

# MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA ELETRÔNICO DO LAMINADOR- 02 - BELGO/ARCELOR- USINA DE MONLEVADÉ<sup>(1)</sup>

Márcio Gonçalves Pereira<sup>(2)</sup>  
Sylvio de Menezes Filho<sup>(2)</sup>  
Geraldo Alves Torres<sup>(2)</sup>  
Maurício Leal Duarte<sup>(2)</sup>  
Antonio Augusto Guimarães Castro<sup>(2)</sup>  
Gilson de Paula Santos<sup>(2)</sup>  
José Geraldo dos Santos<sup>(3)</sup>  
Ocimar Ricardo de Barros<sup>(4)</sup>

## RESUMO

O presente trabalho mostra como foi planejada e executada a modernização eletrônica do Laminador-2 da Belgo – Usina de Monlevade, onde foram introduzidas as últimas tecnologias existentes no mercado ( fornecimento ABB ).

---

(1) Contribuição técnica a ser apresentada no 41º Seminário de Laminação-Processos e Produtos Laminados e Revestidos da ABM, 26 a 28 Outubro de 2004, Joinville-SC-Brasil

(2) Funcionários da Usina de Monlevade, da Belgo – Grupo Arcelor – João Monlevade - MG

(3) Consultor externo da Usina de Monlevade, da Belgo – Grupo Arcelor – João Monlevade - MG

(4) Funcionário da ABB – Unidade Osasco – SP

## 1. Introdução

A unidade da Belgo-Monlevade é uma usina integrada, que possui dois laminadores de fio máquina, denominados de Laminador-01 e Laminador-02.

O sistema eletrônico atual do Laminador-02 foi desenvolvido pela ABB em meados dos anos 80 e implantado em 1989. Devido à reserva de mercado de informática da época, esse equipamento foi fabricado no Brasil até o ano de 1992, saindo de linha. A partir de então, tornaram-se crescentes os custos e as dificuldades de aquisição dos componentes eletrônicos, peças sobressalentes e reparos.

Diante deste cenário, foram aprovados investimentos para a modernização eletrônica do Laminador-02 em oito etapas distribuídas conforme cronograma apresentado na tabela I. O processo de licitação deste empreendimento foi vencido pela empresa ABB Ltda.

A demanda para o ano de 2003 passou a ser a execução da primeira etapa do cronograma – “Modernização do sistema de resfriamento a ar / água e transferência de cabines de operação”.

Este trabalho apresenta os detalhes técnicos do planejamento, desenvolvimento, instalação dos novos equipamentos, resultados, ganhos alcançados e estratégia utilizada para a fase dos testes a frio/quente da primeira etapa da modernização.

Etapa	Item	Prazo			
		2002	2003	2004	2005
1	<b>Modernização do sistema de resfriamento a ar e água e transferência da cabine B5 para B3.</b> <i>Escopo:</i> Eliminar os painéis do controlador MCC e a cabine de operação B5, introduzir novos controladores, "software" e supervisorio.		■		
2	<b>Modernização da linha "Garret".</b> <i>Escopo:</i> Troca de parte dos atuais controladores MCR por novos controladores, instalar novo "software" e supervisorio.			■	
3	<b>Modernização da linha de laminação do pré-acabador ao formador de espiras.</b> <i>Escopo:</i> Troca de parte dos atuais controladores MCR por novos controladores, instalar novo "software" e supervisorio.			■	
4	<b>Modernização do laminador entre gaiola-01 a gaiola-16.</b> <i>Escopo:</i> Troca do restante dos controladores MCR por novos controladores, instalar novo "software" e supervisorio.			■	
5	<b>Término da modernização do sistema de controle da sala elétrica-1.</b> <i>Escopo:</i> Migrar "software" dos PLCs atuais do Forno Combustol e intertravamentos lógicos do PLC-1 e PLC-2 ao novo sistema.				■
6	<b>Término da modernização do sistema de controle da sala elétrica-2.</b> <i>Escopo:</i> Migrar "software" de intertravamentos lógicos dos atuais PLCs para o novo sistema.				■
7	<b>Modernização do sistema de controle da sala elétrica-3.</b> <i>Escopo:</i> Migrar "software" dos transportadores e manuseio de bobinas dos atuais PLCs ao novo sistema.				■
8	<b>Interface das novas estações de trabalho ao sistema corporativo-SAP, implantação do registrador "ARGUS".</b> <i>Escopo:</i> Conectividade do novo sistema com o SAP e implantação do sistema de aquisição de dados e análise de falhas.				■

Tabela I – Cronograma de implantação da modernização eletrônica do Laminador-2

## 2. Fatores que levaram à modernização

Os seguintes fatores levaram à necessidade de modernização eletrônica do laminador :

### 2.1 – Hardware

- os cartões eletrônicos em uso não são mais fabricados, bem como, seus componentes eletrônicos para reparo.
- as CPU's ( Unidades centrais de processamentos ) já estavam sobrecarregadas, dificultando novas melhorias no controle do processo;
- falta de espaço de memória de programa e dados;
- a instalação elétrica é extensa: 32 CPUs e mais de 320 cartões eletrônicos, contribuindo para :
  - aumento da possibilidade de falhas;
  - dificuldade para localização de defeitos;
- dificuldade de análise e diagnóstico de defeitos “on-line”, risco de desarme do laminador.

### 2.2 – Software

- linguagem de programação é o “Assembly”, o que dificulta a análise e diagnóstico instantâneo de defeitos.

### 2.3 - Ganhos esperados com a implantação do projeto

- “software” e “hardware” de última geração, agregam melhorias à operação do processo, mantendo-se a qualidade e competitividade dos produtos;
- otimização das operações de comando ao se eliminar uma cabine de controle;
- controle automático do sistema de resfriamento a ar e água;
- aumento da disponibilidade do laminador ao reduzir em 16% a taxa de parada elétrica mensal, apresentada na figura 1.

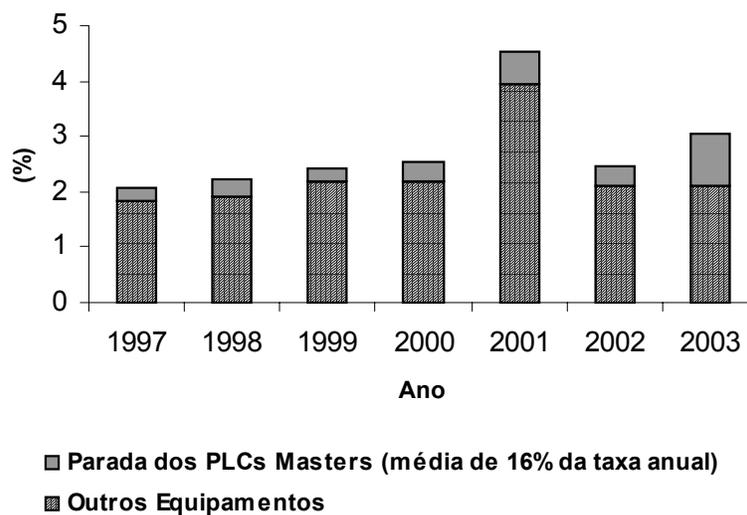


Figura 1 – Taxa de parada elétrica do Laminador-02

### 3. Características do sistema eletrônico e de controle do Laminador-02

O sistema eletrônico e de controle do Laminador-02 é constituído por PLCs ( Controladores lógicos programáveis ), um computador VAX, conversores e inversores de freqüência. Todos eles são ligados em redes de comunicações que controlam os diversos motores e equipamentos auxiliares, possibilitando produzir fio máquina nas bitolas de 5,5 mm a 32 mm, em um único veio de produção, com velocidades de até 105 m/s e capacidade anual de 500.000 toneladas.

Os equipamentos que estão sendo envolvidos na modernização e que serão substituídos por outros de última geração, são apresentados na tabela II.

Equipamento	Fabricante	Quantidade instalada	Linguagem de programação	Função no processo
PLC A, B, C	Digicon	3	Ladder	Controle do forno de reaquecimento
PLC 1 ao 11	ABB	11	Estruturada	Lógica de intertravamentos dos equipamentos principais e auxiliares.
PLC Master Rolling	ABB	13	Assembly	Controle de tração, laços, cascata de velocidades dos motores, tesouras, referências de velocidades.
PLC Master Colling	ABB	5	Assembly	Controle do processo de resfriamento a água e ar.
VAX	Digital	1	C	Armazenar histórico de dados, receitas de laminação, emitir relatórios.

Tabela II – Equipamentos a serem substituídos com a modernização

### 4. Desenvolvimento da modernização do sistema de resfriamento a ar e água e transferência da cabine de operação “B5” para “B3”.

Trata-se da realização da etapa-1 do cronograma de implantação. Esta etapa foi considerada prioritária, por seus valores agregados à operação do laminador, dentre os quais se pode citar :

- eliminação da cabine de operação B5;
- instalação de circuito fechado de TV na cabine principal B3;
- instalação de interface homem-máquina na cabine B3;
- controle em malha fechada no resfriamento a água;
- banco de receitas de resfriamento seletivo a tipos de aços, bitolas e ciclos;
- histórico das variáveis do processo armazenadas por período de um ano.

O planejamento, desenvolvimento e etapas de implantação foram efetivados, em parceria, entre a Belgo e ABB sendo fundamentados no método PDCA<sup>(1)</sup> (Método de análise e solução de problemas) e na ferramenta FMEA<sup>(2)</sup> (“Failure Mode and Effect Analysis”). Isso possibilitou a identificação das principais atividades críticas, modos de falhas e ações de bloqueios, para o alcance do objetivo proposto.

A ABB disponibilizou alta tecnologia e “know-how” em engenharia, baseados na linha de produtos “Industrial IT” sendo aplicado o sistema híbrido “Control IT AC 800M” e o sistema supervisorio “Operate IT Process Portal A” (PPA) rodando em uma plataforma “Windows 2000”.

#### 4.1 Etapa de planejamento (PLAN)

Em parceria, as equipes da Belgo e ABB iniciaram em Outubro/02 os trabalhos, com foco na meta de:

- Garantir a implantação do novo sistema de resfriamento a ar e água e transferência da cabine de operação B5 para B3, sem provocar perdas substanciais de produção, até 20 Janeiro de 2004.

Consolidou-se um cronograma de atividades com 157 itens a serem realizados até a data limite, que de forma resumida, é apresentado na tabela III.

<b>Atividades</b>	<b>Duração</b>
<b>1- Atividade de coordenação</b>	<b>110 dias</b>
<b>2- Engenharia de "hardware"</b>	<b>126 dias</b>
. mesas e painéis locais	96 dias
. materiais do PLC modelo AC800M	55 dias
. painéis para o PLC AC800M	95 dias
. painéis do "no-break"	84 dias
. painéis alimentadores	54 dias
. painel dos pirômetros	70 dias
. circuito fechado de TV	42 dias
. estações servidoras de conectividade	108 dias
. cabos ópticos e "profibus"	97 dias
<b>3- Engenharia de "software"</b>	<b>100 dias</b>
. controle	58 dias
. telas de processo	58 dias
. telas de conectividade	98 dias
. "software" de lógica	97 dias
. "software" de comunicação	42 dias
<b>4- Engenharia de instalação</b>	<b>203 dias</b>
<b>5- Testes de fábrica</b>	<b>11 dias</b>
<b>6- Montagem e comissionamento</b>	<b>71 dias</b>

Tabela III – Macrocronograma do projeto

#### 4.2 Etapa de execução (DO)

Em função do tipo de projeto, foi a etapa de maior duração e as atividades mais significantes são destacadas a seguir:

##### - Identificação dos sinais elétricos em campo

Os resultados desta atividade foram os sinais elétricos individualizados, identificados, endereçados e com suas funções especificadas para a nova instalação.

No Laminador-02 foram identificados 11.230 sinais e para a primeira etapa da modernização trabalhou com 2.408 sinais.

Uma vez formado o banco de sinais, o fornecedor ABB dimensionou o novo "hardware", o número de cartões de entradas e saídas e CPUs.

## **Descritivo funcional do resfriamento a água**

Elaborou-se um descritivo detalhado das características técnicas do processo de resfriamento a água, no qual se preservaram os ganhos tecnológicos já obtidos, inserindo novas melhorias, tendo como principal, o “controle em malha fechada no modo automático”. Este descritivo representou a base para o desenvolvimento do “software” de controle.

Esse processo é constituído por dez caixas d’água, que controlam a taxa de resfriamento do fio máquina, conforme receitas previamente elaboradas. O momento de abertura e fechamento das caixas é realizado pelo rastreamento “tracking” do material a quente, considerando o comprimento da cabeça e cauda não resfriada. A vazão e pressão de água são controladas para se obter a temperatura desejada do material, que é medida por pirômetros localizados antes e após cada caixa. Este processo é de fundamental importância para a garantia da qualidade do fio máquina, requerendo todo cuidado quanto à precisão do “tracking” e de todas as malhas de controle.

## **Descritivo funcional do resfriamento a ar**

O processo de resfriamento a ar (Stelmor) é constituído de um transportador com seções a rolos e corrente, em um ambiente com ventilação forçada e controlada.

O descritivo funcional detalhou a lógica de controle e funcionamento dos equipamentos, as funções auxiliares de redução de velocidade, sobre-velocidade no intervalo entre barras laminadas, redução de velocidade na cauda, redução de velocidade na cabeça e “jog”. Este descritivo foi a base para o desenvolvimento do novo “software” de controle do “Stelmor”.

## **Interface entre antiga e nova geração de equipamentos**

Para integrar os novos controladores AC-800M configurados em linguagem Estruturada, com os antigos controladores Master DP800 configurados em linguagem “Assembly” ainda instalados, a estratégia adotada foi interconectar uma geração intermediária de controlador, o MasterPiece-200 com “software” de comunicação adaptado aos diferentes protocolos.

## **Montagem dos novos equipamentos**

Executada pela ABB, estes equipamentos representam a mais recente e moderna tecnologia deste fornecedor, aplicada para o controle de processos. O “lay-out” final da instalação é apresentado na figura 2.

## **Circuito fechado de TV**

Foram instaladas oito novas câmeras, inclusive com “pan-tilt-zoom” (Sistema remoto de giro em 360 graus das câmeras de vídeo) e estação multiplexadora de imagens, incorporando o circuito de TV já existente, o que possibilitou a operação dos equipamentos à distância e no modo remoto.

## Interface homem-máquina

Utiliza-se a tecnologia do “Operate<sup>IT</sup> Process Portal A” (PPA) em uma topologia cliente-servidor, com estações convenientemente distribuídas ao longo do laminador. Agregaram melhorias significativas à operação do processo produtivo, possibilitando a eliminação da cabine B5 e fornecendo telas gráficas com os valores de processo em tempo real, como exemplificada na figura 3.

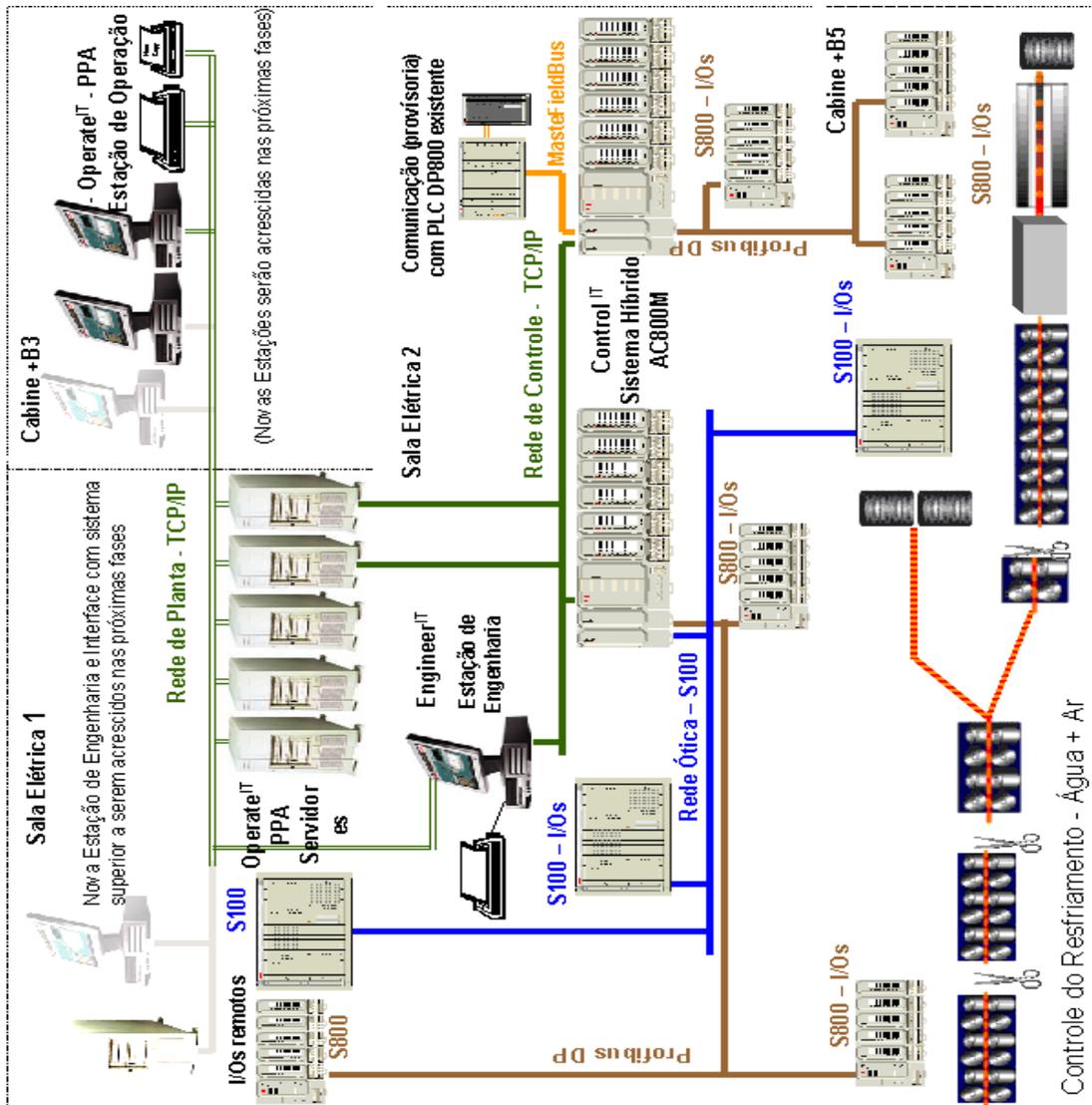


Figura 2 – Instalação final dos novos equipamentos

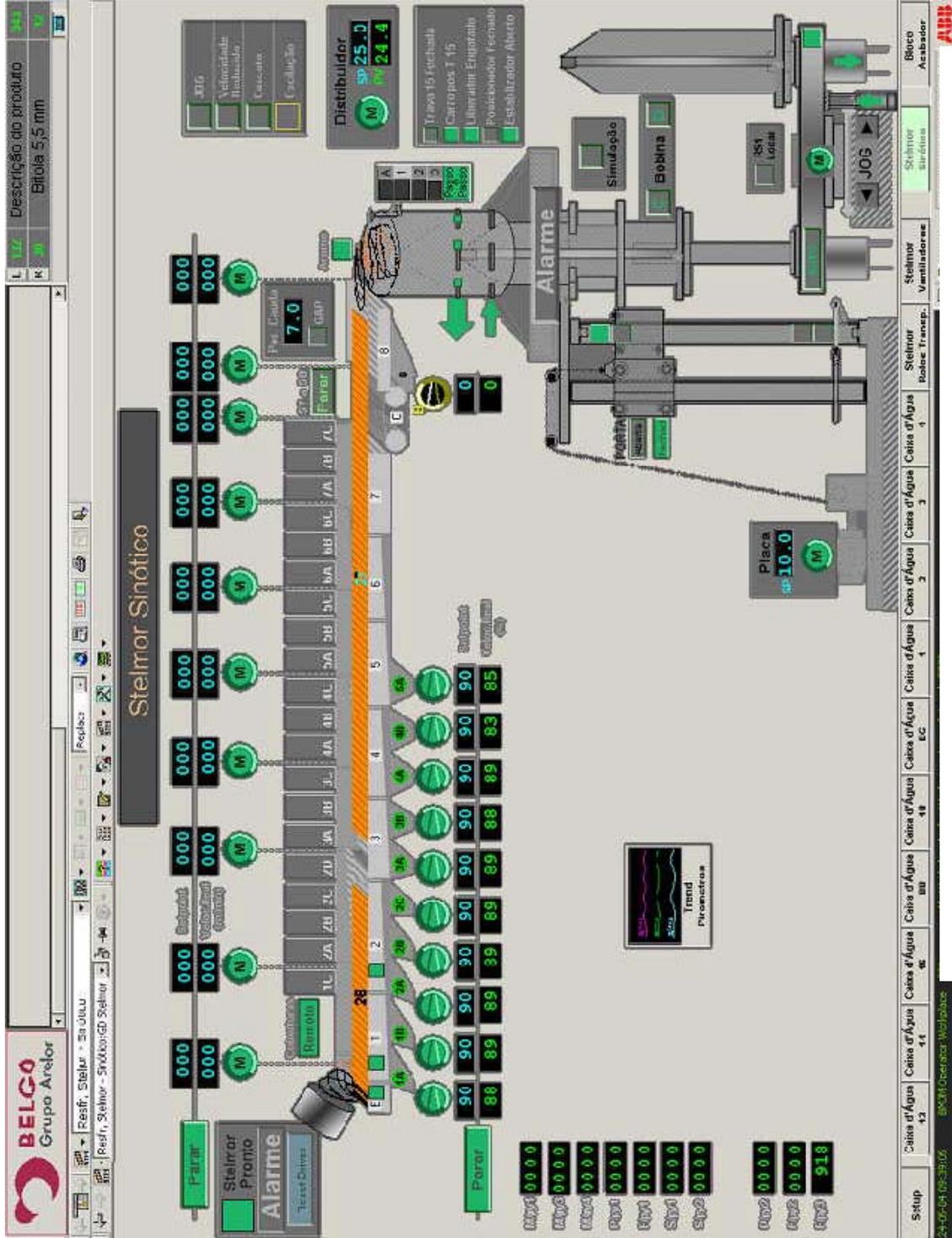


Figura 3 – Tela de operação do resfriamento a ar e formador de bobinas

### 4.3 Etapa de comissionamento (CHECK)

Esta etapa compreendeu os ajustes preliminares, os testes a frio e a quente do novo equipamento e a garantia que o projeto está conforme a especificação.

Para a realização destes testes contou-se com a disponibilidade de 20 horas/mês, tempo esse em que o laminador está em parada programada de manutenção e pequenas paradas para troca de bitolas.

Objetivando o melhor aproveitamento destes tempos e evitar perdas de produção por problemas durante os testes, a estratégia adotada com bastante sucesso, foi utilizar pequenos relés para desviar os diversos sinais elétricos dos antigos equipamentos em funcionamento para os novos equipamentos e vice-versa, conforme é apresentado nas figuras 4 e 5.

Quando o laminador estava produzindo e com o antigo sistema eletrônico de controle, os novos equipamentos permaneciam energizados e desabilitados do controle. Assim que acontecia a primeira parada programada do laminador, os relés eram energizados e os novos equipamentos passavam a controlar partes do laminador. Desta forma foram realizados os testes a frio e quente deste projeto.

A solução dos relés foi temporária, pois tão logo os novos equipamentos em funcionamento apresentaram bons resultados, os pequenos relés foram substituídos pelas ligações definitivas e eliminados os antigos controladores.

Esta solução possibilitou a implantação do projeto, sem interferir no cumprimento do plano físico de produção do laminador.

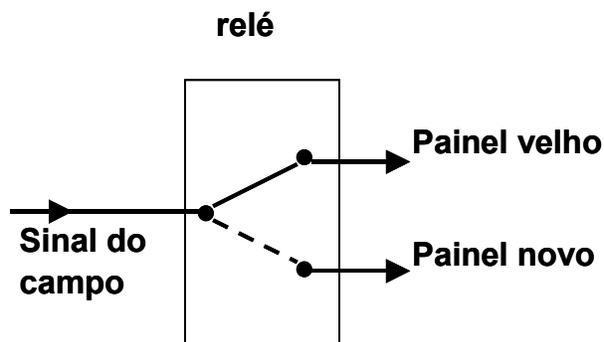


Figura 4 – Função do relé

Figura 5 – Foto do relé

#### **4.4 Etapa de ação corretiva(ACTION)**

No gerenciamento da implantação deste projeto pelo método PDCA, criaram-se ações para o bloqueio dos modos de falhas, para as atividades críticas de desenvolvimento do “software” de controle e testes a frio/quente. Nestas atividades foram evidenciados re-trabalhos.

Elaborou-se relatório de três gerações, com ações para garantirem o pleno cumprimento das etapas futuras da modernização, quanto aos prazos e em conformidade com a proposta técnica<sup>(3)</sup> vigente.

#### **5. Conclusão**

Do exposto, conclui-se:

- a utilização temporária dos pequenos relés para direcionar os diversos sinais elétricos para os velhos ou novos equipamentos, foi de grande sucesso para efetivar este projeto, sem interferir com o cumprimento do plano físico de produção do laminador;
- A partir do primeiro mês de produção com os novos equipamentos, a taxa de marcha do laminador apresentava níveis esperados e os seguintes ganhos eram evidenciados:
  - otimização das operações de comando do laminador;
  - controle automatizado do processo de resfriamento a ar e água;
  - redução de um grau centígrado (1°C) no desvio padrão da temperatura final do fio máquina;
  - fácil acesso à pesquisa e monitoração de variáveis do processo;
  - armazenamento por período de um ano das principais variáveis do processo;
  - hardware atualizado e com disponibilidade de componentes de reserva.

#### **Agradecimentos**

Os autores agradecem à Gerência Geral da Usina de Monlevade pela permissão para a publicação deste trabalho. Agradecem também às equipes da Gerência de Laminados, Gerência Geral de Projetos e da ABB, pelo incentivo demonstrado nas diferentes etapas do desenvolvimento deste trabalho.

## **Bibliografia**

1. Campos, V. F., Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia – 8a. Edição.
2. Carvalho, A. P.; Belém, A. C. V.; Pereira, A. M. T.; Macedo, A. A.; Scapin, C. A.; Daré, C. T.; Carranza, C.; Damasceno, E. C.; Alves, J.E.; Diniz, L. C. O.; Rodrigues, M. D. F.; Andrade, P. B. S.; Lopes, V. K., Programa Seis Sigma Black Belt – Industrial, Sessões 1,2 e 3, FDG 2001.
3. Barros, O. R.; Haiek, A. J., Proposta Técnica APM-497/2000 – Modernização Geral dos Sistemas de Automação do Laminador 2 – Versão G.