a CST.

EVOLUTION OF COIL YARD MANAGEMENT SYSTEM OF CST¹

*Anderson Esteves Bragança*²
*Antônio César Freitas*³
*Clayton Gerhardt de Souza*⁴
*James William L. Laranja*⁵
*Luis Roberto Zorzanelli*⁶
*Moisés Antônio Carneiro*⁷

Abstract

The present work describes the storage control of coils in the process yard (cooling and finishing lines) and dispatch as well as the transportation between them, at Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST) considering the evolution of management systems due expansion of coil yards. The description starts with the purchase order, production planning, coil yard management and coil tracking and goes up to product dispatch. The whole process is supported by the integration and automation of the several systems involved (Level 1, Level 2 and Level 3). It presents the functionalities implemented with the start-up of the Hot Strip Mill, the new functionalities implemented to support coil yard expansion and solve difficulties such as coil tracking, optimization of storage capacity and yard dispatch, diminishing of unnecessary traffic between the yards and reduction of the risk of incorrect dispatch of coils to clients. It is presented the hardware and software architecture and an overview of future developments.

Key-words: Transportation; Storage; Optimization; Level 1, Level 2 and Level 3 systems; Automation of logistic process.

¹ *IX Seminar of Process Automation – 2005, October 5th to 7th, 2005 – Curitiba – Paraná – Brasil*

² *Systems Analyst – CST*

³ *Engineer – TSA*

⁴ *Systems Analyst – Contraste Engenharia Ltda*

⁵ *Engineer Specialist in electrical – CST*

⁶ *Engineer Specialist in Automation – CST*

⁷ *Engineer*