

GERENCIADOR OTIMIZADO DE SET POINTS DE TEMPERATURA DOS FORNOS DE REAQUECIMENTO DE TARUGOS DA LAMINAÇÃO BELGO MINEIRA VITÓRIA¹

*Alessandro Dardengo Sandomingo²
Lorenzo Amato³*

Por ocasião da conversão dos fornos de reaquecimento da laminação da Belgo Mineira em Vitória, de óleo pesado BPF para gás natural, houve a implementação de um sistema de controle da combustão automática através de PLC, que substituiu o antigo painel analógico. No entanto por necessidades específicas da planta, a operação, em termos de definição das temperaturas das zonas de aquecimento, permaneceu sendo feita de forma manual com necessidade de intervenção constante do operador. Esta situação gerou enorme inércia na tomada de decisão, pois não se levou em conta que, devido a característica do regime variável de produção da planta o operador não seria capaz de atender esta demanda constante e assim, o consumo específico de gás natural atingiu patamares inconsistentes com o especificado no projeto de conversão, além de as paradas de forno por ferro “colado” terem aumentado significativamente. Surgiu a partir de então, a necessidade de implementação de um sistema otimizado que alterasse de forma automática as temperaturas das zonas, e para isso uma premissa deveria ser respeitada: - A de que o sistema se comunicasse com o já implantado sistema de controle da combustão. Este sistema foi desenvolvido partindo do princípio que para cada ritmo de produção deveria ser determinada a temperatura correspondente mais adequada, e então obedecida pelo controle de combustão, buscando-se atingir as temperaturas de Set-Point para os mais diversos ritmos. Os resultados de redução no consumo e confiabilidade no sistema superaram as expectativas. Pudemos constatar que uma solução relativamente simples permitiu gerar ganhos significativos.

Palavras-chave: Redução no consumo, Controle automático de temperatura

¹ Contribuição Técnica ao XIX Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais – agosto de 2004 Florianópolis SC.

² Administrador de empresas pós graduando em gestão industrial – Faculdade de Administração e Direito de Vitória – Coordenador Técnico e Supervisor da área de Fornos de Reaquecimento da Laminação Belgo Vitória.

³ Eng. Naval com especialidade em Fornos Industriais – Formado pela Escola Politécnica da USP – Diretor da Interfor Ltda

1 – INTRODUÇÃO

A partir das necessidades de redução das intervenções manuais no sistema de controle de temperatura, e redução do consumo específico de gás natural dos fornos de reaquecimento da laminação da unidade Belgo Vitória, desenvolveu-se um sistema otimizado de controle para este fim.

É importante salientar que este tipo de alternativa não é nova no mercado, e é muito conhecida como geradores de Set-Points de temperatura por modelamento matemático. Porém devido ao elevado custo e tempo para implementação deste tipo de solução, a unidade Belgo Vitória direcionou-se para uma solução cujo conceito fosse desenvolvido a partir da experiência operacional da unidade, que tivesse baixa complexidade técnica, rapidez no desenvolvimento e custo não muito elevado.

O trabalho apresentado a seguir tem como objetivo descrever a lógica de funcionamento deste sistema aqui identificado como GSP-N1. Esperamos mostrar que a otimização do controle de combustão e geração de set points de temperatura dos fornos de reaquecimento é uma alternativa bastante viável para a redução de consumo de gases combustíveis.

2 – MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema GSP-N1, de gerenciamento de Set-Points (SP) de fornos de reaquecimento, em função do ritmo de produção, é um pacote de software executado através de computador pessoal, conectado via sistema supervisório, ao PLC e ao sistema de controle da combustão.

O sistema pode ser programado diretamente no PLC, ou através de um aplicativo que roda no computador pessoal onde se encontra instalado o Sistema supervisório.

Na opção em que o aplicativo é executado diretamente no PLC, a comunicação se processa diretamente através do Supervisório.

Na opção em que o aplicativo é executado no computador pessoal, a comunicação entre o aplicativo e o Supervisório é via OPC. Os dados provenientes ou que vão para o PLC são comunicados via Supervisório.

Este sistema é projetado para auxiliar o operador na determinação da curva otimizada de aquecimento, através da escolha automática dos Set-Points (SP) de temperatura das zonas do forno.

A escolha dos SP das várias zonas do forno, depende da condição operacional do mesmo, em particular da combinação dos seguintes dados:

- Seção do tarugo
- Tipo de aço e respectiva temperatura de desenformamento

- Ritmo de produção

Os SP de temperatura são calculados através da simulação Off-line de algumas curvas de aquecimento, sendo que as tabelas são complementadas com outros valores de temperatura, valores estes definidos nas práticas operacionais da usina.

As tabelas são preparadas de forma tal a se associar os valores de SP a diversos níveis de produção em peças/h, para cada grupo de aço e respectivo produto final. Os principais dados são:

- Tarugos 100x100, 130x130, 150x150 ou 160x160mm
- Diversos tipos de aço
- Ritmos de Parada - 0 - 10 - 20 - 30 -40 - 50 - 60 - 70 - 80 - 90 pç/h

Com os dados acima são definidas várias curvas de aquecimento.

Cada curva de aquecimento é uma tabela contendo 11 ritmos de produção (Parada, 0 à 90 pç/h), e para cada ritmo 3 temperaturas (zona 1, zona 2 e zona 3).

As funções executadas pelo sistema GSP-N1 são acessáveis pelo operador através de telas e janelas específicas, indicadas no sistema supervisorio.

A – GERENCIADOR DOS SET-POINTS DE TEMPERATURA

A.1 – REGIME DE PRODUÇÃO CONTÍNUA

O sistema GSP-N1 é um guia on-line para o operador, que auxilia o mesmo na correta escolha dos SP de temperatura de cada zona para a produção corrente.

Sua principal característica é um conjunto de tabelas, cada uma contendo 3 colunas e 11 linhas. Cada linha corresponde a um determinado ritmo de produção e

Ritmo de Produção [pç/h]	Zona 3 Encharque [oC]	Zona 1 Aq. Inferior [oC]	Zona 2 Aq. Superior [oC]	Reserva
PARADA
...
...
...
...
...
...
...
...
...

cada coluna corresponde a um valor de SP de temperatura de zona, associado a este ritmo de produção.

A figura 1 apresenta a tabela onde são definidas as temperaturas das zonas por ritmo de produção.

As temperaturas indicadas nas 3 colunas correspondem aos SP das 3 zonas de controle do forno de reaquecimento da linha leve.

Figura 1: Tabela de definição das temperatura

Cada tabela, denominada Curva de Aquecimento, tem um código de identificação do tipo CA-1, CA-2, etc. e é construída levando-se em consideração a seção do tarugo, o tipo de aço e a temperatura de desenformamento.

Cada temperatura é escolhida automaticamente pelo sistema para compor os SP a serem introduzidos nos controladores de temperatura de cada zona, sempre que o SP da zona esteja selecionado na condição Ritmo, ou seja GSP-N1 ativado.

Os valores contidos nas tabelas são determinados off-line, através de cálculos otimizados em um modelo matemático de troca de calor, e através da experiência da usina com os materiais processados.

Tais valores são armazenados nas diversas posições das tabelas, sendo que o ajuste fino é feito durante o start-up e comissionamento do sistema.

Os valores acima citados podem ser atualizados a qualquer momento, através do acesso nível 2.

O sistema GSP-N1 é acessado pelo operador através de alguns passos guiados, conforme descrito a seguir:

O primeiro passo é selecionar a Curva de Aquecimento desejada, dentre as várias possíveis, clicando na respectiva janela.

A figura 2 apresenta a tela de definição das curvas por produto



Figura 2: Tabela de definição das curvas de aquecimento por produto

O segundo e último passo é selecionar Ritmo (GSP-N1 ativado), de forma que cada uma das zonas de controle opere com os SP sendo modificados automaticamente pelo sistema. Caso o operador selecione SP Local, é necessário indicar o valor desejado. O sistema assume o último valor utilizado, até que o operador coloque o novo valor.

A figura 3 apresenta a tela principal de interface com a operação

O cálculo do ritmo de produção e dos SP das várias zonas é uma função sempre ativa e independente do Sistema estar operando com SP Local ou SP Remoto (GSP-N1 ativado)

Tão logo se escolha a opção Ritmo (GSP N-1 – ativado), o sistema passa a gerenciar tais SP.

O ritmo de desenformamento é obtido através de uma fotocélula, que envia a informação de barra desenformada.

O cálculo do n.º de peças/h é obtido através de média móvel calculada sobre 5 medições, de forma a se filtrar variações bruscas.

Obtido o ritmo de produção real, os valores de SP a serem introduzidos nos controladores das zonas são calculados através de interpolação entre os SP da tabela, considerando-se o primeiro ritmo superior e o primeiro inferior ao valor medido.

A.2 – PARADAS TEMPORÁRIAS

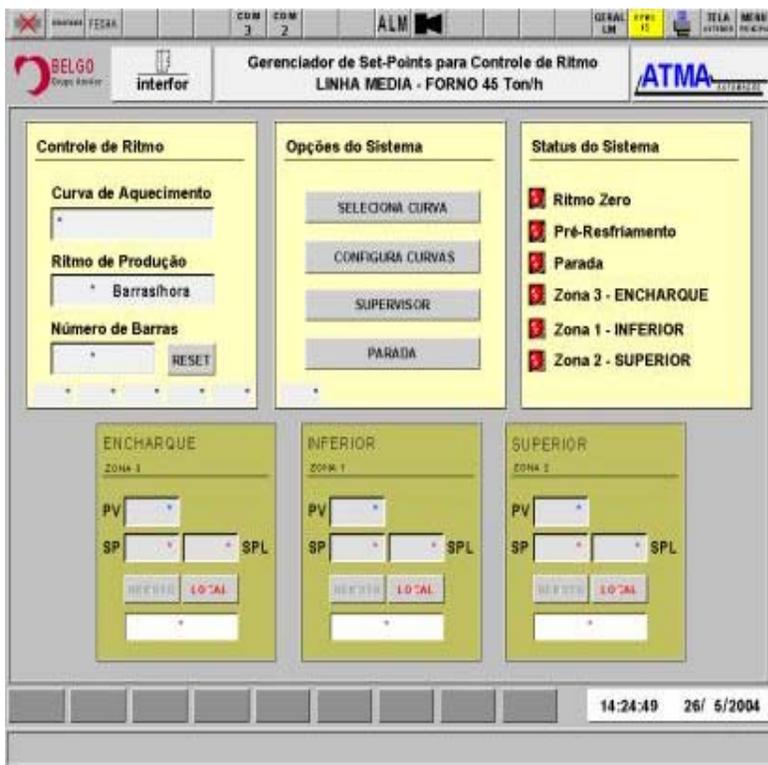


Figura 3: Tela principal

São consideradas paradas temporárias aquelas não planejadas, cujo tempo de duração seja inferior a 15 minutos.

O nível de produção Zero pç/h corresponde a uma parada temporária.

Neste caso o sistema ao detectar este nível de produção reduz as temperaturas aos valores indicados.

Caso a produção zero perdure por um determinado tempo, o sistema apresenta uma mensagem solicitando a seleção de uma parada.

Se o operador introduzir tais dados, o forno irá seguir a referida estratégia da parada. Caso o operador não introduza os dados, o sistema determina uma parada programada " Default ".

A.3 – PARADAS PROGRAMADAS

Para ajustar os SP de temperatura das zonas do forno, nos casos de parada programada, o sistema GSP-N1 tem uma tela dedicada a esta função.

Através desta tela é possível informar os seguintes dados:
N.º de Barras Faltantes para o início da parada programada.
Duração da parada programada, em minutos.

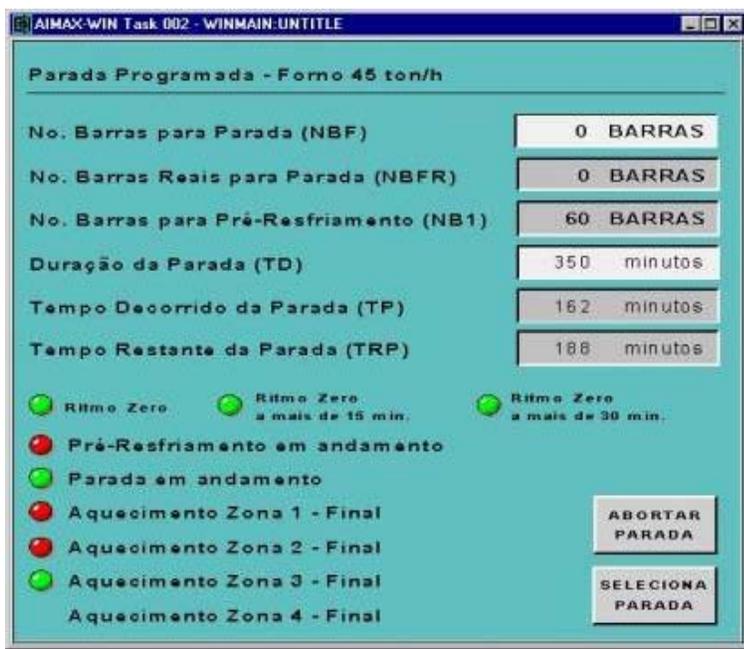
A figura 4 representa a tela de configuração das paradas programadas

Além dos dados acima, as seguintes informações são fornecidas pelo sistema, ao operador

- Mensagens do sistema ao operador
- Tempo restante para o Término da parada, em minutos
- Tempo parado, em minutos
- Se o forno já se encontra em Pré-resfriamento

Para cancelar a parada, bastará abortar a mesma através do correspondente botão na tela.

Se o operador abortar a estratégia de redução de temperatura, após o início da parada, será necessário colocar os SP em Local, e introduzir manualmente os SP originais.



A redução da temperatura da zona de aquecimento, antes da parada, é obtida através da função Pré-resfriamento.

A estratégia de recuperação da temperatura das zonas, na parada programada, associa a Temperatura Medida da zona com a Temperatura de ritmo zero, e o tempo restante para terminar a parada, levando-se em conta a taxa de aquecimento previamente definida.

Figura 4: Tela de paradas programadas

A figura 5 representa o comportamento das temperaturas do forno no início de uma parada programada.



Figura 5: Temperaturas no início da parada

3 – Resultados

A tabela 1 apresenta o ganho percentual nos mais importantes produtos produzidos na laminação expressos em Nm³/t (média ponderada do consumo específico das campanhas). Vale a pena ressaltar que o ganho mais significativo foi evidenciado no produto PFI 4" que é o que apresenta maior índice de paradas no laminador. Esta constatação só vem a confirmar que a otimização traz resultados tangíveis, principalmente onde a intervenção humana é mais solicitada, comprovando a eficiência do sistema de controle. As paradas operacionais por ferro "colado" que representaram 530 minutos no ano 2000 não apresentou nenhuma outra ocorrência após a implementação do sistema.

Tabela 1: Comparativo do consumo específico em Nm³/t de gás natural entre os principais produtos da laminação antes e depois do GSP-N1

Produto	Controle Manual	GSP	Ganho %
PFI 6"	49	46	6,1
CTN 4"	44	43	2,3
PFI 4"	63	58	7,9
CTN 3"	45,5	42,5	6,6
PFI 5"	56	53	5,4

A figura 6 ilustra graficamente o ganho descrito na tabela 1

Fonte: Belgo Mineira Vitória supervisão dos fornos

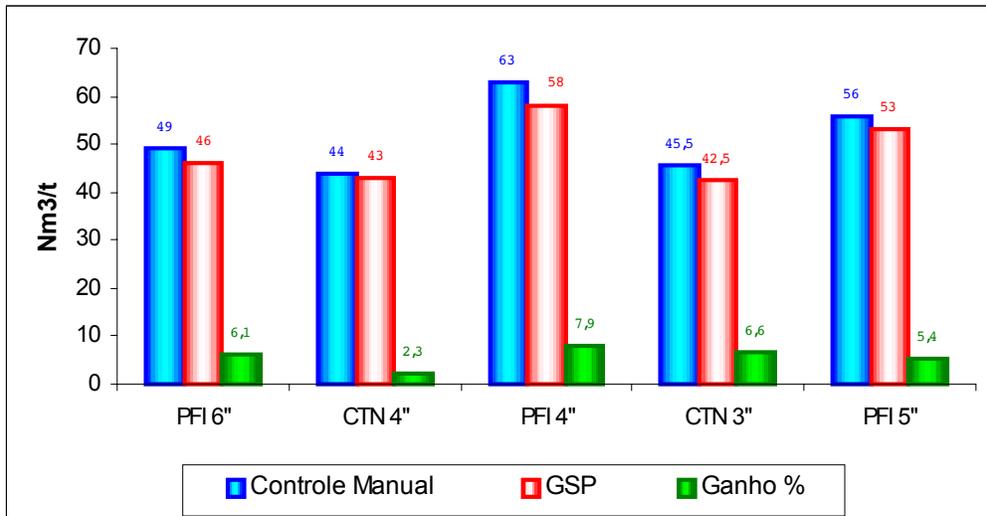


Figura 6: Gráfico comparativo do consumo específico em Nm3/t de gás natural entre os principais produtos da laminação antes e depois do GSP-N1

A tabela 2 representa em dados concretos um ganho em volume da ordem de 6%, quando comparado ao mesmo período antes da implantação do GSP-N1.

Tabela 2: Volume de gás natural economizado em função da implantação GSP-N1 e seu respectivo ganho financeiro ano 2003

Volume consumido - 2003 (Nm ³)	7.205.576
Economia em volume (Nm ³)	432.335
Ganho financeiro (R\$)	165.800,30

Fonte: Belgo Mineira Vitória supervisor dos fornos

4 – CONCLUSÃO

A implementação do Sistema Automatizado de Controle dos Set-Points de Temperatura dos Fornos de Reaquecimento da Laminação, mostrou ser eficaz, ao atingir o objetivo de redução no consumo específico gás natural. No entanto outros ganhos foram percebidos:

- Liberação da função operacional para outras atividades
- Confiabilidade no sistema de controle de paradas.

- Redução no índice de paradas operacionais.
- Confiabilidade operacional.

5 – AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Companhia Siderúrgica Belgo Mineira unidade Vitória na pessoa do Eng. Luiz Eduardo Machado De Cnop pelo apoio técnico e financeiro recebidos e a ATMA automação pelo empenho e agilidade no start-up.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GORNI, A. A.; FORMICA, V. B.; BOGDAN, O. Comparações entre abordagens para o modelamento matemático do perfil térmico de placas durante seu reaquecimento. Revista Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, p. 2-16 Julho - Setembro de 2000.

SET POINTS OPTIMIZER MANAGEMENT OF TEMPERATURE FOR REHEATING FURNANCE FOR BILLET IN THE BELGO MINEIRA COMPANY IN VITORIA CITY

*Alessandro Dardengo Sandomingo
Lorenzo Amato*

When was change the reheating prrocess of billet in section mill of BPF oil for natural gas was implant a new automation system for composition control through of programmable logic control (PLC) which replaced the analogic control. Some necessity of temperature control did continue in manual mode necessiting of he action human an delay the decision did not observing the difficulty of the operator in to control of temperature in any production level – specific consumption an turn-off of the section mill did increase because the billet unite. Was develop a new control system for optimization of the temperature of billet and production level automatic for each reheating zone. White reliability lower cost.

KEY WORDS: Temperature automatic control, espicific consumption.