

AUTOMAÇÃO POR COMPUTADOR DO LAMINADOR  
CONTÍNUO A FRIO DA USIMINAS (1)

- . João Batista de Oliveira (2)
- . José Joaquim de Oliveira (2)
- . Celmo Braz Stelzer (3)

RESUMO

O sistema de computador de controle e supervisão do Laminador Contínuo a Frio da USIMINAS, atualmente em fase final de implantação, compõe-se de dois computadores, um supervisor e outro de controle direto.

Este sistema foi desenvolvido para executar funções de controle do laminador, supervisão da operação e gerenciamento de dados de produção.

Este trabalho apresenta o sistema de computadores e analisa sua influência no desempenho operacional do laminador.

- 
- (1) Contribuição Técnica ao Seminário da COLAM - Volta Redonda  
Setembro/83
  - (2) Analistas de Sistemas Digitais da Unidade de Automação - USIMINAS - Membros da ABM
  - (3) Assistente Técnico do Departamento de Laminação a Frio da  
USIMINAS - Membros da ABM

## 1- INTRODUÇÃO

A obtenção de produtos laminados a baixo custo e qualidade adequada é um objetivo de toda usina siderúrgica.

Estes fatores tornam-se sobremaneira importantes nos dias atuais, em função da grande competitividade pela conquista de mercados e as exigências crescentes dos consumidores.

Para o atendimento a estes fatores condicionantes, a utilização de computadores para o controle dos laminadores é atualmente uma prática na siderurgia mundial.

Na USIMINAS, a automação de seu Laminador Contínuo a Frio (TCM) deverá trazer importantes benefícios operacionais que se refletirão na produtividade, no custo e qualidade do produto.

Neste trabalho, apresenta-se o sistema de computadores empregado e analisa-se sua influência no desempenho operacional do laminador.

## 2- DESENVOLVIMENTO

### 2.1- O Laminador

O Laminador Contínuo a Frio da USIMINAS, representado esquematicamente na Fig. 1, em operação desde 1973, reformado em 1981, apresenta as características mostradas na Tabela 1.

O laminador é dotado de controladores automáticos locais de velocidade (SSRH), tensões entre cadeiras (TL) e de espessuras (AGC).

A operação do TCM compreende três fases distintas: preparação da laminação, laminação e gerenciamento dos dados gerados durante o processamento.

Na primeira fase, o sistema executa funções de gerenciamento, como aquisição de dados primários das bobinas, confirmação desses dados, etc. e funções de controle, como cálculos e ajustes do laminador.

Durante a laminação, segunda fase, o sistema executa funções de supervisão da operação, tais como, aquisição e tratamento estatístico de dados reais do processo e monitoração de instrumentos; funções de controle, como desaceleração da ponta final, compensação do filme de óleo, parada da ponta final e funções de gerenciamento, como classificação do comprimento laminado de acordo com a espessura, cálculo da espessura média das bobinas, determinação dos tempos de processamento do material, etc.

Na terceira fase, o sistema executa basicamente funções de gerenciamento, faz emissão de relatórios e transmissão de resultados da operação para o Sistema Integrado de Planejsmen-

to e Controle de Produção.

## 2.2- Configuração do Sistema de Computadores

A Fig. 2 mostra a configuração do sistema de computadores usados no controle do TCM da USIMINAS.

Este sistema é constituído de dois computadores interligados. Um dos computadores, o DDC, executa as funções de controle direto, e sua configuração conta com uma memória principal de 32K palavras (1K=1024), uma console e um sistema de entradas e saídas do processo com cerca de 2000 pontos. O outro computador, o SCC, que executa funções de supervisão, cálculos, relatórios, comunicação com o Sistema Integrado de Planejamento e Controle de Produção (SIPCP), etc., conta com uma configuração maior, tem 64K palavras de memória principal, 1024K palavras de memória de massa, cinco vídeos, três impressoras de relatórios, uma console, um painel simulador e, como dispositivos para desenvolvimento, uma impressora rápida, uma perfuradora de cartão, duas leitoras de cartão, uma perfuradora de fita de papel e uma leitora rápida de fita de papel. Possui também cerca de 2000 pontos de entradas e saídas do processo.

## 2.3. Operação do Laminador com o Sistema

Com a implantação do Sistema, a operação do TCM sofrerá modificações, o operador passará a comandar o sistema e este através das suas funções operará o laminador.

### 2.3.1- Entrada de Dados Primários

Na memória de massa do SCC existe um arquivo de dados primários (PID) capaz de armazenar dados de até 300 bobinas. Este arquivo é a imagem da ordem de produção gerada pelo Sistema Integrado de Planejamento e Controle de Produção.

Como mostra a Fig. 3, há três meios de entrada destes dados para o SCC. O principal é o "Data Link" com o SIPCP. Os dados primários são:

- . número da bobina
- . largura
- . espessura de entrada
- . espessura de saída
- . classe de dureza
- . peso.

Normalmente a aquisição destes é feita automaticamente pelo sistema e o operador não tem que se preocupar com ela.

### 2.3.2- Identificação da Bobina

As cinco primeiras bobinas do arquivo de dados primários são permanentemente exibidas no vídeo da mesa de entrada do TCM. De posse da ordem de produção, o operador da entrada confere os dados primários de cada bobina e, não havendo nenhuma anormalidade, confirma, uma a uma, as bobinas a serem laminadas.

Através das chaves digitais, o operador da entrada pode corrigir dados primários de uma bobina, alterar a sequência das bobinas, cancelar ou suspender uma ou mais bobinas e demais operações necessárias para adequar o arquivo de dados primários às condições reais de operação.

A Fig. 4 mostra esquematicamente, as atividades do operador do painel de entrada do TCM.

### 2.3.3- Rastreamento da Bobina

Para facilitar o controle das bobinas em processamento, o laminador foi dividido em nove zonas distintas, como mostra do na Fig. 5, cada uma correspondendo a uma posição do "Arquivo de Bobinas em Processamento".

Quando uma bobina é confirmada, ela entra para a primeira posição do arquivo e, a partir daí, até a última posição, a bobina é rastreada pelo sistema, podendo-se saber, em qualquer instante, qual a sua situação.

Para o laminador, também é feita uma monitoração contínua, de tal modo que, a qualquer instante, é possível saber a condição de cada cadeira, no que diz respeito à pressão, tensão, velocidade, etc.

A monitoração do laminador é particularmente importante para a função de ajuste inicial que é processada cadeira por cadeira, após a passagem da ponta final da bobina que está terminando de ser laminada.

### 2.3.4- Cálculo das Variáveis de Laminação

Durante a laminação de uma bobina, o operador da entrada confere os dados da próxima bobina da ordem de produção e a confirma. Quando a bobina é confirmada, iniciam-se os cálculos para ajuste do laminador, cálculos que podem ser refeitos caso haja alteração de algum parâmetro do processo. São então determinadas: as reduções, velocidades, forças de lami

nação e posições dos parafusos, em cada cadeira, bem como as tensões entre as mesmas. O fluxo mostrado na Fig. 6 indica a sequência em que os cálculos são feitos. Os resultados desses cálculos são, naturalmente, susceptíveis a correções, assim, quando a bobina é laminada, alguns reajustes podem ser feitos pelo operador para que a laminação se faça nas melhores condições.

De cada bobina laminada, são coletados valores reais de velocidades, forças, tensões, etc., que são comparados com os resultados dos cálculos e que, devidamente tratados pelo próprio sistema, geram coeficientes corretivos que são levados em conta nos cálculos para as próximas bobinas. Estes coeficientes são arquivados de acordo com as variáveis (velocidades, tensões, etc.), de acordo com as condições do laminador (tipo de óleo, padrões de cilindros) e de acordo com dados primários das bobinas (espessuras de entrada e de saída, dureza, etc.). Os valores destes coeficientes são permanentemente atualizados, num processo em que o sistema procura acompanhar os ajustes finos executados pelo operador durante a laminação de cada bobina. Nesta dinâmica, os resultados dos cálculos vão se tornando cada vez mais precisos e adequados às condições da laminação.

### 2.3.5- Ajuste Inicial do Laminador

À medida que a ponta final da bobina que está sendo laminada vai saindo de cada cadeira, esta cadeira vai sendo ajustada para a laminação da bobina seguinte.

Este ajuste inclui posicionamento de parafusos (abertura inicial), envio de referências para os controladores de

tensão entre cadeiras (TL), de velocidades (SSRH), para os Raios-X da saída da cadeira nº 1 e da nº 5, para os AGC's, para o classificador de espessuras e para os indicadores digitais (de velocidades programadas, reduções calculadas, espessura de saída do material, etc.).

### 2.3.6- Desaceleração Automática

A passagem da ponta final da bobina deve ser feita em baixa velocidade. O comando de desaceleração para o laminador deve ser feito no momento adequado para que não haja perda de tempo. Através de cálculos periódicos do diâmetro da desbobinadeira, que são feitos a partir do número de pulsos gerados pelos geradores de pulsos (PLG) ligados à desbobinadeira e à cadeira nº 1, como mostrado na Fig. 7, o sistema detecta o momento ótimo de emitir o comando de desaceleração. Como medida de segurança, alguns segundos antes do comando de desaceleração, o sistema emite um sinal sonoro para o operador, que passa então a observar a velocidade do laminador.

A partir do instante em que é efetuado o comando, a taxa de desaceleração é permanentemente verificada pelo sistema para que, no caso de alguma anormalidade, possam ser tomadas, em tempo hábil, as providências adequadas.

### 2.3.7- Compensação do Filme de Óleo

Durante as acelerações e desacelerações do laminador ocorrem variações na espessura do filme de óleo dos mancais dos cilindros de encosto, o que está esquematicamente representado na Fig. 8. Isto provoca variações na espessura do material. Para compensar estas variações, foi desenvolvida uma



função capaz de fazer, dinamicamente, reajustes na abertura dos cilindros, levando em consideração a velocidade e a força de laminação da cadeira.

Esta função substitui os ajustes manuais necessários durante as acelerações e desacelerações do laminador.

### 2.3.8- Parada da Ponta Final

Terminada a laminação de uma bobina, sua ponta final deve parar numa posição tal que facilite seu manuseio subsequente. Esta parada na posição adequada requer atenção e habilidade do operador.

Com o objetivo de agilizar a operação na saída do laminador, foi desenvolvida uma função que faz esta parada, na posição adequada, automaticamente. O ângulo mostrado na Fig. 9, calculado com base nos pulsos gerados pelos geradores PLG 1 e PLG 2 e em outros parâmetros do laminador, representa o giro que a bobinadeira deve fazer a partir do momento em que a ponta da tira sai da cadeira nº 5.

### 2.3.9- Funções Complementares

Algumas outras funções são ainda executadas pelo sistema como apoio à parte gerencial da operação. São exemplos: a determinação das trocas de cilindros com base no comprimento laminado; a emissão de relatórios contendo dados como índice de operação, tonelagem horária, tempo de parada, situação da operação numa ruptura, etc.; o cálculo periódico da espessura média da bobina durante a laminação; a classificação do compr

mento laminado de acordo com a espessura e a transmissão dos resultados de produção para o SIPCP.

#### 2.4- Utilização do Sistema

Hã funções que são básicas para o funcionamento do sistema e que o operador deve habilitar para operação pelo computador. Estas funções são: Entrada de Dados Primários, Confirmação de Bobina, Rastreamento da Bobina e Cálculo das Variáveis de Laminação.

Se somente estas funções forem habilitadas, o operador utilizará o sistema apenas como um guia de operação, utilizando os resultados dos cálculos como referência para ajuste do laminador.

De acordo com a conveniência, o operador pode, nos momentos adequados, ativar ou desativar qualquer função, excluindo-se as básicas. Com isto pode-se ter o sistema operando o laminador parcialmente.

Se todas as funções forem solicitadas, o sistema funcionará em sua totalidade e o operador atuará como supervisor das operações do sistema.

### 3- CONCLUSÃO

Um sistema de controle, baseado em computador digital, como o que foi aqui apresentado, traz inúmeras melhorias para a operação de um laminador com sistema de controle convencional baseado em controladores locais.

A precisão dos cálculos e o ajuste automático do laminador aumentam o índice de acerto do ajuste inicial, padronizam a operação, e a tornam mais rápida e eficiente.

A contínua monitoração das variáveis permite decisões e comandos rápidos que mantêm a estabilidade do processo, bem como, permite a detecção de anormalidades que, eventualmente, ocorram durante a laminação.

Por fim, é importante citar a geração de relatórios que representam mais uma melhoria para a operação, no seu aspecto gerencial.

TIPO	QUÁDRUO
Nº de cadeiras	5
Largura do material	500-1575 mm
Espessuras de entrada	2,00-5,00 mm
Espessuras de saída	0,20-2,00 mm
Velocidade máxima	1524 m/mim
Sistema de aperto	Hidráulico na cadeira 1 parafuso nas demais

Tab. :1 Características do laminador

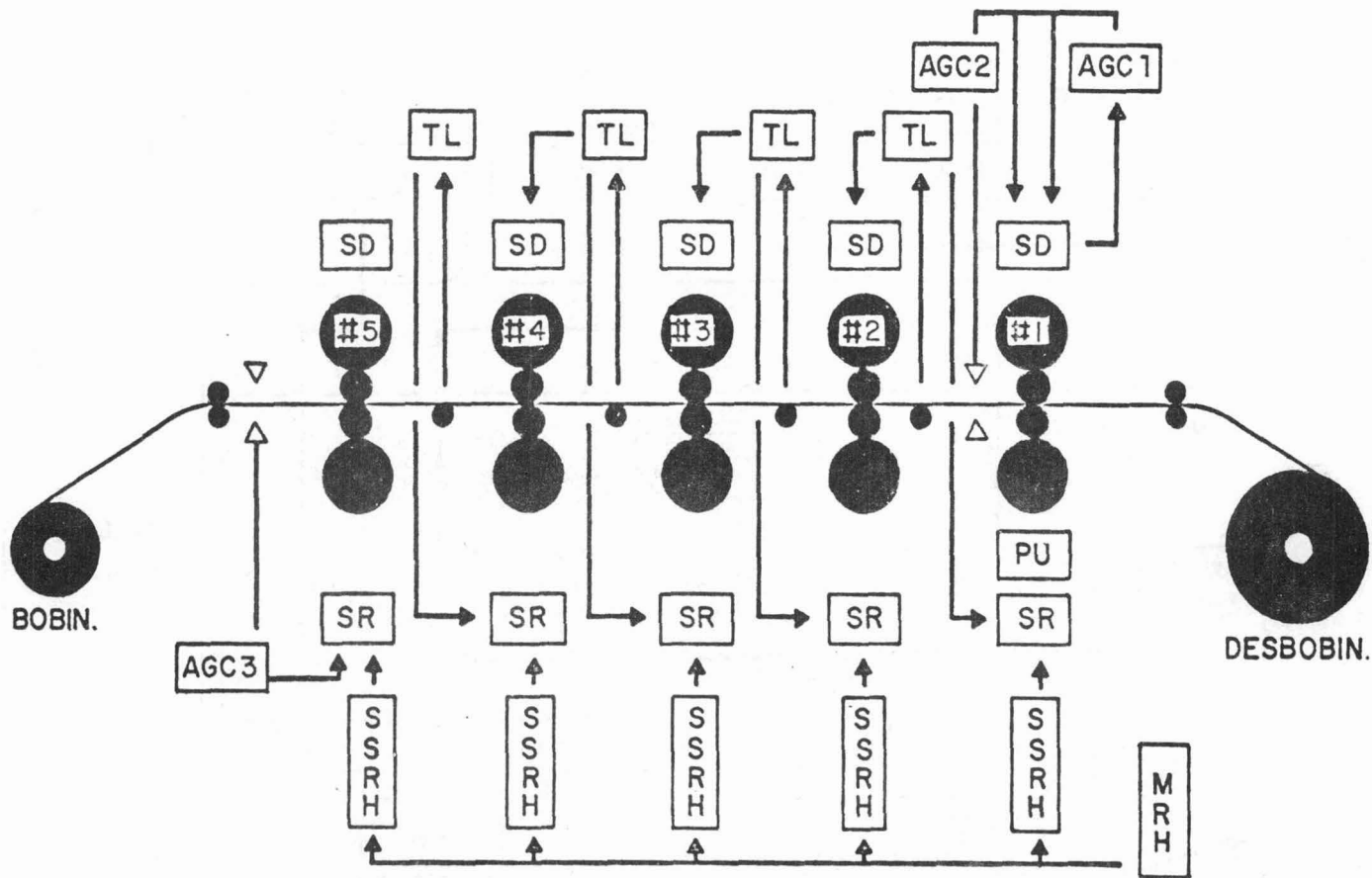


Fig. 1 Características do laminador

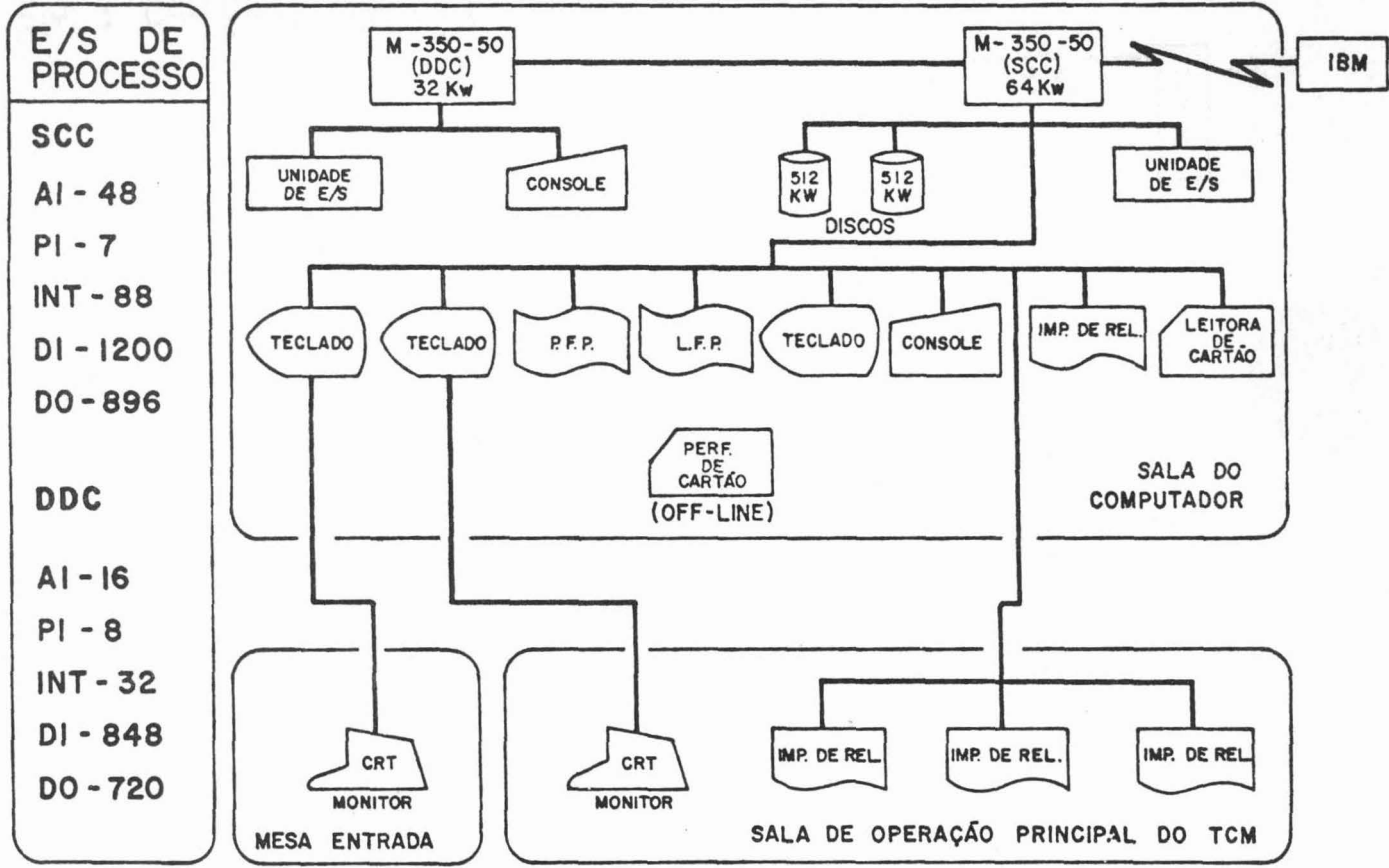


Fig. 2 Configuração do sistema

LINK COM  
SISTEMA DE PLANEJAMENTO E  
CONTROLE DA PRODUÇÃO

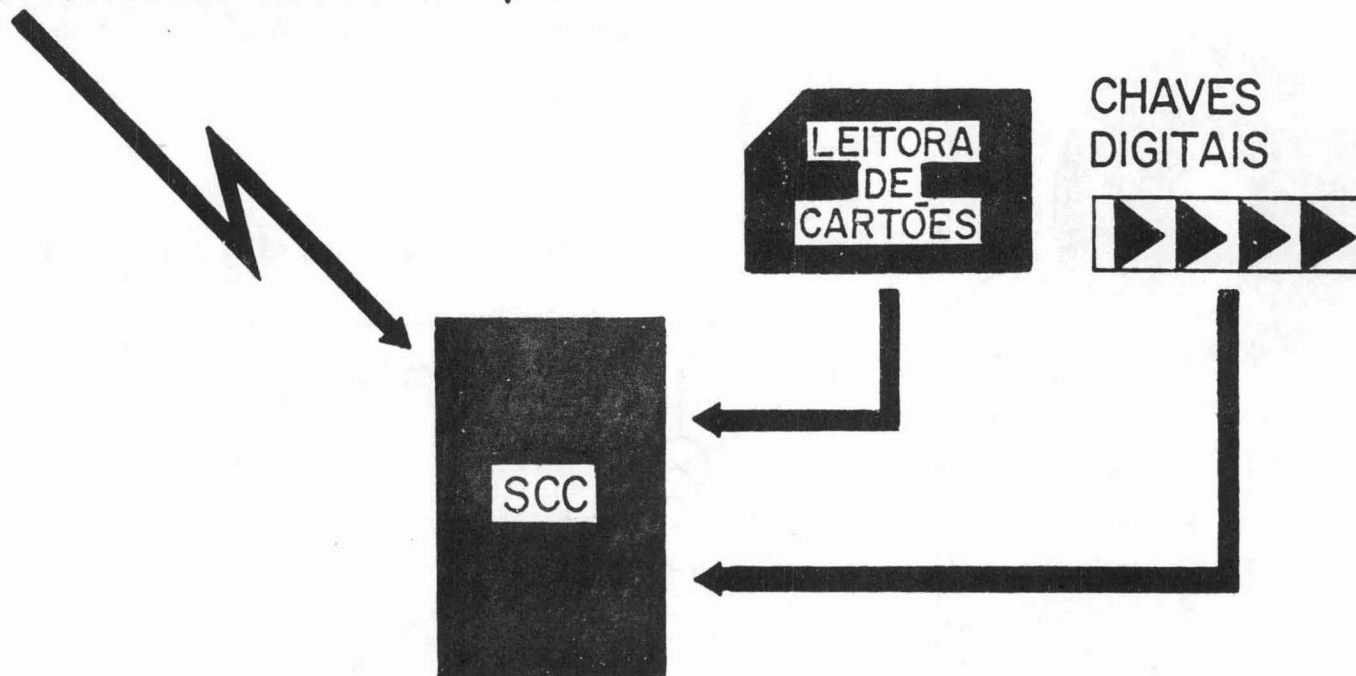


Fig. 3 Entrada de dados primários

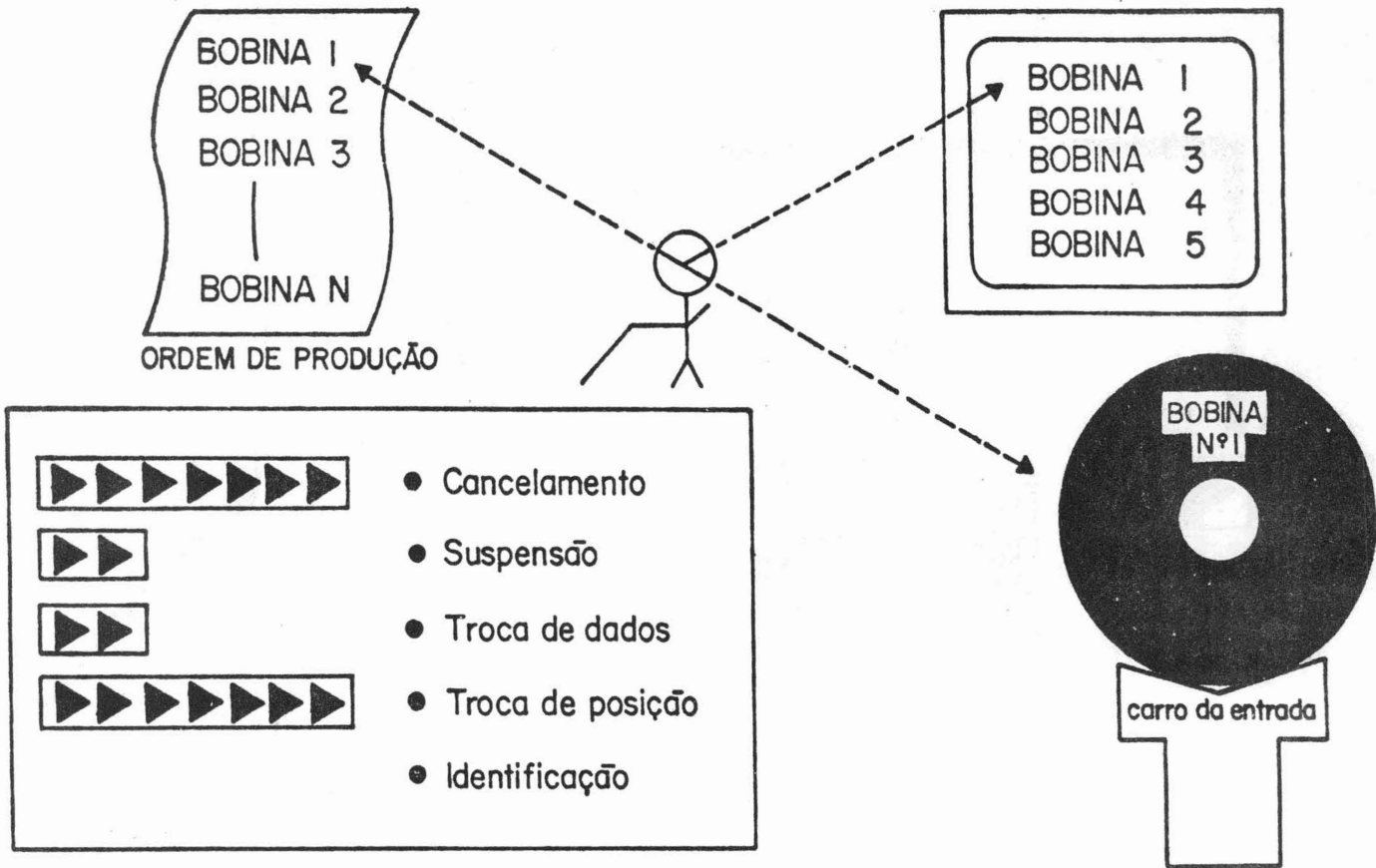


Fig. 4 Identificação da bobina



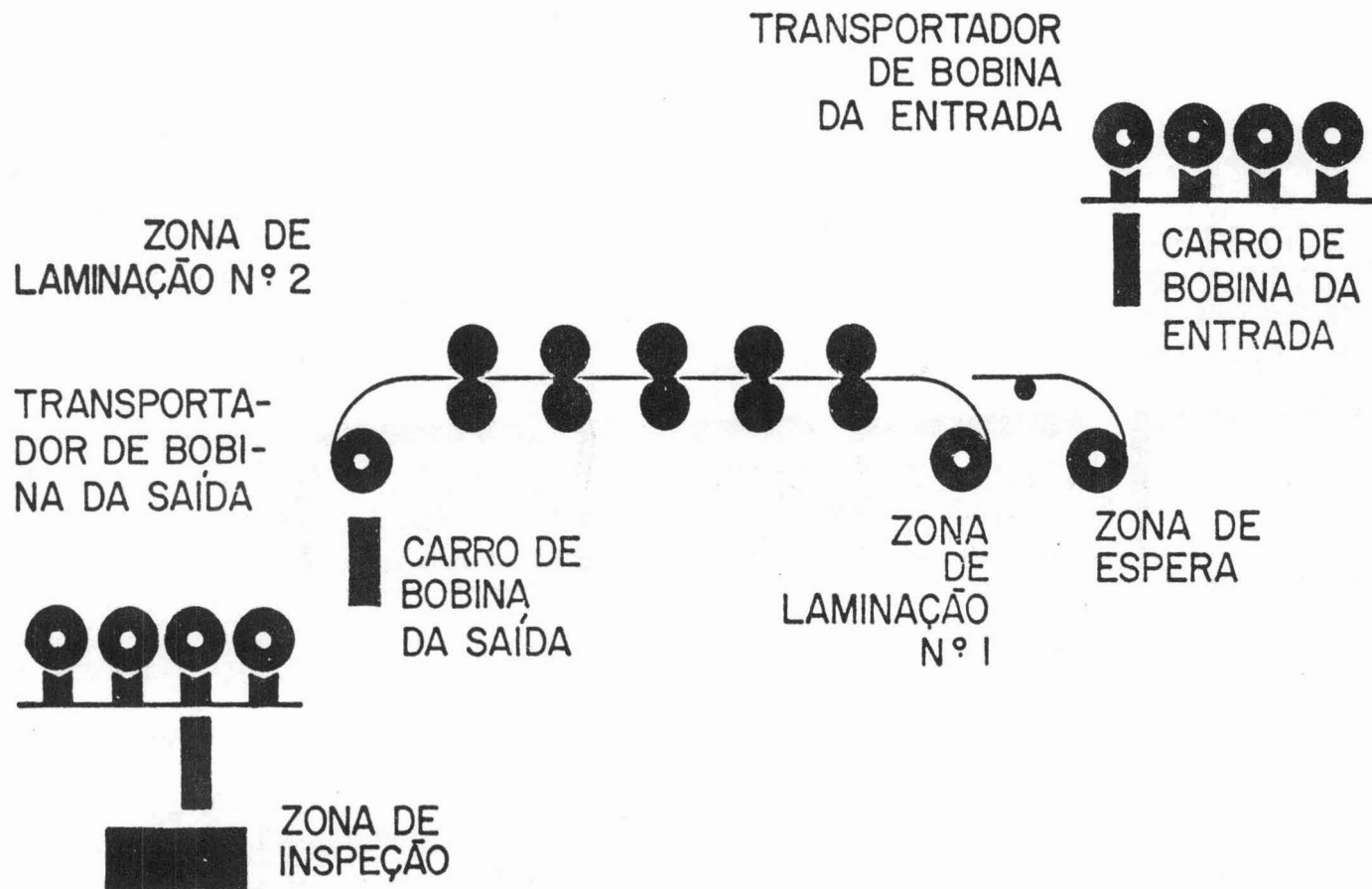


Fig. 5 Rastreamento de bobinas



Fig. 6 Cálculos do programa de laminação

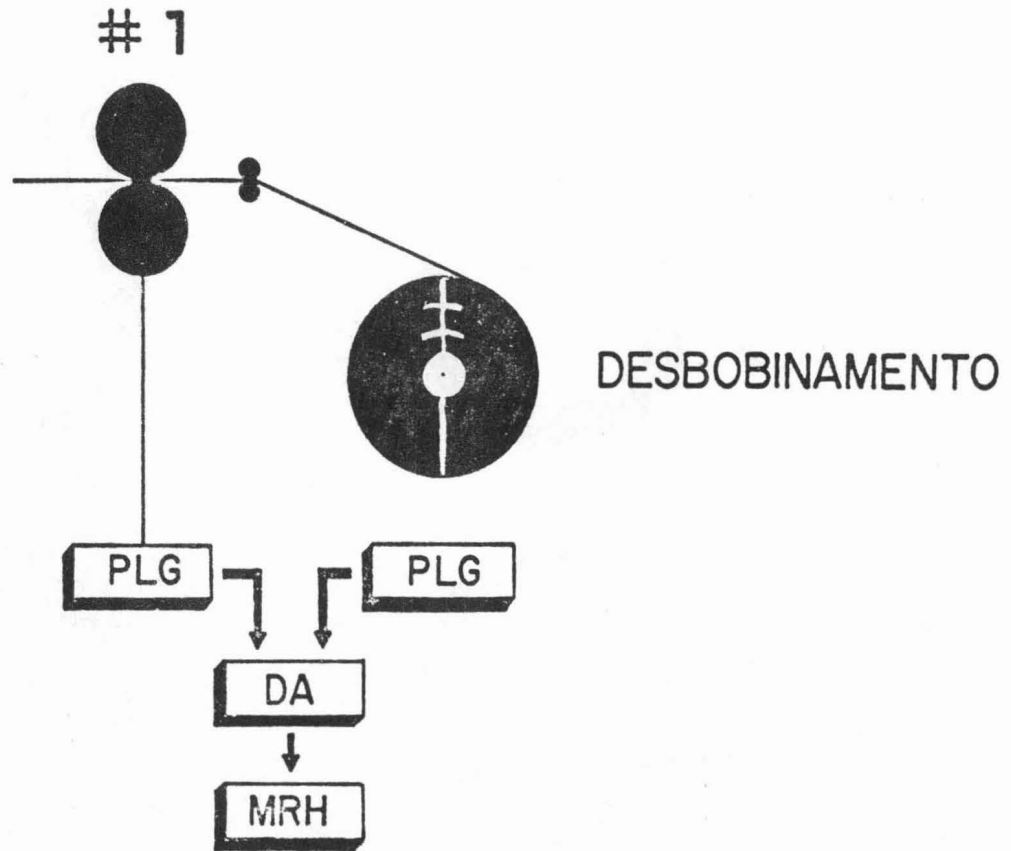


Fig. 7 Desaceleração automática ( pontos de solda, ponta final )

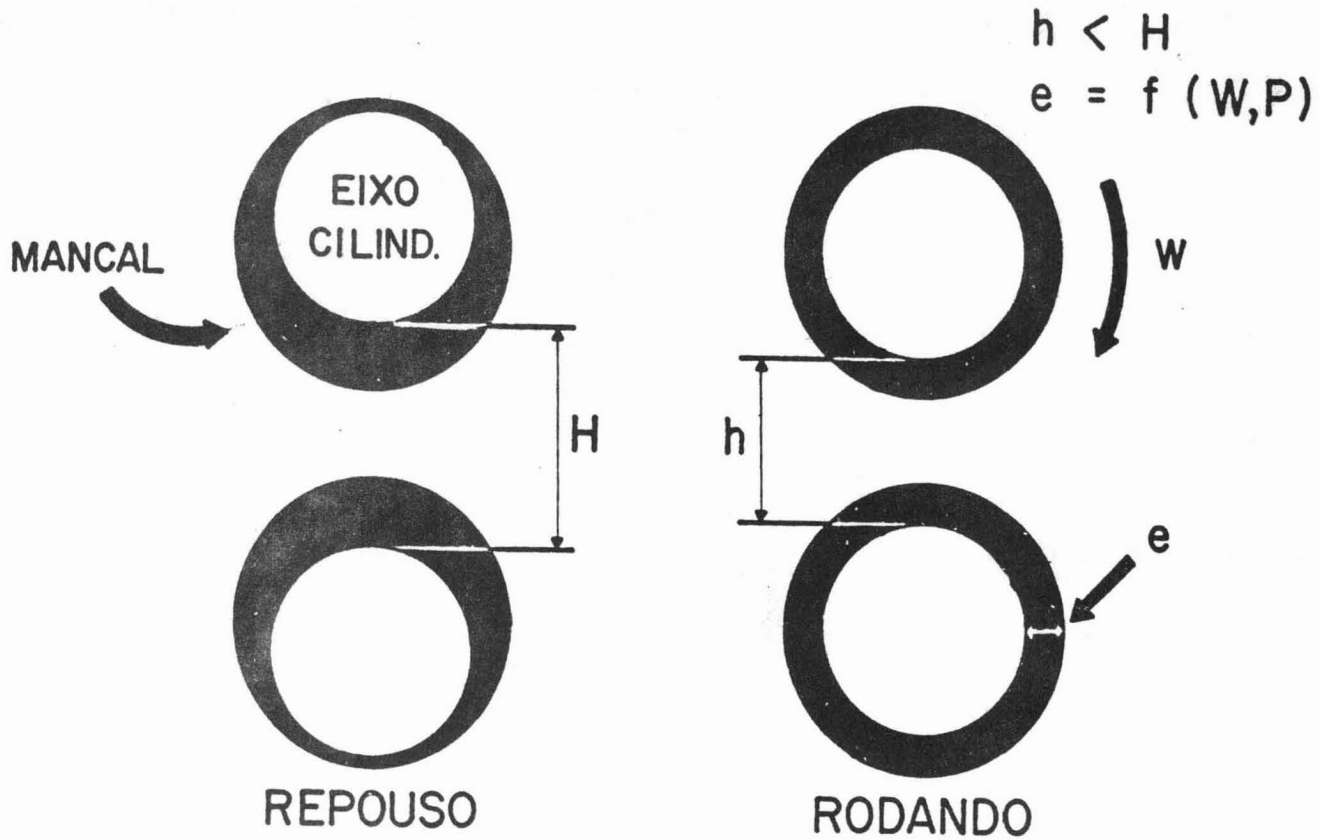


Fig. 8 Compensação do filme de óleo

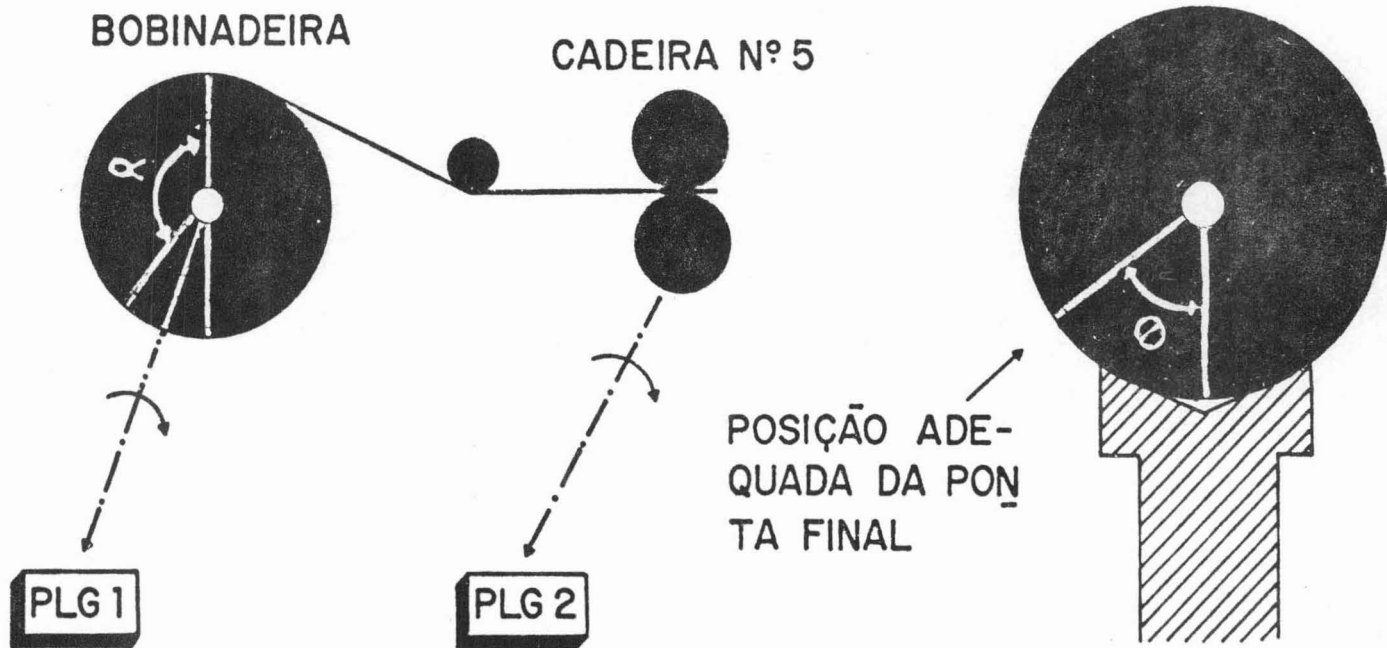


Fig. 9 Parada automática da ponta final

