

MODERNIZAÇÃO DA LINHA DE LAMINAÇÃO DO TIRAS A QUENTE
DA USIMINAS(1)

Pedro Caetano da Silva (2)
Joel Lana Celestino (3)

RESUMO

A modernização do tiras a quente da USIMINAS, se fêz necessária para atender às crescentes exigências do mercado, tanto em produção quanto em qualidade.

Expõe-se o planejamento e fases já executadas das diversas etapas que compõem a referida modernização, com ênfase especial para a reforma do laminador esboçador quadro reversível.

-
- (1) Contribuição técnica a ser apresentada no Simpósio da CO - MANT em junho/81 - Volta Redonda
 - (2) Membro da ABM - Eng. mecânico - Assessor do Departamento de Laminação a Quente da USIMINAS.
 - (3) Membro da ABM - Eng. eletricitista - Assistente da Divisão de Manutenção da Laminação de Placas e Tiras a Quente.

INTRODUÇÃO

Em consequência do aumento progressivo da tonelagem das placas a serem laminadas, o esforço concentrado na melhoria do índice de funcionamento, e velocidade da laminação para atender demanda de produção, e ainda fazer frente as exigências de qualidade, decidiu-se pela modernização da laminação do tiras a quente da Usiminas.

Neste processo de modernização está incluído também a instalação de novos equipamentos. Este trabalho descreve a reforma, seguindo o fluxo do material laminado. (fig. 1)

Esta modernização, em sua grande maioria, estará concluída em setembro/81, quando a linha estará parada por 30 dias. No entanto existem etapas com conclusão prevista em datas anteriores e posteriores à citada parada.

DESENVOLVIMENTO

I - Forno de reaquecimento nº 4

Com a entrada em operação do forno nº 4 em janeiro/80, a capacidade instalada de reaquecimento de placas para o tira a quente passou a 564ton/h.

. Dados principais:

Consumo	38,5x10 ⁴ Kcal/ton	(conseguido 30,5x10 ⁴)
Combustível		Gás mixto e óleo
Comprimento x largura		30x13m
Número de zonas		6 zonas
Capacidade máxima		268ton/h
Capacidade do W. Beam		720ton/ 2 WB
Fabricante		Chugai-Ro

. Principais vantagens do novo forno tipo Walking Beam

Melhoria na qualidade superficial da placa devido ao não arastamento desta nos skids.

Não há ocorrência de caldeamento das placas nem mesmo superposição.

Desenfornamento suave, minimizando os problemas de manutenção na área de descarga do forno.

Maior durabilidade dos skids.

Sistema de comporta tipo borboleta que elimina os agarramentos.

O acionamento de cada W. Beam é feito por meio de um sistema hidráulico composto de dois cilindros, fig.2 um para elevação e outro para translação trabalhando a pressão de 220 e 100 Kg/cm² respectivamente, fornecidas por bombas de pistões axiais.

Toda operação passa a ser automática após a entrega da placa na mesa de entrada.

II - Laminador vertical (Edger)

O laminador vertical na entrada do quadro reversível será trocado por outro de maior capacidade. Esta troca que estará concluída em setembro de 81, é justificada pelas repetitivas avarias que tem ocorrido nos últimos tempos, causadas pelo

umento progressivo do peso das placas.

Características principais do novo laminador vertical

Motor principal	DC 450KW 200/100 rpm
Velocidade de laminação	67/20/m/min
Diâmetro max de cilindros	609,6 mm

III - Laminador quadroo reversível

A modernização do acionamento do laminador esboçador quadroo-reversível, com o aumento de sua potência de 7.000 para 10000 CV, é uma das fases da adequação da linha do tiras a quente às novas exigências de produção.

Equipamentos originais

O laminador esboçador quadroo-reversível da linha de laminação de tiras a quente é acionado por dois motores de 3.500 CV.

Até meados de fevereiro/80, estes motores eram alimentados somente por um grupo motor-gerador tipo ilgner, cujo órgão primário é um motor de indução de 7.000 CV. Tendo sido projetado para laminar placas de até sete toneladas, o laminador, e, consequentemente o sistema de acionamento foram gradativamente sobrecarregados com o aumento do peso médio das placas laminadas (atualmente lamina-se placas de até 16 toneladas). As primeiras consequências se fizeram sentir no motor de 7.000CV acionador do grupo gerador, que por três vezes apresentou problemas na barra de fechamento em estrela do circuito do rotor.

Novos equipamentos

Toda a reforma do sistema de acionamento, que deverá estar concluída até setembro do ano corrente, consiste na troca dos dois motores de 3.500 por motores de 5.000 CV, substituição do grupo gerador de corrente contínua por um sistema tiristorizado e toda parte mecânica de acionamento do laminador incluindo os cilindros de trabalho.

O processo de planejamento, compra e fabricação dos equipamentos exigia um tempo relativamente longo enquanto as condições do motor acionador do grupo gerador exigiam uma solução imediata.

Solução a curto prazo - colocação de um banco de tiristores em paralelo com o grupo gerador.

Decidiu-se então, pela colocação de um banco de tiristores de 5.000 CV em paralelo com o grupo gerador, até que, por ocasião da troca dos motores principais, todo sistema de alimentação pelo grupo gerador venha ser substituído, com a entrada de outro banco de tiristores de 5.000 CV em meados de agosto deste ano.

O paralelismo foi executado com a mínima interferência na operação. O banco de tiristores instalado foi interligado ao conjunto gerador com uma parada da linha de 30hs e colocado em operação no dia oito de fevereiro do ano passado. Desde então, tem apresentado boa performance. É uma das primeiras experiências no gênero de que se tem notícia no Brasil, embora esta técnica já tenha sido usada por algumas Usinas Japonesas.

O circuito de força, composto por 120 tiristores de capacidade nominal igual a 500 A e ligados em conexão anti-paralela, é alimentado por um transformador de 6 MVA. Tendo dois secundários, um fechado em triângulo e outro em estrela, este transformador recebe uma tensão de 69 KV, tensão esta que é abaixada para 750 V. A figura 3 mostra o diagrama unifilar do sistema. Dos 120 tiristores 60 estão ligados ao enrolamento triângulo e 60 ao enrolamento estrela. Para um destes enrolamentos 30 tiristores conduzem em um sentido de rotação do motor e 30 no outro. Assim tem-se sempre 60 tiristores conduzindo. Completam o sistema dois reatores para regular a taxa de variação de corrente (di/dt), dois disjuntores ultra rápido com os respectivos resistores para extinção de arco, shunts para medições, proteção e controle, e finalmente duas seccionadoras para interligar o barramento dos tiristores com o do grupo gerador.

O circuito de controle, conforme mostra o diagrama de blocos da figura 4 baseia-se numa filosofia extremamente simples de tiristores fabricado pela Toshiba usado no paralelismo - recebe um sinal de tensão diretamente do barramento do grupo gerador, e dentro de 30 milisegundos tem-se saída dos tiristores' esta mesma tensão. Isto é condição essencial, uma vez que estão em paralelo. A relação entre a corrente fornecida pelo grupo gerador e corrente fornecida pelos tiristores pode ser variada. O leopack recebe sinais diretamente dos shunts dos geradores, soma estes sinais, toma uma parte desta soma e a usa como sinal de referência no circuito de corrente.

Este sinal de referência, depois de passar por um circuito controlador de corrente é comparado com um sinal proporcional à corrente total dos tiristores vindo diretamente do shunt 3 (figura 5). O resultado desta comparação é usada como sinal de referência no circuito de tensão. Como a parte tomada do total da soma dos sinais dos geradores pode ser variada por meio do potenciômetro RH1, pode-se variar a proporção entre a corrente e, conseqüentemente entre a potência fornecida pelo grupo gerador e pelos tiristores.

Atualmente o sistema funciona na proporção de 10 : 1, limitado na potência total do banco de tiristores, ou seja, até o limite máximo da potência do banco de tiristores, para cada CV fornecido aos motores acionadores pelo grupo gerador, os tiristores fornecem 10 CV. O limite é determinado por um controlador programável que além desta função limite, é usado para monitorar a corrente eficaz dos motores acionadores.

Trata-se do controlador programável TOSMATIC-16A fabricado pela Toshiba, cujo CPU é um microprocessador tipo T3412, de 16 Bits. As funções deste controlador são as seguintes:

- 1ª - Monitoração do valor eficaz da corrente total fornecida pelos tiristores, com atuação no circuito limitador de corrente.
- 2ª - Monitoração do valor eficaz da corrente dos motores acionadores.

A dita monitoração consiste em se ler separadamente, os valores de corrente dos motores acionadores e a corrente total dos tiristores em intervalos de 50 milissegundos. Os valores amostrados, referentes a cada um dos três equipamentos, recebem um tratamento semelhante, porém separadamente. As amostras colhidas no intervalo de um segundo entram em uma fórmula do modelo matemático e o resultado é armazenado em uma matriz composta de "180 register", sendo que em cada "register" armazena-se um valor.

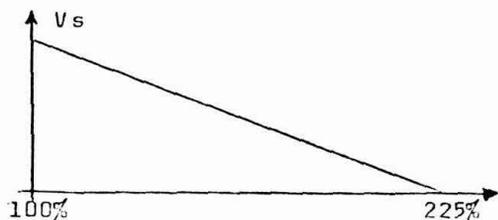
A cada segundo um novo valor é calculado e colocado no primeiro "register" da matriz logo após ter sido o conteúdo de cada "register" deslocado para o "register" seguinte; o conteúdo último é perdido. A cada segundo o microprocessador dispõe de três tabelas atualizadas, contendo informações dos últimos 180 segundos. Baseando-se nestas matrizes são feitos os cálculos dos valores eficaz das três grandezas envolvidas - corrente do

motor acionador inferior e do superior, e corrente total dos tiristores. O valor eficaz (V_f) de uma função $i(t)$, definida pela fórmula:

$$V_f = \sqrt{\frac{1}{T} \int i^2 dt}$$

Onde T é o período da função $i(t)$ - no caso $T = 180$ segundos' - é desenvolvido pelo controlador programável.

De posse dos resultados o controlador envia ao leopack um sinal de tensão proporcional ao valor eficaz da corrente dos tiristores, sinal que é usado no circuito limitador de corrente, conforme o gráfico abaixo:



V_s - sinal de saída do controlador programável, proporcional ao valor eficaz da corrente total dos tiristores.

Antes da colocação do banco de tiristores em paralelo com o grupo gerador, o próprio grupo limitava a carga dos motores acionadores pois quando se exigia uma potência maior no eixo dos motores ocorria uma queda de rotação do grupo gerador.

Solução a longo prazo - substituição dos motores acionadores e alimentação totalmente tiristorizada.

Em agosto/81, por ocasião da parada do alto forno 3 para reformas, serão instalados os novos motores acionadores. O banco de tiristores atualmente em paralelo com o grupo gerador alimentará o motor superior e um segundo banco, ainda por instalar, alimentará o motor inferior. Será instalado mais um transformador idêntico ao atual, e a configuração final será mostrada na figura 6.

IV - Tesoura rotativa de pontas

Com a entrada da nova tesoura rotativa da Sack, estamos aumentando a nossa capacidade de corte das pontas do material de 25 mm para 35 mm de espessura max. O melhor controle na regu-

lagem do corte dessas pontas nos propiciará a eliminação dos defeitos das extremidades do esboço com um melhor rendimento de corte.

O ciclo de corte do material pode ser descrito da seguinte forma.

- I - Aceleração da tesoura
- II - Corte
- III - Frenagem
- IV - Retorno à posição inicial

Todos estes estágios são controlados por chaves limites interligados ao eixo da caixa redutora.

A nova tesoura, além das características já enumeradas possui também um sistema de desacoplamento rápido que permitirá trocar o conjunto de porta-lâminas pré-montados durante uma troca normal de cilindros do trem acabador (cerca de 30 minutos).

A troca de lâminas atualmente é feita em paradas programadas para reparos eletro-mecânicos já que é necessário mais ou menos 8 horas e uma equipe de 4 homens para execução deste trabalho. O conjunto de porta lâminas será apenas encaixado na cadeira da tesoura que nos dará facilidade para manutenção com a linha em produção normal.

V - Trem acabador

A reforma do trem acabador consistirá na troca dos seguintes equipamentos:

- Guardas laterais
- Loopers
- Sistema de regulagem da linha de passes
- Medidor de espessura

A indicação de abertura das novas guardas será feita em um display por um sistema de selsyn substituindo o dial convencional. Será implementada com um sistema de controle automático de posição (APC). O comando do (APC) ficará a cargo de um controlador programável, o tosmatic 16A da Toshiba.

As mesas serão do tipo aberta para evitar acúmulo de água.

O sistema de regulagem do "pass-line" terá um macaco elétrico e um sistema de selsyn indicará seu nível. Os loopers também

terão suas mesas do tipo grade.

VI - Medidor de espessura

A medição de espessura da chapa na saída do trem acabador atualmente feita por raio X, passará a ser feita por raio gama.

Comparando o raio X com o raio gama tem-se:

- 1 - O aparelho de medição a raio gama é mais robusto
- 2 - A fonte, por ser de material radiativo (radioisótopo) não exige peça de reposição, sendo sua vida útil de 33 anos (será usado o (Cs- 137).
- 3 - Oferece menos segurança para manutenção do que raio X , pois não há meios de desligar a fonte.
- 4 - Precisão, tempo de resposta e faixa de medições igual ao raio X.

VII - Bobinadeiras

As guardas laterais receberão um sistema APC idêntico as do trem acabador.

A bobinadeira III propriamente dita, terá características bem distintas das existentes. Dotada com apenas tres rolos de envoltura (Wrapper - rolls) e mandril com três pontos de operação (collapse, pré-expanding e over-expanding), terá a seguinte sequência de operação: com o mandril na posição de pré-expanding inicia-se o bobinamento. Depois de cinco voltas da tira sobre o mandril, os rolos de envoltura são afastados e o mandril colocado na posição de over expanding. Quando termina o bobinamento, a desaceleração é automática. Ao invés do ejetor, tem-se um extrator que, depois de afastado o rolo de envoltura número 2, entra sob o mandril colhendo a bobina e entregando a um basculador, que depois de basculá-la entrega a ao lifter, de onde ela é encaminhada ao transportador.

VIII- Transportadores de bobinas e máquina de cintar

Serão instalados mais 3 transportadores de bobinas para o tiras a frio conforme figura 1. As interligações dos transportadores serão feitas por um sistema de vigas móveis tipo Walking Beam.

A máquina de cintar automática, será instalada no local indi-

cado no diagrama. As bobinas serão encaminhadas à máquina por meio de vigas móveis, que serão montadas no transportador I, e em frente à máquina, um dispositivo medirá as dimensões das bobinas (as bobinas estarão posicionadas com o eixo na posição vertical), para posicionar a máquina de acordo com o diâmetro da bobina. A própria bobina, quando posicionada na máquina, dá o comando para início de operação, e um cilindro hidráulico abaixa a guia da fita de cintar até o meio da bobina.

A quantidade de fita a ser desenrolada do carretel é determinada automaticamente pela ocasião da medição das bobinas. A fita é tensionada em volta da bobina (a tensão pode ser ajustada), grampeada, e permanece grampeada até que o processo de solda esteja terminado, quando então os grampos são soltos. O controle da solda é feito por tiristores.

IX - Aspectos gerais

Grande parte dos equipamentos auxiliares estão sendo redimensionados para atender o aumento de produção após a modernização da linha, ou seja, sistemas de lubrificação, resfriamento recirculação etc.

O gráfico seguinte (fig 7) mostra uma estimativa do pessoal envolvido no trabalho de modernização, bem como a tonelagem total dos equipamentos a serem montados.

O trabalho conjunto entre o pessoal envolvido na reforma (Manutenção, engenharia básica e expansão), tem sido desenvolvido no sentido de minimizar as interferências, objetivando o cumprimento de um cronograma realizável e que possa atender as necessidades da produção.

CONCLUSÃO

Com o término da reforma, a linha de laminação de tiras a quente estará com uma capacidade de 208.000 t/mês e com o índice de sucata reduzido de 0,4 para 0,2%. Haverá uma sensível melhoria no rendimento de laminação e um padrão de qualidade superior em consequência de novos índices de rejeição, 1% menor que os atuais.

Nesta ocasião, daremos por atingido nosso objetivo.

BIBLIOGRAFIA

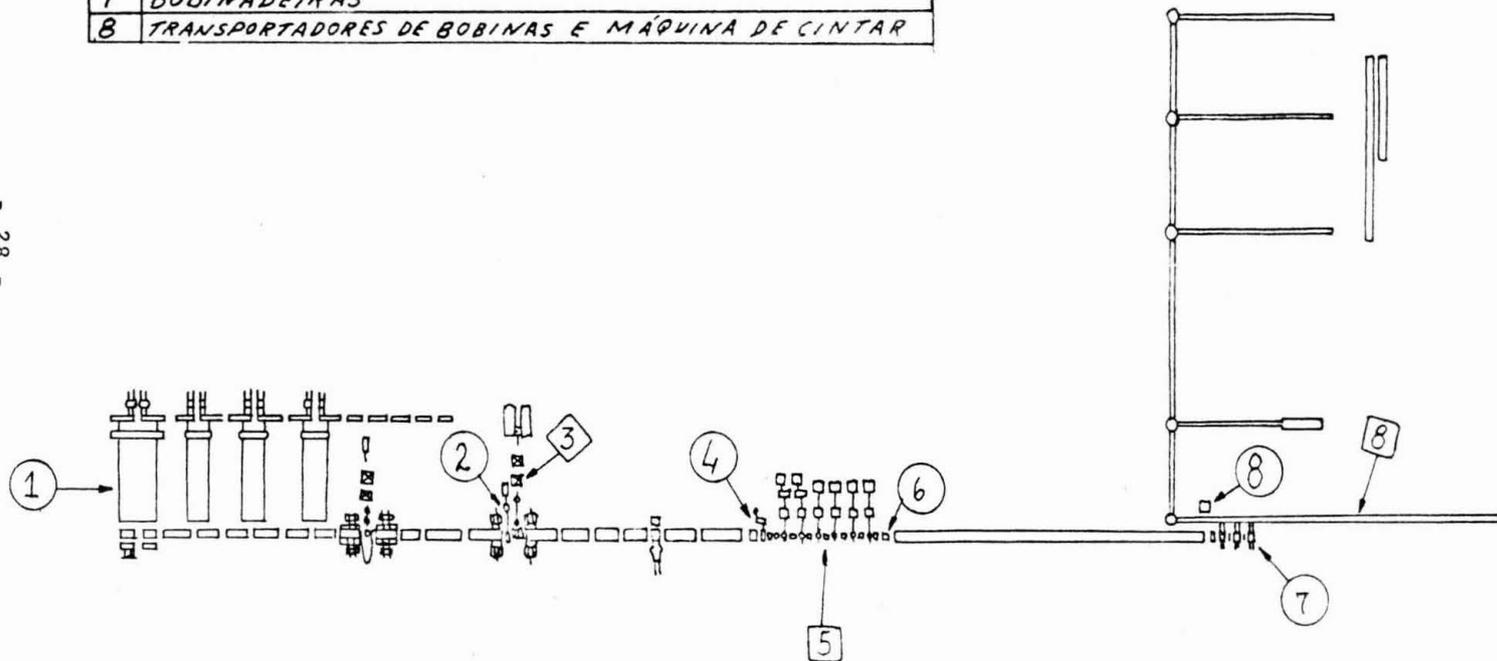
I - Especificações finais:

Sack
Chugai-Ro
Toshiba
IHI

II - Justificativa técnica complementação fase III Usiminas

III - Plano produção Usiminas 1981.

1	FERNO DE REAQUECIMENTO Nº 4
2	LAMINADOR VERTICAL EDGER
3	LAMINADOR QUADRUO REVERSIVEL
4	TESOURA ROTATIVA
5	TREM ACABADOR
6	MEDIDOR DE ESPESSURA
7	BOBINADEIRAS
8	TRANSPORTADORES DE BOBINAS E MÁQUINA DE CINTAR



○ NOVO EQUIPAMENTO

□ EQUIPAMENTO A SER REFORMADO

Figura 1

Esquema de elevação das vigas móveis

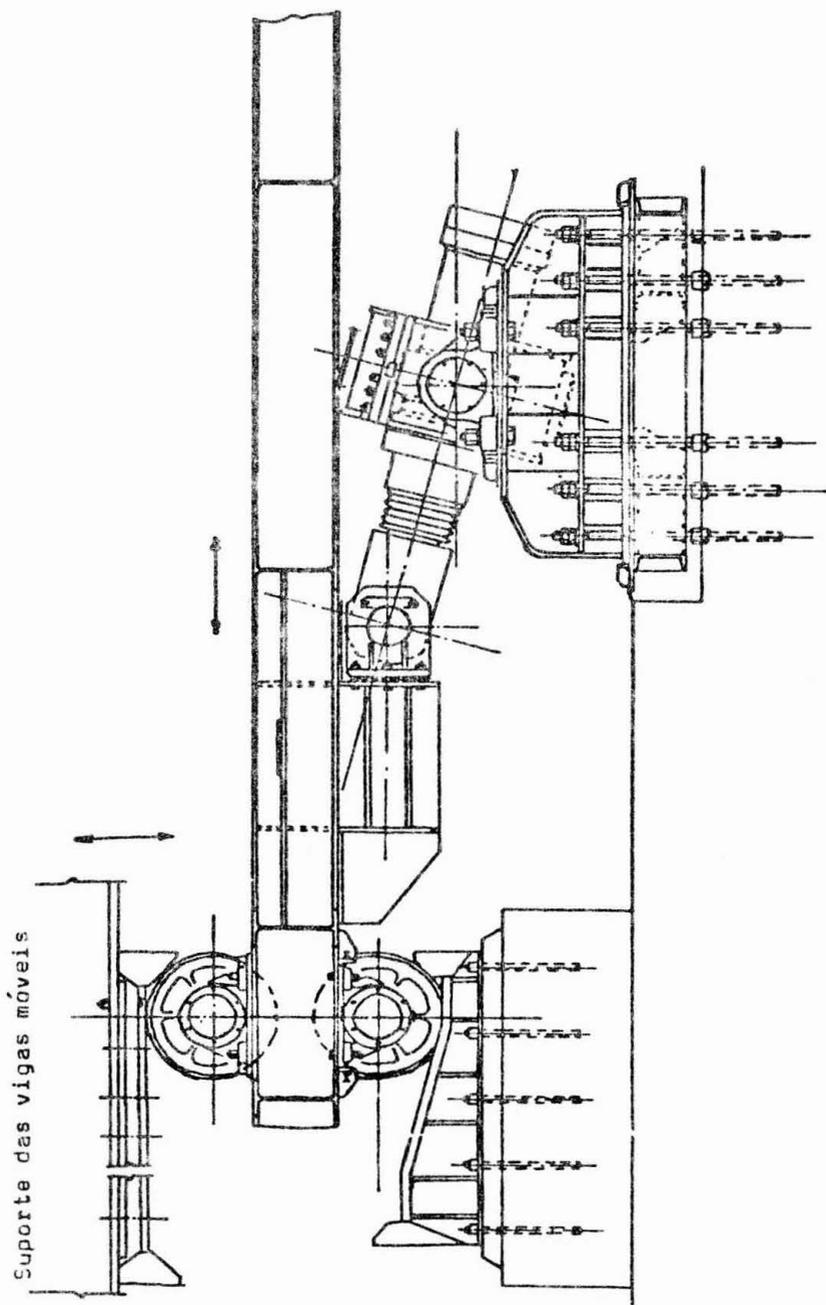


Figura 2

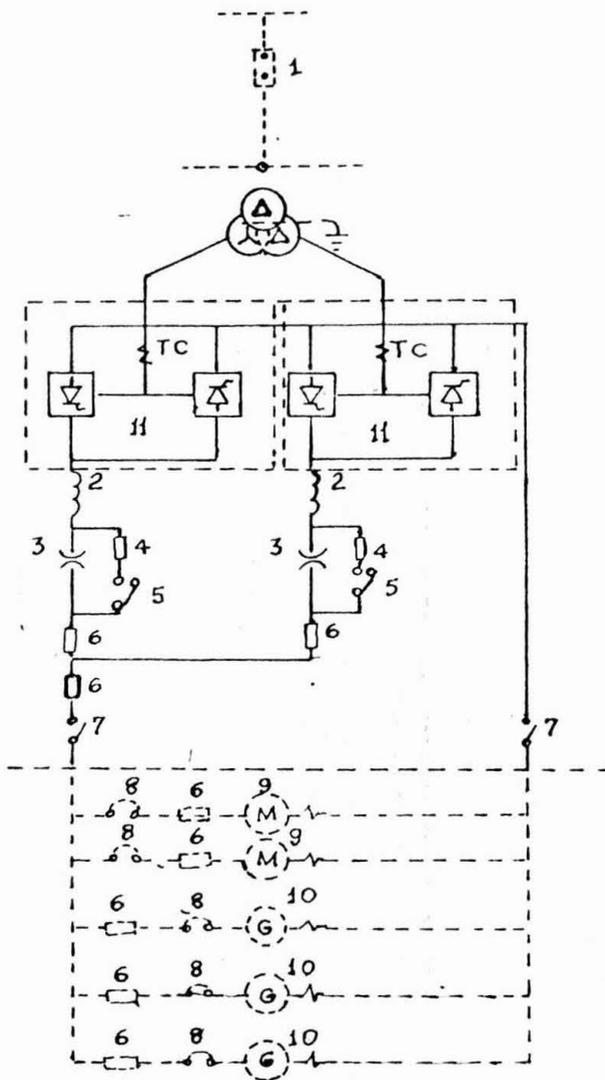
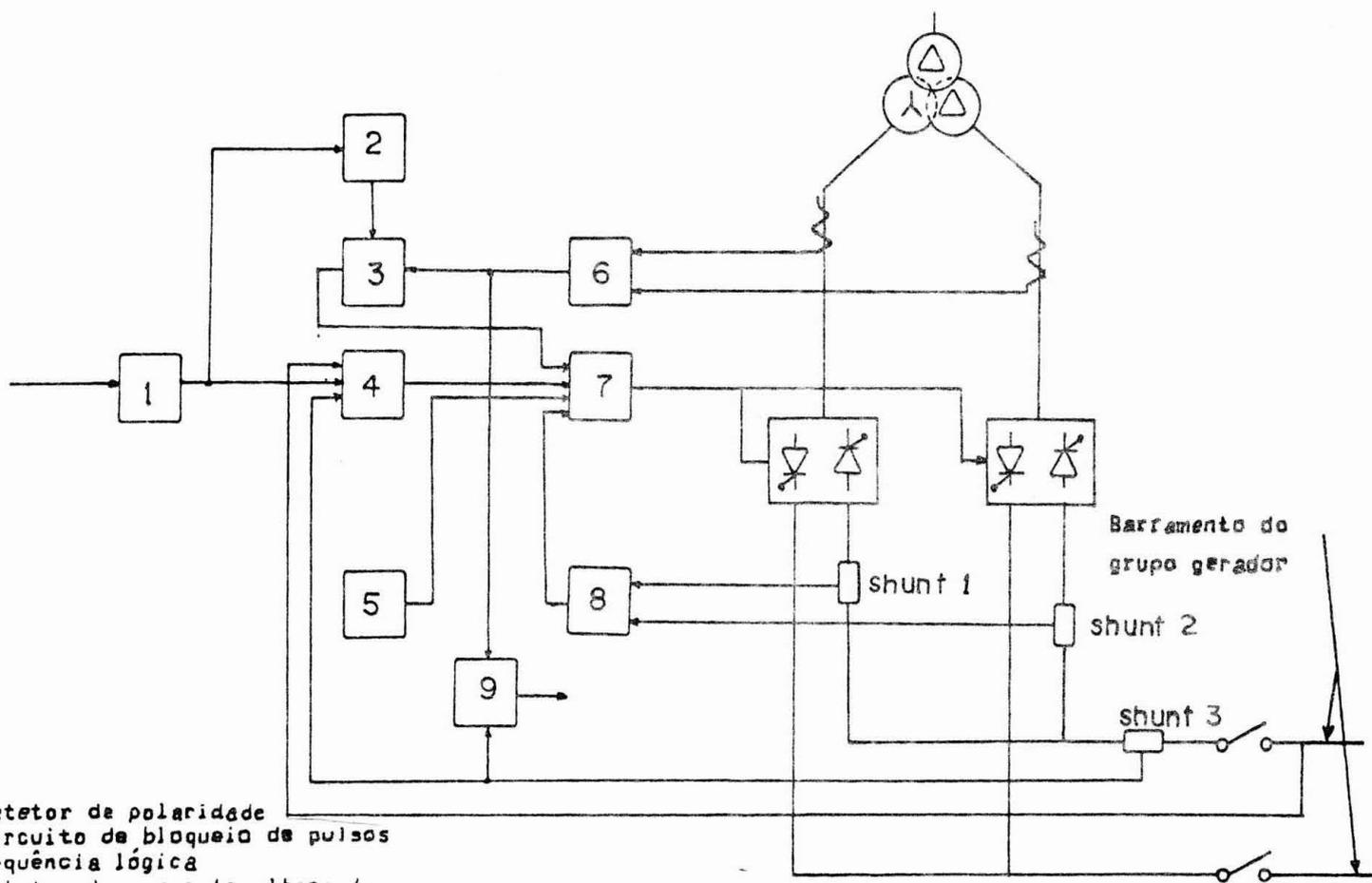


Figura 3
Unifilar do paralelismo

Legenda

- | | |
|--|---|
| 01 - Disjuntor (volume reduzido de óleo) | 08 - Disjuntor (a ar) |
| 02 - Reator | 09 - Motor acionador do 4 HI |
| 03 - Disjuntor ultra rápido | 10 - Gerador do grupo Ilgner |
| 04 - Resistor para extinção de arco. | 11 - Conversor |
| 05 - Contator. | 12 - Disjuntor (a gás - SF ₆) |
| 06 - Shunt | 13 - Tacho-gerador |
| 07 - Chave seccionadora | 14 - Enrolamento d campo |



- 02 - Detetor de polaridade
- 03 - Circuito de bloqueio de pulsos
- 05 - Sequência lógica
- 06 - Detetor de corrente alternada
- 07 - Circuito deslocador de pulsos
- 08 - Detetor de corrente contínua
- 09 - Circuito diferencial

Figura 4

Diagrama de blocos

- 01 - Circuito de controle de corrente
- 04 - Circuito de controle de tensão
- 10 - Detetor de corrente
- 11 - Gerador do grupo ilgner (total de 3)
- 12 - Circuito somador

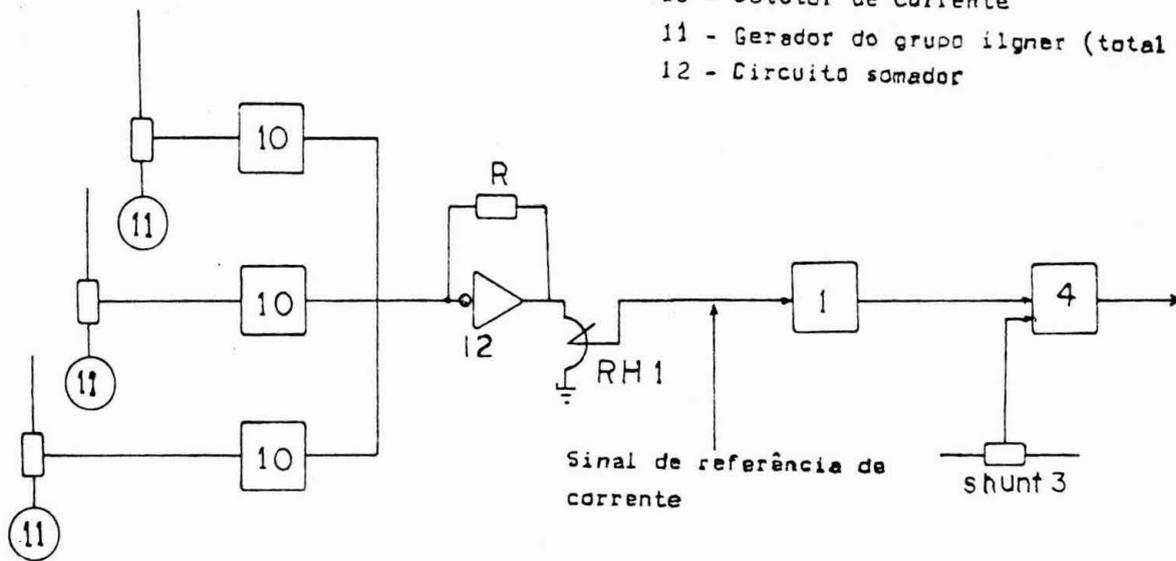


Figura 5

Geração do sinal de referência de corrente

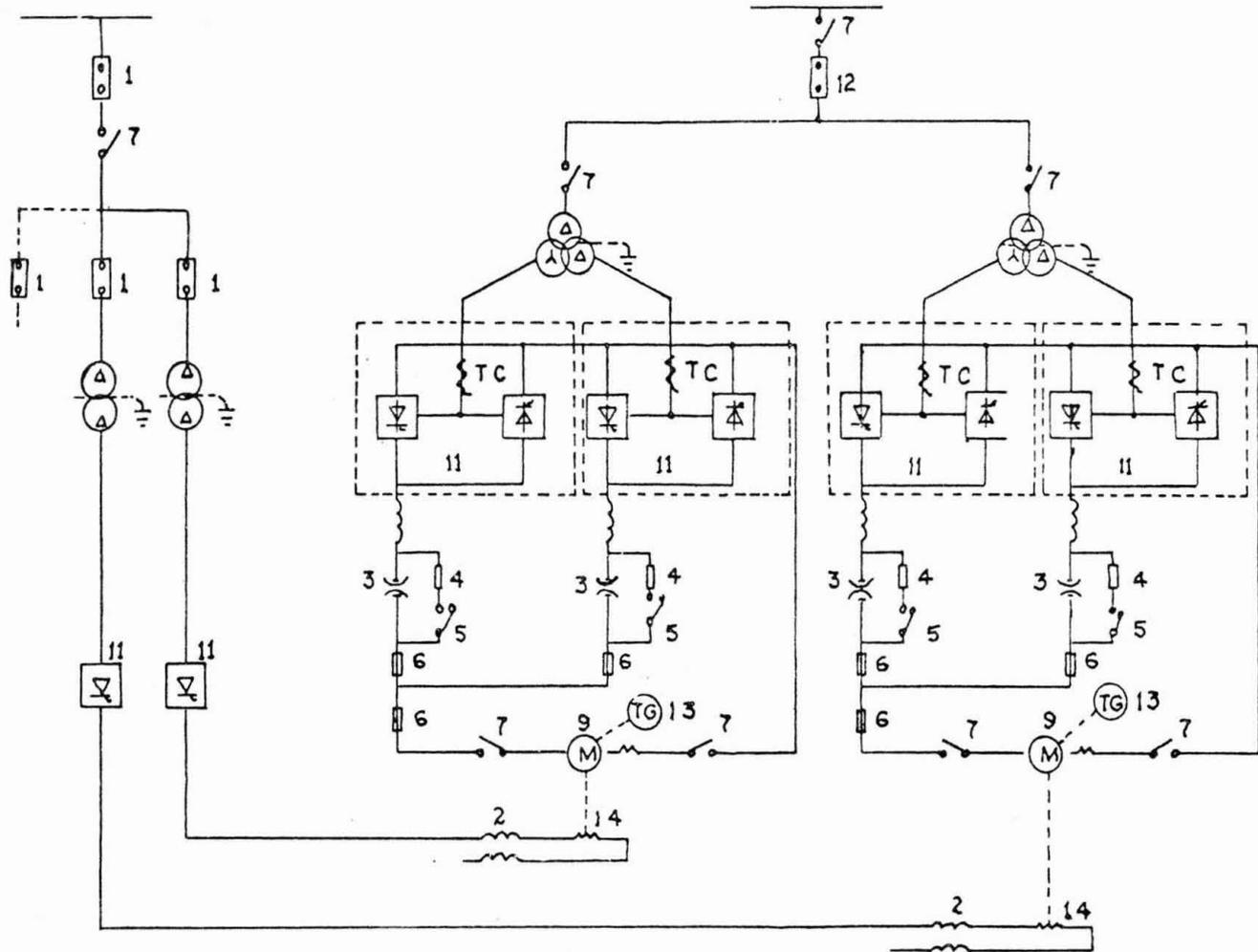
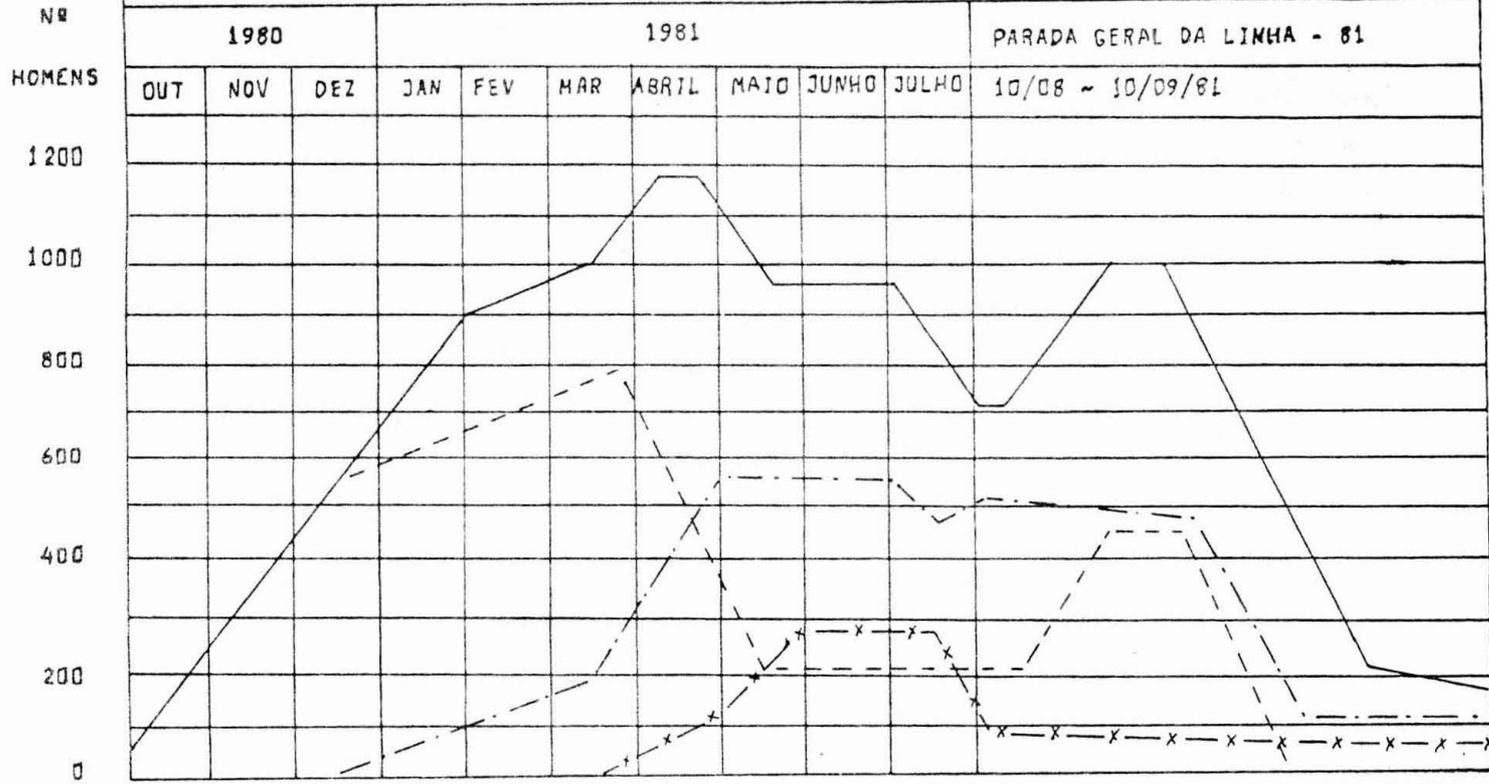


Figura 6

PREVISÃO DO EFETIVO PARA REFORMA DA LAMINAÇÃO DE TIRAS A QUENTE



- - - - - CIVIL
 MECÂNICA
 - x - x - ELÉTRICA
 _____ TOTAL

Tonelagem prevista
 para a montagem
 (figura 7)

MECÂNICA - 2.541,965 t
 ELÉTRICA - 611,325 t
 TOTAL - 3.153,288 t