

AUTOMAÇÃO DO FORNO DE TRATAMENTO TÉRMICO DE CHAPAS GROSSAS DA ARCELORMITTAL INOX BRASIL¹

Carlos Roberto Gonçalves²
Denício Oliveira de Souza³
Geraldo Magela da Silveira⁴
Gláucio Barros Barcelos⁵
José Carlos Rosa da Silva⁶
Roberto de Almeida Silva⁷
Ronei Rodrigues de Carvalho⁸
Vivaldo Geraldo Diniz⁹
Luiz Otávio Mazoni Andrade¹⁰
Erick Lao Hoyos¹¹
Licínio Gama e Silva Langer¹²
Douglas Moraes Maurício¹³

Resumo

No final do ano de 2005 foi detectada uma demanda adicional de 5 kt/ano de chapas grossas de inox da empresa, demanda esta que excedia à capacidade existente da planta que era limitada pelo Forno de Tratamento Térmico de Chapas Grossas - FTT, gargalo da produção. Para atingir a nova capacidade de produção foi necessário uma repotenciação no FTT que consistiu no aumento da sua capacidade térmica, reforma dos seus principais equipamentos e do leito de resfriamento de chapas grossas e a automação do processo. Para atender os novos requerimentos de potência térmica, todos os queimadores do forno foram trocados por outros de maior potência. Para atender os novos requerimentos de operação e controle de processo e garantir os resultados de qualidade dos produtos e a segurança do equipamento, foi necessário desenvolver um novo sistema de automação e controle. Anteriormente, a operação e controle do forno eram manuais, utilizando-se de equipamentos tecnologicamente ultrapassados e obsoletos, que apresentavam deficiências e não ofereciam segurança à operação. Por exemplo, não existiam chamas piloto nos queimadores, o que provocava risco de formação de bolsas de gás caso ocorresse falhas nos mesmos. A solução de automação e controle foi baseada em um sistema integrado que consiste de: um sistema supervisor para a operação e supervisão do processo; coletor de dados para o PIMS, um PLC para o controle de combustão e intertravamento do forno; inversores de frequência, *softstarters* e relés digitais para o controle e acionamento de máquinas elétricas; uma nova instrumentação para a medição e controle e uma rede de comunicação para a integração de todos os equipamentos e sistemas. Foram investidos R\$ 2.020.000,00 e o projeto foi implantado em junho de 2008. Como resultados e benefícios do projeto, podemos citar: automação do processo, atualização tecnológica, estabelecimento de controles precisos e domínio do processo, integração ao PIMS existente da ArcelorMittal, diminuição dos tempos de processo, aumento da produtividade, aumento no IF em 5,5% e aumento do OEE do equipamento em 6,2%. Tendo a média de produção no terceiro trimestre de 2008 aumentado de 24,4 kt/ano para 28,6 kt/ano.

Palavras-chave: Forno de tratamento térmico; Automação; Sistema de controle digital.

AUTOMATION OF STAINLESS PLATES THERMAL TREATMENT FURNACE ARCELORMITTAL INOX BRASIL

Abstract

By the end of year 2005 an increasing of stainless plates demand of 5kt/year was detected which was above the existing plant's capacity where was limited by the Thermal Treatment Furnace - FTT, the production bottleneck. In order to achieve the new production capacity a FTT revamping was necessary, mainly the furnace thermal capacity increasing, the main equipments renewing, the plate cooling bed renewing and the process automation. In order to achieve the thermal power requirements all burners were replaced by new ones of higher power. In order to achieve the new operational and process control requirements, guarantee the products quality results and the equipment safety a new automation and control system was developed. Anteriorly the furnace operation and control were manual with obsolete and inefficient equipments with no safety operation. For instance, the main burners have no pilot burners with a risk of gas hazardous atmosphere formation, in case of burners failure. The automation and control solution was based an integrated automation system which consists of: an scada system for process operation and supervision, PIMS data collector , a PLC for furnace combustion control and interlocking, VVFs, sofstarters and digital relay to drive and control AC motors; a new field instrumentation for measurement and control and a network communication system to integrate all systems and equipments. The total investment amount was US\$ 1.020.000,00 and project was commissioned in June 2008. The project's results and benefits are: process automation, technological renewing, process lead time reduction, productivity increasing, availability increasing of 5.5%, equipment OEE increasing of 6.2%. The production was increased in average from 24.4 kt/year to 28.6 kt/year in third quarter of 2008.

Key words: Thermal treatment furnace; Automation; Digital control system.

¹ Contribuição técnica ao 13º Seminário de Automação de Processos, 7 a 9 de outubro de 2009, São Paulo, SP.

² Engenheiro Eletricista - Assistente Técnico da Gerência de Automação, ArcelorMittal Inox Brasil.

³ Operador de fornos da Gerencia de Acabamento a Quente, ArcelorMittal.

⁴ Técnico Metalúrgico - Supervisor da Gerencia de Acabamento a Quente,- ArcelorMittal Inox Brasil.

⁵ Bsc Sist. de Informação - Assistente Técnico da Gerência de Automação, ArcelorMittal Inox Brasil.

⁶ Técnico Metalúrgico - Técnico da Gerencia de Acabamento a Quente, ArcelorMittal Inox Brasil.

⁷ Técnico Eletrotécnico - Mantenedor da Gerencia de Acabamento a Quente, ArcelorMittal Inox Brasil.

⁸ Técnico Eletrotécnico - Supervisor da Gerencia de Acabamento a Quente - ArcelorMittal Inox Brasil.

⁹ Técnico Mecânico - Supervisor da Gerencia de Acabamento a Quente - ArcelorMittal Inox Brasil.

¹⁰ Engenheiro Eletrotécnico e Eletrônico – Diretoria Técnica da View Engenharia.

¹¹ Engenheiro de Computação – Engenheiro do Departamento de Automação da View Engenharia.

¹² Técnico em Eletrônica – Técnico do Departamento de Automação da View Engenharia.

¹³ Engenheiro de Automação – Engenheiro do Departamento de Automação da View Engenharia.

1 INTRODUÇÃO

A ArcelorMittal Inox Brasil é uma empresa siderúrgica que possui uma planta integrada para a produção de aços especiais localizada em Timóteo – MG. Dentre os aços produzidos encontram-se as chapas grossas de aços inoxidáveis da série 3XX, que são produzidas na linha laminação de tiras a quentes e processadas na área de acabamento a quente de inox. Esta área possui diversos equipamentos para o processamento de chapas grossas, dentre eles, o Forno de Tratamento Térmico – FTT, objeto deste trabalho.

A View Engenharia e Automação é uma empresa especializada em Integração de Sistemas no segmento de automação industrial e TI. Com sede no Rio de Janeiro e unidades de negócios em Salvador e Belo Horizonte, desde 1995 tem fornecido projetos *On Demand* e *Turney Key*, ofertando serviços de engenharia, consultoria, desenvolvimento de softwares sob encomenda, serviços de montagem, comissionamento e partidas de campo; bem como de manutenção, reparos, assistência técnica e de gestão de unidades de produção.

Este trabalho descreve o Sistema de Automação dos Forno de Tratamento Térmico – FTT da ArcelorMittal Inox Brasil, mostrando as suas funcionalidades principais e atuação conjunta das equipes da ArcelorMittal Inox Brasil e da View Engenharia para a viabilização do projeto, o seu desenvolvimento e implantação do mesmo. São mostrados também os resultados obtidos com o desenvolvimento e implantação do projeto.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Descrição do Processo de Tratamento Térmico

Após o recebimento das chapas grossas pela área de acabamento a quente as mesmas uma vez cortadas e empilhadas são enviadas ao processo de tratamento térmico. Este processo envolve as etapas de recozimento, resfriamento controlado, e o desempenho da chapa grossa. O processamento do material por estes três equipamentos: forno, resfriamento e desempenadeira caracterizam o processo de tratamento térmico. Além destes equipamentos existe uma decapagem, para a limpeza da chapa grossa, e um esquadrejamento via tesoura de guilhotina ou corte a plasma.

2.1.1 O forno de tratamento térmico

O forno de tratamento térmico é o responsável pela etapa de recozimento e é constituído dos seguintes equipamentos: mesa de rolos de entrada, localizada na parte exterior do forno, onde as chapas são depositadas para serem recozidas, porta de enforamento, uma mesa de rolos, localizada no interior do forno, onde a chapa fica depositada durante o processo de recozimento, três zonas de combustão num total de oito queimadores laterais, porta de desenforamento, recuperador de calor, canal de fumaça, chaminé além dos ventiladores de ar de combustão, ar de diluição e de tiragem dos gases de combustão. A Figura 1 representa um sinótico do Forno de Tratamento Térmico

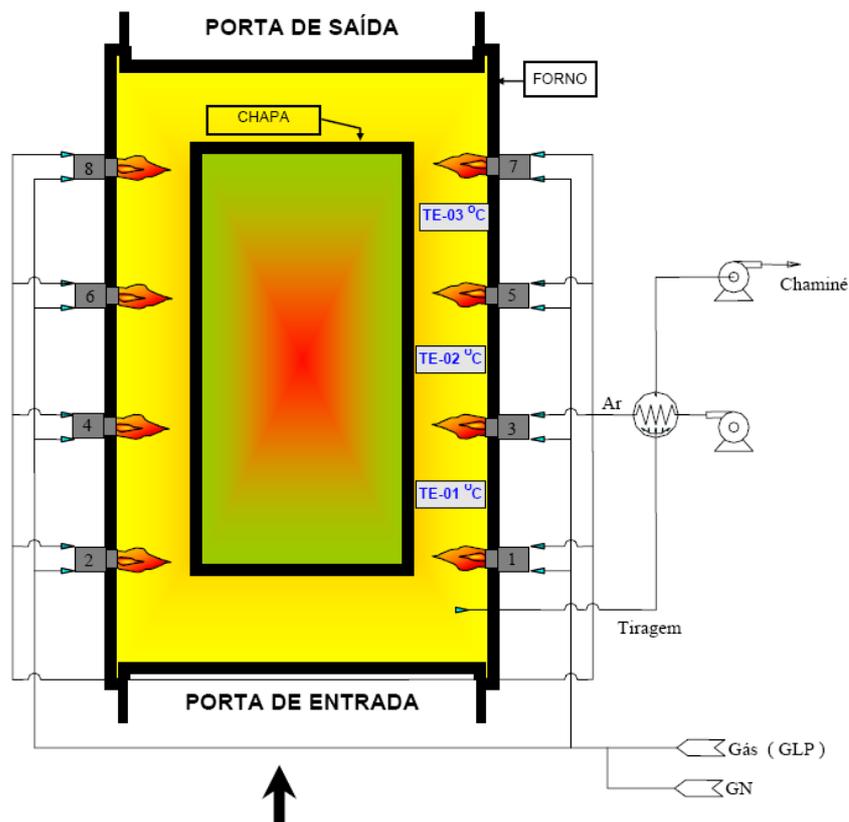


Figura 1. Sinótico do FTT

2.1.2 O processo de tratamento térmico

A partir de um programa de produção, a chapa grossa selecionada é depositada na mesa de rolos de entrada e o operador verifica e inspeciona a chapa grossa, quando então dá início ao processo. Após a inspeção, o operador, no sistema supervisório, entra com os dados de espessura, comprimento e tipo de aço para que o sistema automaticamente determine a temperatura e o tempo de processo. Logo após, a chapa é introduzida no forno para o ciclo de tratamento térmico. Durante o recozimento, a chapa fica em movimento de vai e vem sobre a mesa de rolos no interior do forno. O objetivo do processo de tratamento térmico é garantir que todos os carbonetos de cromo do aço sejam dissolvidos ao longo do contorno de grão da estrutura austenítica. Para que isso seja possível, logo após ao recozimento, a chapa é enviada à mesa de resfriamento onde jatos d'água são aplicados nas superfícies inferior e superior da chapa, estando a mesma em movimentos alternados de vai e vem até o completo resfriamento. Este ocorre de forma rápida, visando evitar que os carbonetos dissolvidos no recozimento retornem para os contornos de grão da estrutura austenítica. Após o resfriamento, as chapas grossas passam por um processo de desempenho para posteriormente serem decapadas e esquadrejadas.

2.2 Descrição do Projeto

O projeto de reforma e automação do Forno de Tratamento Térmico de Chapas Grossas fez parte de um plano de melhoria contínua que previa um aumento de oferta de chapa grossa de inox de 19 kt/ano para 24,6 kt/ano. Para

atingir esta meta foi necessária uma reforma no forno com uma respectiva repotenciação. Para atender os novos requerimentos de operação e controle de processo, garantir os resultados de qualidade dos produtos e a segurança do equipamento, foi necessário desenvolver um sistema de automação e controle. Anteriormente, a operação do forno era manual, com equipamentos tecnologicamente ultrapassados e obsoletos que apresentavam deficiências e não ofereciam segurança à operação. Por exemplo, não existiam chamas piloto nos queimadores, o que provocava risco de formação de bolsas de gás em caso de ocorrência de falhas dos queimadores. Para o acendimento inicial dos mesmos, era utilizada uma tocha.

O desenvolvimento do projeto se iniciou com a elaboração de um estudo básico de engenharia, em parceria com a View Engenharia, onde se procurou soluções técnicas compatíveis com a dimensão e o orçamento do projeto, sendo escolhida a solução técnica de melhor custo benefício. A solução foi baseada em um sistema integrado de automação que consiste de: um sistema supervisor para a operação e supervisão do processo; coletor de dados para o PIMS, um PLC para o controle de combustão e intertravamento do forno, CCM inteligente projetado com inversores de frequência, *softstarters* e relés digitais para o controle e acionamento de máquinas elétricas; uma nova instrumentação para a medição e controle, além de uma rede de comunicação para a integração de todos os equipamentos e sistemas. Após o estudo básico em 2007 foi feita uma licitação e a View Engenharia foi a empresa integradora vencedora para este fornecimento. O sistema foi desenvolvido e implantado, entrando em operação em junho de 2008.

2.3 Descrição do Sistema de Automação

Como a proposta para este projeto já relatada anteriormente, adotamos as mais modernas tecnologias disponíveis no mercado de automação industrial, e aplicáveis a este seguimento, através da combinação de produtos que permitissem o atendimento de todos os requisitos técnicos, além do prazo de implementação e do custo previsto para este projeto. Fruto de um projeto que minuciosamente foi concebido e detalhado, obtivemos os seguintes fornecimentos considerando as principais tecnologias e sistemas adotados nesta automação, conforme listamos:

2.3.1 Softwares e protocolos de comunicação

Como configuração básica para este Sistema, utilizamos como plataformas as seguintes referências de software:

- A. **Windows 2003 Server** – Sistema Operacional Multitarefa para os Servidores redundantes PowerEdge da Dell;
- B. **Windows XP** – Sistema Operacional para as Estações de Operação Thin Client da HP;
- C. **Banco de Dados Oracle** – Oracle Database Standard Edition One, banco de Dados na versão 10g, responsável por armazenar as principais variáveis e dados do processo nos servidores do Sistema;
- D. **Rede Ethernet TCP/IP** – Protocolo de referência para comunicação entre os servidores, estações de operação e controlador programável Schneider – Premium – Unity;
- E. **Rede Modbus TCP** – Protocolo de comunicação utilizado para supervisão e comandos entre o CLP e o CCM inteligente “Tesy T” da Schneider;

- F. **Supervisório – CitectSCADA** – Sistema utilizado para supervisão e controle de processo;
- G. **Software de programação do CLP** – Unity – PRO da Schneider;
- H. **Windows Terminal Server** – Software utilizado para estabelecer comunicação entre as estações de operação Thin Client com os servidores Dell;
- I. **Software de Programação de IHMs Machine Edition** – Software da GE Fanuc utilizado para programar e configurar as 02 (duas) IHMs QuickPanel existentes na arquitetura do Sistema;
- J. **Software de Programação PowerSuite dos Relés Tesys T do CCM Inteligente** – Software da Schneider, responsável por configurar os relés inteligentes para que estes se comuniquem com os inversores de frequência e Soft Starters existentes no Sistema;
- K. **Servidor OPC Matrikon** - OPC Server Matrikon para permitir disponibilização de dados do controlador Schneider com o PIMS da ArcelorMittal.

2.3.2 Hardwares adquiridos para este sistema

Como configuração básica de hardware para este Sistema, utilizamos como plataformas os seguintes produtos e fabricantes:

- A. **Servidores de Dados e de Aplicação** – Servidores Dell PowerEdge 1435SC, com 02 processadores AMD Opteron, Dual Core, com HDs clusterizados, montados em rack de 42U de 19” dotado de monitor flat de 19” e SwitchBox para teclado, monitor e mouse, com 8 portas UTP;
- B. **Estações de Operação Thin Client** – Estações da HP utilizadas para operação da unidade, comunicando-se com os servidores de aplicação através do Windows Terminal Server da Microsoft;
- C. **Controlador Programável Premium** – Controlador dotado de processador 572X4 ETH UNY - TSXP57 da Schneider, responsável por todo o controle e intertravamento do processo, utilizando-se de conectores TELEFAST;
- D. **Painel com CCM Inteligente** – CCM equipado com relés de Comunicação e Monitoramento “Tesys T” da Schneider, utilizando-se do protocolo de comunicação Modbus TCP para estabelecer comunicação entre os relés e o Controlador Programável Premium;
- E. **Painéis com IHMs QuickPanel Total Control** – 02 (duas) Interfaces homem / máquina de 10,5”, TFT color, com cartão CF ethernet, instaladas em pedestal, comunicando-se via rede ethernet com o Controlador Programável Premium, objetivando operação local na área (entrada do forno e área de resfriamento);
- F. **No Break Senoidal com Painel de By-Pass** – No Break Engetron de 6 KVA / DWMM, microprocessado e com software de gerenciamento Power Sups, possuindo painel de by-pass para manutenção do mesmo.

2.4 Principais Funcionalidades do Sistema de Automação

As principais funcionalidades do sistema de automação são:

- controle do sistema de combustão;
- controle do processo de tratamento térmico de chapas grossas;
- controle e acionamento das máquinas elétricas;
- operação e supervisão do processo;
- coleta e registro de variáveis de processo e produção; e
- coleta de dados para o PIMS.

2.4.1 Controle do sistema de combustão

O objetivo do sistema de controle de combustão do forno, é prover e controlar a demanda térmica de cada zona requerida para o aquecimento das placas, atendendo aos seguintes requerimentos:

- simplicidade e segurança operacional;
- estabilidade no controle de temperatura;
- estabilidade no controle de vazão;
- estabilidade no controle de pressão;
- controle de atmosfera;
- resposta rápida as variações da demanda térmica das zonas de combustão;
- resposta rápida na parada e retomada do forno; e
- minimizar o consumo de combustível.

O sistema de combustão do forno é composto de uma estação redutora de pressão e de três zonas de combustão. Cada zona possui uma malha de controle de temperatura, uma malha de controle de vazão de GLP/GN e uma malha de controle de ar de combustão e uma linha de GLP para alimentação dos queimadores pilotos. Além disso o forno possui uma malha de controle de pressão que controla também a tiragem forçada dos gases de exaustão. Para entender o funcionamento do controle do aquecimento do forno considere as seguintes possibilidades:

- **aumento da demanda térmica:** neste caso haverá um aumento no valor de set point para o controlador PID de temperatura. Este aumento no set point faz com que o controlador de temperatura aumente a demanda de vazão de combustível. Os controladores PID de vazão, que estão ligados em cascada com o controlador de temperatura, aumentarão a vazão de combustível e de ar de combustão para as zonas, segundo uma relação ar/gás estabelecida e controlada pela estratégia de duplo limite cruzado, aumentando a energia gerada pelo processo de combustão e, por conseguinte aumentando-se a temperatura da zona.
- **redução da demanda térmica:** neste caso haverá uma redução no valor de set point para o controlador PID de temperatura. Esta redução no set point faz com que o controlador de temperatura reduza a demanda de vazão de combustível. Os controladores PID de vazão, que estão ligados em cascada com o controlador de temperatura, reduzirão a vazão de combustível e de ar de combustão para as zonas, segundo uma relação ar/gás estabelecida e controlada pela estratégia de duplo limite cruzado, reduzindo-se a energia gerada pelo processo de combustão e, por conseguinte reduzindo a temperatura da zona.
- **estado permanente:** quando não há variação no set-point de temperatura os sistemas de controle de vazão de ar e combustível estabilizam o processo de combustão em função das perturbações inerentes ao processo do forno tais como: abertura e fechamento de portas, enfornamento e desenfornamento de chapas. As perturbações são “sentidas” através das medições de temperatura, vazão de ar e combustível, pressão do forno e são automaticamente corrigidas pelo sistema de controle. A Figura 2 mostra um diagrama P&I do sistema de combustão do forno.

O controle do processo de tratamento térmico de chapas grossas pode ser dividido nas operações de seqüenciamento de partida do forno, recozimento, resfriamento da chapa grossa e gerenciamento de paradas e resfriamento do forno. Cada procedimento é controlado automaticamente pelo sistema, através do PLC, instrumentação e dos acionamentos. O operador supervisiona cada procedimento, através do sistema supervisório. Cada procedimento é dividido em etapas.

- **Recozimento e resfriamento das chapas grossas de inox**

Como caracterização do início do tratamento de chapas grossas de inox no FTT, a mesa de carregamento, deve estar abastecida através de uma ponte rolante. A temperatura do forno e o tempo de processo de aquecimento da chapa são ajustados no sistema supervisório, ou selecionando um ciclo programado no mesmo (receita já existente). Uma vez estabelecido o set point de temperatura, o CLP aciona a subida da porta de entrada do forno. Com a porta de entrada aberta, a mesa de carregamento é acionada no sentido de entrada do forno introduzindo a placa dentro do mesmo. Então, a porta de entrada é fechada e a mesa de carregamento é desligada. Neste momento, inicia-se o tempo de aquecimento da chapa grossa, que deve estar sempre em movimento sobre os rolos no interior do forno, com uma rotação de 180° em ambos sentidos (h orário/anti-horário), a fim de homogeneizar a temperatura na chapa e manter a integridade dos rolos. Ao término do tempo de tratamento térmico da chapa, o CLP aciona a subida da porta de saída do forno. Com a porta de saída aberta, a mesa de resfriamento é acionada junto com os rolos do forno no sentido de descarga do forno. O ciclo de carregamento da mesa de resfriamento termina quando a chapa é detectada por um sensor indutivo. Liberando, o forno para um novo ciclo de aquecimento de chapas. O ciclo da mesa de resfriamento consiste no resfriamento da chapa grossa com jatos de água, em movimentos alternados da chapa sobre os rolos da mesa de resfriamento, controlado no movimento de avanço pelo sensor indutivo e por tempo. Ao fim do ciclo de resfriamento, a mesa de transferência é acionada junto com os rolos da mesa de resfriamento no sentido de descarga da mesma. O ciclo de carregamento da mesa de transferência termina quando a chapa grossa é detectada pelo sensor fotoelétrico, quando se libera a mesa de resfriamento para um novo ciclo. Ao fim do ciclo de carregamento da mesa de transferência, o CLP aciona os ventiladores inferiores para secar o resíduo de água do ciclo de resfriamento. Após o fim do resfriamento a chapa grossa pode ser transferida para a máquina desempenadeira encerrando o ciclo de tratamento térmico da chapa grossa.

- **Seqüenciamento de partida do forno**

Para uma partida segura do forno, devem-se observar as condições de intertravamento que satisfaçam tanto as condições de seqüenciamento dos equipamentos e sistemas quanto às condições de segurança para a operação e manuseio de gás. O seqüenciamento é realizado pelo sistema de automação com a supervisão do operador. Para tornar a partida do forno uma operação segura e simples, a operação foi dividida em etapas. Um seqüencial de passos foi implementado no sistema de automação dividindo a operação em etapas de partida do forno que representa os passos e transições que orientam o operador sempre a seguir os procedimentos necessários, corretos e seguros para a partida do forno, eliminando os riscos de uma operação incorreta ou de risco para as pessoas e equipamentos. Através de uma tela no sistema supervisório, o operador supervisiona todas as etapas, conforme pode ser visto na Figura 3.

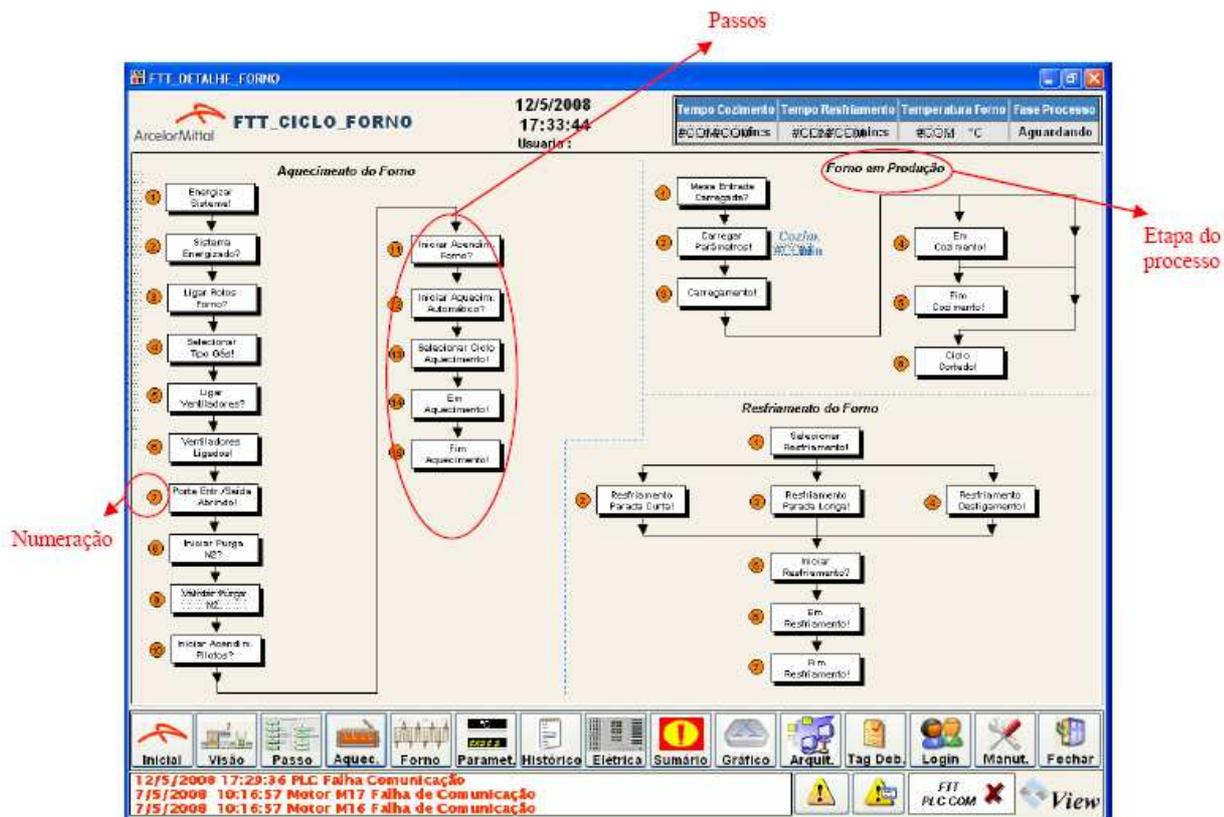


Figura 3. Diagrama de etapas do processo do forno.

- **Gerenciamento de paradas do forno**

Esta operação é caracterizada pela necessidade de parar o forno por algum motivo, que, por exemplo, pode ser falta de material ou uma interrupção do processo de recozimento ou um resfriamento do forno para a manutenção. Quaisquer que sejam os motivos, o sistema de automação está preparado para realizar a operação de forma automática. Por exemplo, caso seja necessário parar o forno por falta de material, o operador poderá selecionar a etapa de parada no diagrama de passos no sistema supervisório e o forno é levado a uma temperatura de segurança (800°C para GLP). No procedimento de retomada de aquecimento, uma curva de evolução de temperatura é seguida. Esta curva fica armazenada no sistema e é totalmente gerenciada pelo mesmo. A Figura 4 mostra uma curva típica (temperatura x horas) deste controle.

2.4.3 Operação e supervisão do processo

Através de um sistema supervisório os operadores podem comandar e supervisionar todo o processo de recozimento de chapas grossas. O sistema dispõe de telas gráficas de comando e sinalização que permitem aos operadores a operação de equipamentos e a visualização das condições do processo, suas variáveis, eventos e alarmes. O sistema supervisório também coleta e armazena variáveis de processo que podem ser visualizadas pelo operador. A seguir são descritas as principais funcionalidades do sistema supervisório.

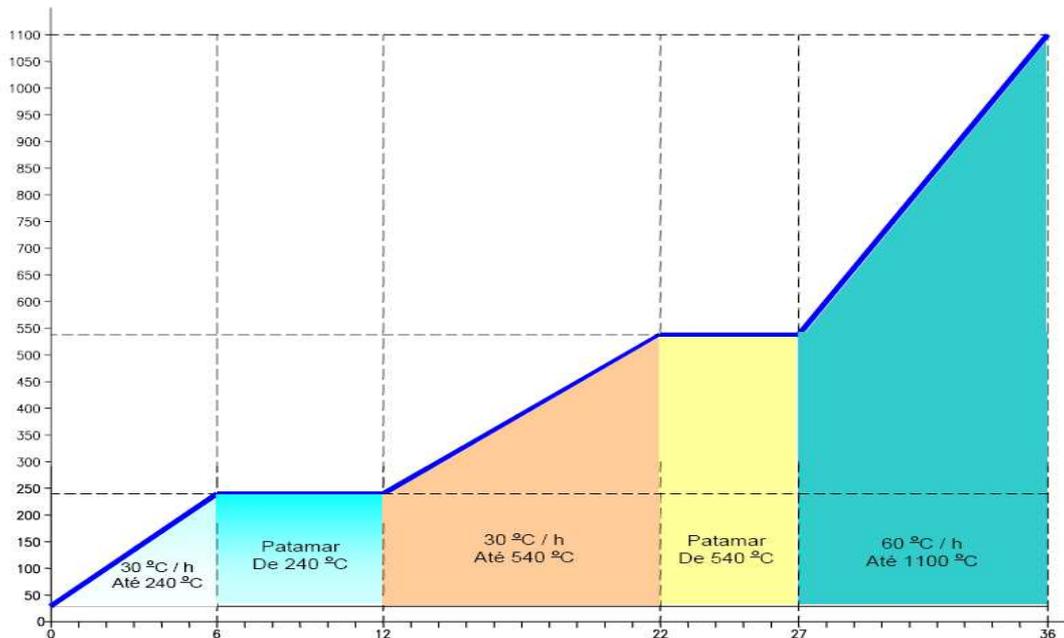


Figura 4. Curva típica de evolução de temperatura após grandes paradas.

- **Tela de visão geral:** esta tela apresenta uma visão geral de toda a linha de processo de cozimento de chapas grossas, desde a mesa de entrada até a mesa de saída e a monitoração quanto à presença ou não de chapa na mesa de resfriamento e outras monitorações.
- **Tela de detalhe do forno:** esta tela apresenta uma visão geral do sistema de controle de combustão do Forno de Tratamento Térmico, composta por tubulações, equipamentos (válvulas, motores, Recuperador de Calor) e medições das temperaturas da chaminé, Ar de Combustão e do Canal de Fumaça, além da totalização das vazões de gás.
- **Tela do gerenciamento do aquecimento:** esta tela permite aos operadores o gerenciamento do recozimento e apresenta a estrutura detalhada do Forno de Tratamento Térmico, mostrando as informações do tempo de recozimento e resfriamento de Chapas Grossas e com as variáveis relevantes para o processo.
- **Tela de detalhe das zonas de aquecimento:** esta tela permite aos operadores a visualização e controle de uma zona de combustão do forno. A partir desta tela o operador pode controlar a operação das malhas de controle de temperatura, vazão de ar e vazão de gás. Existe uma tela para cada zona.

Além das telas acima relacionadas existem outras que não serão apresentadas devido a limitação de espaço deste trabalho. Dentre elas pode-se citar:

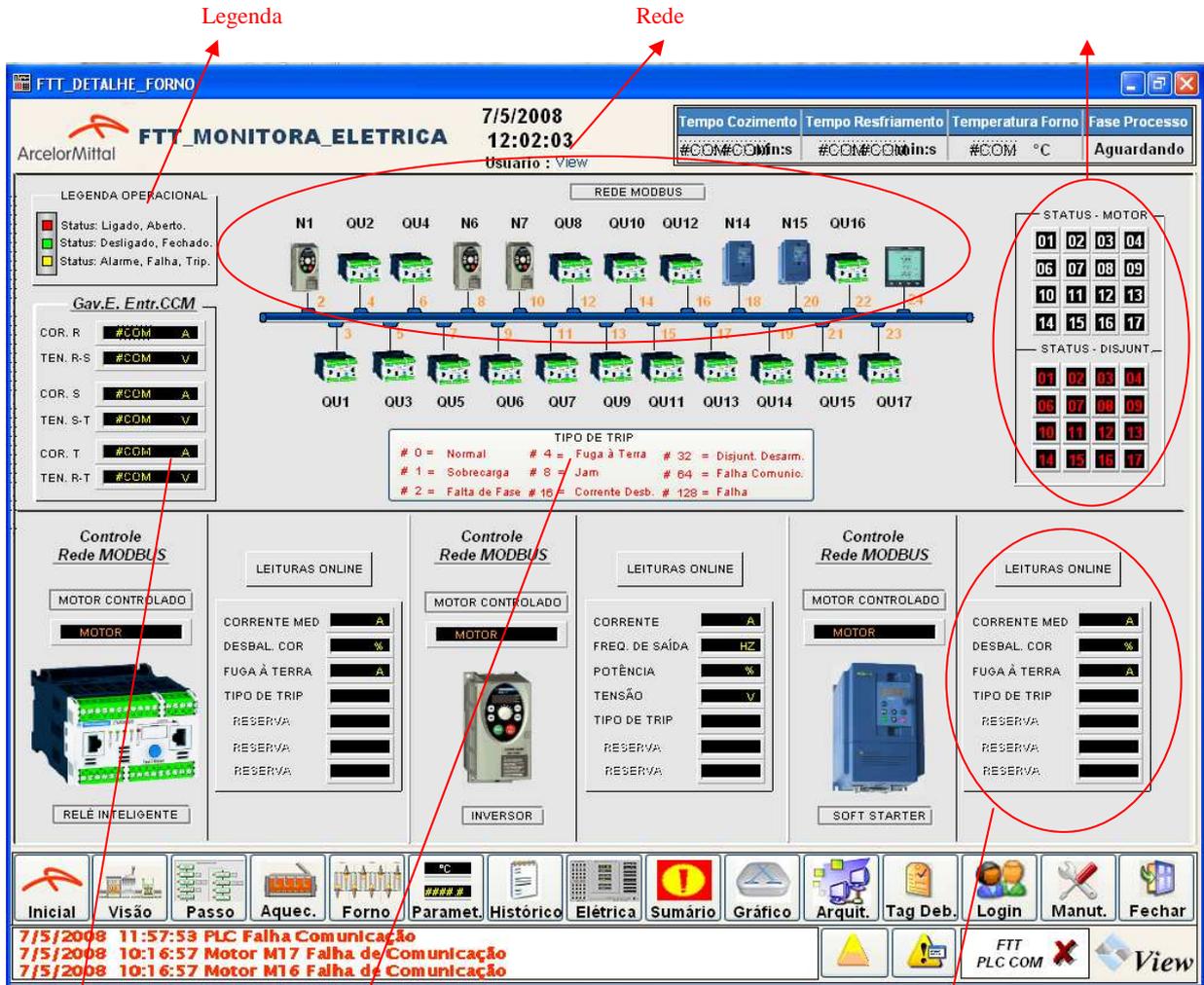
- tela de visualização de alarmes;
- tela de parametrização de variáveis analógicas;
- tela de histórico de alarmes e eventos; e
- tela de gráficos de tendência.

2.4.4 Controle e acionamento das máquinas elétricas

O sistema de controle dispõe de relés digitais, *softstarters* e inversores para o acionamento e controle de máquinas elétrica de C.A. Estes dispositivos são utilizados no acionamento e controle das mesas de rolos, portas de enforamento e desenforamento, bombas de refrigeração, ventilador de ar de combustão, ventilador de ar de diluição e para o ventilador de ar de exaustão. Todo o acionamento é 100% digital e está integrado ao sistema de automação via rede

modbus e ethernet TCP/IP. Para os operadores, o sistema disponibiliza uma tela para o monitoramento e visualização dos status de todos os acionamentos elétricos conforme mostrado na figura a seguir:

Status de motores e disjuntores



Tensões e correntes no painel elétrico

Legenda de TRIP

Campo de leitura

Figura 5. Sistema de acionamento elétrico.

3 RESULTADOS

Foram investidos KR\$ 2.020,00 com um retorno do investimento em 1,33 anos e a reforma foi realizada no período de 26/05/2008 à 16/06/2008, cumprindo o cronograma proposto, sucesso na montagem civil, elétrica e mecânica. Todo o projeto foi implantado sem ocorrências de acidentes, foram realizados testes e comissionamento, capacitação das equipes de operação e manutenção e acompanhamento da curva de aprendizagem.

Como resultados e benefícios do projeto pode-se citar: a automação do processo, atualização tecnológica, maior conhecimento do processo, integração ao PIMS, diminuição dos tempos de processo, aumento da produtividade, aumento no IF (índice de funcionamento) de 5,5%, aumento do OEE do equipamento em 6,2%.

Tendo a média de produção no terceiro trimestre de 2008 aumentado de 24,4 Kt/ano para 28,6 kt/ano.

4 CONCLUSÕES

Para a ArcelorMittal Inox Brasil que produz chapas grossas de aço inox o projeto de automação do Forno de Tratamento de Chapas Grossas trouxe muitos benefícios ao processo. Uma vez que a situação anterior de produção e controle de processo era bastante precária e manual. O sistema de controle implantado é confiável e totalmente digital o que conferiu ao forno um alto grau de automação e controle e um alto desempenho.

Agradecimentos

Agradecemos a ArcelorMittal Inox Brasil pela oportunidade concedida, pelo apoio e pelo financiamento do projeto.

Agradecemos a View Engenharia por ter fornecido uma solução técnica e econômica compatível com o projeto e pelo empenho e esforços para a realização do mesmo.

Agradecemos também a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização e o sucesso deste projeto.

REFERÊNCIAS

- 1 Delmée, Gerard J. Manual de Medição de Vazão - São Paulo: Edgard Blücher, 2003;
- 2 Dorf , R.C. e Bishop. Sistemas de Controle Moderno – São Paulo: Ed. LTC - 2002;
- 3 Goulart, Egídio. Controle de Combustão em Fornos – São Paulo: Técnica – 2002;
- 4 Arcelor Mittal Inox Brasil, Manual de Manutenção do Sistema de Automação do FTT.
- 5 Arcelor Mittal Inox Brasil, Manual de Operação do Forno de Tratamento Térmico.