

AUTOMAÇÃO DE MÁQUINAS DE ACABAMENTO SIDERÚRGICO FINO DA VILLARES METALS S.A. ¹

Marcos Gomes dos Santos ²
Deiber Luiz Dela Torre Camargo ³
Donizete Lopes Rolim ⁴
José Roberto Murari ⁵
Marcos Alexandre Stuart Nogueira ⁶

Resumo

Este documento tem a finalidade de mostrar, através de alguns exemplos implantados, o trabalho contínuo de atualização tecnológica dos equipamentos produtivos dos setores de acabamento do Departamento de Produtos Laminados da Villares Metals S.A.

Palavras-chave: Automação; Atualização; Produtividade; Qualidade.

¹ IX Seminário de Automação de Processos – 05 a 07 de Outubro – Curitiba/PR
² Supervisor de Manutenção dos Acabamentos – Villares Metals S.A.
³ Supervisor de Manutenção de Laminados – Villares Metals S.A.
⁴ Técnico de Manutenção Eletrônica – Villares Metals S.A.
⁵ Gerente de Manutenção – Villares Metals S.A.
⁶ Diretor Industrial – Villares Metals S.A.

1 INTRODUÇÃO

Os setores de acabamento da Villares Metals são compostos de vários equipamentos, dentre eles, máquinas de retífica *centerless*, endireitadeiras, descascadeiras, máquinas de desempenamento e polimento, entre outras. Muitas dessas máquinas são antigas e possuíam uma concepção elétrica e eletrônica original, considerada obsoleta para os dias atuais e muitas vezes sendo o foco de complexos trabalhos de manutenção.

A atualização de sistemas eletro-eletrônicos convencionais é uma necessidade atual para empresas dos diversos setores de mercado e dentre suas principais vantagens, pode-se citar:

- Redução de paradas por manutenção corretiva;
- Melhoria da confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos e células;
- Otimização de produtividade e qualidade;
- Maior segurança operacional e de máquina (intertravamentos);
- Facilidade de planejamento e logística de itens e peças sobressalentes;
- Oportunidade de atualização técnica dos profissionais de manutenção.

É com foco nestes tópicos que estamos realizando alguns trabalhos de automação e atualização técnica dos equipamentos e processos das células de acabamento, principalmente nas linhas de produção de aço válvula e aço rápido. Estes trabalhos estão sendo implantados aproveitando-se o tempo parado dedicado às grandes reformas mecânicas que já fazem parte de uma programação específica.

A concepção mecânica das máquinas dos acabamentos, que obedece basicamente à natureza dos processos para qual foram concebidas, não são objetos de grandes trabalhos de atualização, em função de serem máquinas geralmente robustas, mas com excelente desempenho de funcionamento. Por esse motivo, os grandes trabalhos mecânicos efetuados são geralmente focados em itens de reparo, limpeza, lubrificação, substituição, pequenas melhorias, entre outros itens relacionados à manutenção preventiva e preditiva, sendo que, itens originais de projeto não são consideravelmente alterados.

2 MÉTODOS UTILIZADOS

2.1 Abordagem

Os projetos de atualização implantados não foram idealizados diretamente pela estrutura, interligação elétrica e conteúdo dos painéis originais. Destes, assim como a concepção dos púlpitos de operação foram aproveitadas somente informações básicas relacionadas ao funcionamento e dados de motorização.

Os escopos dos projetos tiveram como bases principais, as estruturas das máquinas propriamente ditas, dados da motorização existente e principalmente as necessidades de operação e processo, o que inclui necessidades de alteração de funcionamento original e idéias provenientes diretamente das experiências do chão-de-fábrica.

As experiências vividas com o funcionamento das máquinas antes das atualizações (tanto pelo pessoal de operação como de manutenção) se mostraram indispensáveis e dessa forma foi percebido que seria mais fácil trabalhar no sentido “**do processo ao painel**” do que no sentido inverso fazendo-se a simples “tradução” de interligações originais para atualização e *retrofitting*. Esta abordagem,

que é a prática dos fabricantes de máquina, tem a vantagem de incluir todas as informações relativas ao processo que devem ser consideradas nos novos projetos e ainda carrega o grande diferencial de conter consideráveis informações experimentais em função da vivência com as próprias máquinas.

Outra definição de trabalho fortemente aplicada às atualizações foi o desenvolvimento de soluções que pudessem disponibilizar abertura para melhorias e ampliações de projeto que cada máquina e processo possam necessitar no futuro.

2.2 Automação de Retíficas *Centerless*

O processo de retífica *center-less*, altamente utilizado nas células de acabamento, foi um dos principais focos abordados no início dos trabalhos. A seguir serão comentados dois casos práticos específicos deste tipo de processo:

2.2.1 Retíficas de desbaste Lidköping 1 e 2 – Célula de aço válvula

Essas máquinas (especificamente neste setor) têm a função exclusiva de efetuar os primeiros desbastes nos materiais recebidos das áreas de laminação e tratamento térmico, antes de seu acabamento. São basicamente formadas por dois rebolos, sendo um rebolo de corte e outro de arraste, mesas de alimentação e descarga e outros acionamentos auxiliares. Seu sistema elétrico original era formado por um painel de comando convencional e púlpito de operação. A máquina possuía três motores de corrente contínua, controlados por conversores DC antigos, sendo um para o rebolo de arraste, e dois para as mesas (entrada e saída). O rebolo de corte era acionado por uma partida estrela-triângulo.

Em função das manutenções que eram exigidas para os motores DC e seus conversores, foi optado pela alteração para motores AC convencionais e inversores de frequência. A escolha de potência dos motores não foi baseada diretamente nos dados dos motores antigos e sim nas potências mecânicas que eram realmente exigidas para o processo, as quais foram medidas e reavaliadas. Com relação ao rebolo de arraste, que tem a função de efetuar a movimentação longitudinal das barras pela máquina enquanto são retificadas pelo rebolo de corte, foi feito um estudo específico para a troca de seu motor.

No caso deste tipo de máquina, por trabalhar com desbaste de aços de alta liga e dureza, ocorre um efeito de corrente regenerativa durante todo o processo. Os rebolos trabalham no mesmo sentido de rotação, sendo que o rebolo de corte tem uma velocidade fixa muito maior que a maior velocidade máxima do rebolo de arraste, que é variável em função da velocidade do processo. Quando a barra é inserida entre os mesmos, ela atua como uma espécie de “acoplamento”, o que faz com que o rebolo de corte tente “empurrar” o rebolo de arraste para uma velocidade maior. A consequência deste efeito é que o motor de arraste começa a funcionar como um gerador, fazendo a energia regenerativa retornar ao conversor ou inversor utilizado.

A figura a seguir mostra como é causado o efeito de “acoplamento” dos rebolos:



Fonte: Departamento de Manutenção – Villares Metals S.A.

Figuras 1a e 1b. Efeito do Rebolo de Corte Sobre o Rebolo de Arraste.

Desta forma, para a aplicação de um motor AC alimentado por um inversor de frequência, fez-se necessária a aplicação de um resistor de frenagem ao mesmo, a fim de se efetuar a “queima” desta energia regenerativa e manter estável o funcionamento do motor de arraste, que deve manter sua velocidade constante, mesmo que “forçado” pelo rebolo de corte. Este inversor foi inclusive comissionado para trabalhar em modo vetorial, para melhorar seu desempenho nas variações de carga e também minimizar os efeitos regenerativos. Para a alimentação do motor do rebolo de corte foi feita a alteração da partida estrela-triângulo para partida suave utilizando-se um *soft starter*, a fim de diminuir os efeitos da corrente de partida no mesmo. Os motores das mesas foram alimentados através de inversores de frequência trabalhando em modo escalar e as demais motorizações auxiliares utilizam partida direta. Quanto ao controle geral da máquina foi utilizado um PLC Siemens da família S7200 para proporcionar ao equipamento um horizonte de funcionamento bem maior do que era possível com o antigo painel, utilizando inclusive uma IHM alfanumérica em seu púlpito de operação.



Fonte: Departamento de Manutenção – Villares Metals S.A.

Figura 2. Visualização da Retífica Lidköping 2.



Fonte: Departamento de Manutenção – Villares Metals S.A.

Figuras 3a e 3b. Painel Elétrico e Pulpito de Uma Retífica Lidköping.

Estas máquinas, que só possuíam indicação analógica de corrente dos rebolos, agora disponibilizam aos seus usuários vários parâmetros de processo, tais como velocidades de rotação e lineares dos acionamentos controlados, monitoração de velocidade de processo através de sensores adicionados ao equipamento, ajustes e monitoração dos tempos de carga e descarga, visualização de inúmeras mensagens de avisos e alarmes de funcionamento, entre outros.

2.2.2 Retíficas Schumag 24 e 25 – Célula de aço rápido

Os processos de retífica *centerless* também são utilizados na Célula de Aço Rápido, que possui máquinas direcionadas tanto para desbaste como para acabamento. Temos como exemplo as retíficas Schumag 24 e 25, que também passaram por reformas e trabalhos de automação e atualização.

Estas máquinas também trabalham com dois rebolos, porém, em sentidos opostos e ambos têm a função de desbaste principal (corte) e possuem as mesmas dimensões. O controle de velocidade de passagem das barras é feito mediante discos de avanço para movimentação e polimento, acionados por outro motor, de menor potência que os dos rebolos. As mesas de entrada não possuem motorização, pois seu carregamento é feito através de pinças pneumáticas. A mesa de saída também não possui motorização, mas há um conjunto de roletes nas saídas, responsável pelo descarregamento das barras.

Estas máquinas, responsáveis por grande parte da produção de seu setor, possuem uma concepção mecânica que leva destaque perante as outras retíficas, pois apesar de sua robustez, seus conjuntos de peças e ferramentais têm excelente precisão e garantem boa qualidade para o processo, efetuando acabamento de barras de até $\varnothing 0,8\text{mm}$. No entanto, a concepção elétrica original das máquinas não possuía sistemas eletrônicos que permitissem o aproveitamento adequado de suas qualidades mecânicas.

Dessa forma, durante uma reforma completa efetuada em ambas as máquinas 24 e 25, foi projetado e concebido um novo painel eletro-eletrônico, prevendo um sistema de automação capaz de extrair ao máximo as capacidades mecânicas e estruturais do equipamento, o que inclui a instalação de um PLC Siemens S7224, inversores de frequência vetoriais, sistema de servoacionamento AC, medidor ótico de bitola, entre outros. Dentre as melhorias efetuadas em cada máquina, destacamos:

- Implantação de controle de velocidade independente nos rebolos. O painel original alimentava os motores através de partidas tipo estrela-triângulo;
- Implantação de controle de velocidade nos discos de avanço. Originalmente haviam apenas duas velocidades fixas, mediante a utilização de um motor de dois enrolamentos, selecionados por contadores;
- Colocação de um sistema automático de controle de bitola^(*). Antes da implantação o controle era feito manualmente e medido com o uso de micrômetros convencionais;
- Inserção de monitoração e controle de inúmeras variáveis auxiliares de processo antes não conhecidas, como velocidade de passagem, controle de tempo, indicação digital do sistema de compensação de bitola, volume de produção, entre outras.

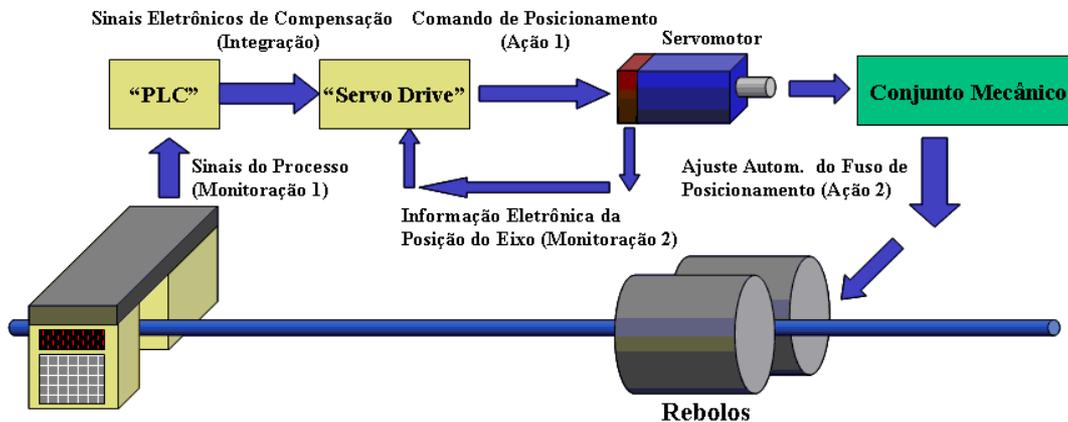


Fonte: Departamento de Manutenção – Villares Metals S.A.

Figuras 4a ,4b e 4c. Visualização da Retífica Schumag 24, Pupito e Painel.

O controle automático de bitola implantado^(*) é formado por um medidor ótico, e um sistema de servoacionamento interligado ao PLC do painel. Quando o material está em processo, ocorre um desgaste dos rebolos ao longo do tempo, o que faz

com que o diâmetro de saída dos materiais varie e comece a aumentar. Com a medição ótica de bitola *on-line* é possível para a máquina “perceber” as variações dimensionais e de acordo com seus valores, é enviado um sinal de controle ao sistema, a fim de efetuar as devidas compensações de desgaste e correção da bitola através do posicionamento dos rebolos.



Fonte: Departamento de Manutenção – Villares Metals S.A.

Figura 5. Sistema de Compensação de Rebolo Para Controle de Bitola.

2.2.3 Implantação de sistema de compensação – Célula de aço válvula

O sistema automático de controle de bitola mencionado no item anterior também foi implantado na Célula de Aço Válvula, tendo sido colocado como sistema de controle padronizado em 18 retíficas de acabamento. A instalação desses sistemas nesta ocasião fez parte de um projeto de aumento de capacidade na célula, que incluiu também várias atuações de engenharia, dentre elas a construção interna de algumas máquinas específicas para os processos.



Figuras 6a e 6b. Retífica de Acabamento Malcus e Servomotor Utilizado

Fonte: Departamento de Manutenção – Villares Metals S.A.

2.3 Automação da Descascadeira e Politriz – Célula de Aço Rápido

Também mostramos como exemplos de máquinas que passaram por reformas e atualização, as máquinas Descascadeira WDH60 e Politriz WRPF. Essas máquinas trabalham em conjunto e são consideradas como dois dos principais equipamentos da Célula de Aço Rápido, pois são responsáveis pela preparação

inicial de todas as barras que são processadas neste setor, antes de seguirem para os processos de retífica e inspeção.

Os painéis elétricos originais de ambas as máquinas possuíam um grande circuito de intertravamento e controle, formado por inúmeros contatores auxiliares, temporizadores entre outros dispositivos, formando um complexo comando elétrico.

Esta complexidade era um fator extremamente negativo quando da necessidade de serviços de manutenção, pois apesar de se dispor de esquemas atualizados e em bom estado, as intervenções técnicas eram demasiadamente difíceis e demoradas. Os conversores DC utilizados nos motores principais da descascadeira também eram extremamente antigos e de difícil manutenção, além de utilizarem componentes obsoletos e não possuírem placas de reposição.

Podemos salientar que atualização desta este é um exemplo especial de abordagem **“do processo ao sistema”** executado até o momento, pois a análise de seu projeto foi feita basicamente com as informações de processo e funcionamento já conhecidas, somadas com necessidades e informações operacionais vividas, e poucas informações foram aproveitadas do circuito elétrico original. Dentre os principais pontos de modernização, destacamos:

- Substituição de conversores DC antigos por modelos novos, microprocessados;
- Aplicação de inversores AC para controle de velocidade do sistema de carro da WDH60 e dos rolos de polimento da WRPF (todos originalmente com velocidades fixas);
- Implantação de sistema com servomotor para ajuste das ferramentas de corte da WDH60, permitindo controle preciso de bitola;
- Instalação de PLC's da família S7300, S7200 e IHM para visualização e controle das variáveis de processo;
- Unificação dos postos de comando das duas máquinas em um único púlpito, facilitando a operação conjunta dos dois processos;
- Criação de um sistema automático de posicionamento de caçambas de cavaco, de acordo com a escolha do operador.

O sistema de automação dessas máquinas foi unificado em uma única rede (protocolo MPI), de forma a facilitar a troca de informações entre todos os dispositivos e hardware aplicados. A comunicação do púlpito de comando é feita através dessa rede e são utilizadas CPU's S7200 como interfaces remotas para transmissão dos estados dos botões, chaves e lâmpadas até o painel centralizado da máquina, reduzindo consideravelmente o número de condutores utilizados.



Fonte: Departamento de Manutenção – Villares Metals S.A.

Figuras 7a e 7b. Descascadeira WDH60 e Politriz WRPF.



Fonte: Departamento de Manutenção – Villares Metals S.A.

Figuras 8a e 8b. Pupito Integrado e Caçambas de Descarte.

3 RESULTADOS E OTIMIZAÇÕES DOS PROCESSOS

Os ganhos observados ao longo dos meses com os trabalhos de automação implantados foram muito significativos, tanto para a produção quanto para a manutenção. Os principais retornos de uma forma geral foram:

- Aumento de produtividade dos processos das células de acabamento;
- Melhoria da qualidade superficial e dimensional dos materiais, reduzindo consideravelmente o índice de refugos;
- Aumento da disponibilidade operacional dos equipamentos focados;
- Maior segurança e confiabilidade nas variáveis controladas;
- Facilidade para ampliações nos projetos implantados.

Os resultados individuais destes exemplos são apresentados abaixo:

Tabela 1. Retornos Produtivos Obtidos Com Automação dos Processos.

Exemplos Abordados	Resultados
Retíficas Lidköping 1 e 2	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da capacidade produtiva individual das máquinas em 25%; • Aumento de disponibilidade e redução de MTTR médio de manutenção de 162 para 55 min (redução de 66%).
Sistemas de Compensação de Bitola	<ul style="list-style-type: none"> • Redução do índice de refugos dimensionais em praticamente zero; • Aumento de disponibilidade global e eliminação de ocorrências corretivas de sistemas antigos.
Retíficas Schumag 24 e 25	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento do desempenho de produção de 96 para 106% (Real vs. Programação); • Melhoria da disponibilidade de 95,69 para 98,85%; • Aumento de produção mensal em 50%; • Aplicação de controle automático de bitola em linha (100% do material produzido).
Descascadeira e Politriz	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de produtividade em 15,04%; • Redução do MTTR médio de manutenção de 169 para 91 min (redução de 46%).

Fonte: Departamento de Manutenção – Villares Metals S.A.

4 CONCLUSÃO

Os trabalhos que foram mostrados são exemplos da grande possibilidade de retorno com a aplicação de automações localizadas de pequeno porte. Conforme visto anteriormente, todas as máquinas abordadas são antigas, mas com grande potencial de retorno quando sofrem atualizações técnicas.

Todas as máquinas que foram atualizadas neste processo de automação obtiveram rendimentos comparáveis aos de máquinas similares novas, as quais custariam se fossem adquiridas, valores acima de 10 vezes os custos de implantação dos trabalhos realizados.

Em termos de tamanho de *hardware* não podemos comparar estas atualizações com os grandes níveis de automação integrada existentes no mercado. Mas para os processos tomados como alvo deste trabalho de melhoria contínua, estas soluções de automação pontual são economicamente consideradas as melhores opções de relação custo x benefício para situações localizadas que exigem solução para problemas de processo existentes, retorno imediato, aproveitamento de maquinário atual e baixo custo de implantação.

Agradecimentos

Os autores agradecem de forma especial a todos os profissionais que colaboraram direta e indiretamente para o sucesso das implantações e que com certeza continuarão apoiando à continuidade e crescimento dos trabalhos futuros.

Em especial, agradecemos a:

Villares Metals S.A.:

Edmir Narchi Ranzani – Gerente de Laminados

Humberto Figueiredo Fasolin – Laminação Trem 4

Paulo Sérgio do Amaral – Célula de Acabamento

Wilson Roberto Romero – Célula de Aço Válvula

Edison Cosimatti – Célula de Aço Rápido

Wilson Rosado – Manutenção de Laminados

Rogério Pécora Neto – Manutenção Mecânica de Laminados

Francisco Cardoso de Souza – Manutenção Elétrica de Laminados

Elias Pereira Cerqueira – Departamento de Custos

SAT – Sistemas de Automação e Tecnologia:

Emerson Ferreira Nunes – Diretor Técnico

Leandro Stanglini – Diretor Técnico/Comercial

EDSI – Projetos e Engenharia Industrial:

Ednilson Roberto Bráz – Diretor Técnico/Comercial

AUTOMATION OF FINE SIDERURGICAL FINISHING MACHINES IN VILLARES METALS S.A.¹

Marcos Gomes dos Santos²
Deiber Luiz Dela Torre Camargo³
Donizete Lopes Rolim⁴
José Roberto Murari⁵
Marcos Alexandre Stuart Nogueira⁶

Abstract

This document shows, by some implanted examples, the continuous work of technological updating to the productive equipments in the finishing cells of the Rolled Products Department in Villares Metals S.A.

Key-words: Automation, Updating, Productivity and Quality.

¹ *Technical Contribution to the VIII Processes Automation Seminar by ABM (Brazilian Society for Metallurgy and Materials), Belo Horizonte, MG, Brazil, 2004, October 6-8.*

² *Maintenance Supervisor - Finishing Cells/Villares Metals S.A.*

³ *Maintenance Supervisor - Rolled Products Department/Villares Metals S.A.*

⁴ *Electronics Technician - Villares Metals S.A.*

⁵ *Maintenance Manager - Villares Metals S.A.*

⁶ *Production Managing Director - Villares Metals S.A.*