

# TESOURAS PARA MODERNOS TRENS DE LAMINAÇÃO <sup>(1)</sup>

GERD DITTMAR <sup>(2)</sup>

## RESUMO

*Quase todos os diversos tipos de laminação tiveram um grande desenvolvimento nos últimos 20 anos. Suas produções atingiram cifras anteriormente desconhecidas; o rendimento foi bastante melhorado. Este aumento de produção é alcançado nas laminações pesadas (para lingotes, placas, chapas grossas e finas), principalmente pelo aumento do peso de entrada. Placas para chapas hoje já atingem pesos de 35 t e até mais. Nas laminações para fio-máquina, perfis pequenos, médios e fitas, maior produção foi alcançada principalmente pelo aumento da velocidade final das laminações, que hoje já chegam a índices de 30 m/seg.*

*Dentro desse quadro de desenvolvimento, foram feitas também exigências muito maiores às tesouras a serem instaladas nas laminações modernas. Foi necessário não somente desenvolver tipos completamente novos, como também melhorar os já conhecidos anteriormente, a fim de aumentar consideravelmente as características quanto à força, velocidade, número dos cortes, etc. Este trabalho ressalta os problemas mais importantes desse desenvolvimento e trata de alguns dos tipos novos, desenvolvidos ou melhorados.*

## I. TAREFAS DAS TESOURAS NAS MODERNAS LAMINAÇÕES

*Trem para lingotes e placas* — Corte de cabeça perdida; corte de cabeças fendidas, as quais aparecem principalmente na laminação de aços-liga duros; sub-divisão dos produtos finais desses trens.

*Laminação para fio-máquina; perfis pequenos, médios e pesados:*

— Divisão das palanquilhas antes da entrada no trem ou durante a laminação, quando as instalações de acaba-

(1) Contribuição Técnica n.º 516. Apresentada ao XVIII Congresso Anual da ABM; Belo Horizonte, julho de 1963.

(2) Membro da ABM; Engenheiro Metalurgista; Diretor da firma Moeller & Neumann do Brasil; São Paulo, SP.

mento não são bastante extensas para poder aceitar os grandes comprimentos dos produtos finais, laminados de palanquilhas inteiras.

- Corte das pontas que ficaram grossas ou frias pela seqüência de diversas entradas nas gaiolas.
- Sub-divisão das barras em pedaços curtos, no caso de panes dentro de trens contínuos, para diminuir a quantidade de sucata a ser eliminada sob condições difíceis. Quando fôr instalada uma tesoura antes da 1.<sup>a</sup> gaiola, a parte da palanquilha ainda não entrada nessa gaiola pode ser separada e aproveitada novamente.
- Sub-divisão do produto acabado, em comprimentos dos leitos de resfriamento.
- Sub-divisão da produção resfriada, em comprimentos comerciais.
- Retirada de provas durante a laminação. Em modernos trens contínuos de perfis pequenos foram instaladas pequenas tesouras atrás de cada gaiola que de vez em quando cortam os finais das barras. Dêste modo, recebe-se provas de todos os passes da calibração, o que facilita o ajustamento do trem para um nôvo programa. Da mesma maneira, pode ser constantemente supervisionado o grau de desgaste dos diferentes calibres. Colocando em serviço ainda em tempo novos canais, evitam-se panes e aumenta-se o rendimento da produção.
- Corte da sucata.

*Laminação para chapas grossas e finas* — Corte das bordas; Sub-divisão longitudinal e transversal dos produtos acabados; Corte das bordas em pequenos pedaços.

## II. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE A CONSTRUÇÃO E A ESCOLHA DE TESOURAS

1) *Fôrças durante o corte* — A figura 1 mostra as fôrças principais que atuam durante o corte. As fôrças "P" podem ser calculadas de acôrdo com as seguintes fórmulas:

a) Secções não muito largas em relação à espessura:

$$P = 0,8 \times F \times \sigma_B$$

b) Secções relativamente largas em relação à espessura (chapas), que são cortadas com uma faca inclinada:

$$P = \frac{0,4 \times S^2 \times \sigma_B}{\text{tg } \alpha},$$

nas quais:

P = força de corte (kg)

F = secção transversal a ser cortada (mm<sup>2</sup>)

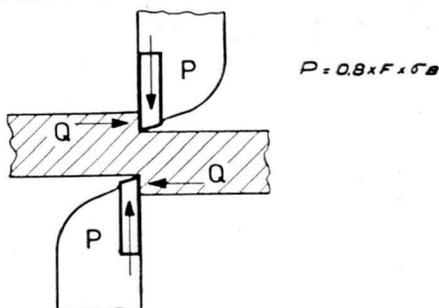
$\sigma_B$  = resistência à tração do material a quente (kg/mm<sup>2</sup>)

S = espessura das chapas (mm)

$\alpha$  = ângulo de inclinação da faca. Inclinação em relação à linha horizontal, em graus.

Durante o corte atuam também forças horizontais Q, que exigem (para a concepção da tesoura) providências quanto ao apoio lateral, lubrificação e ajuste das facas. Na escolha de tesouras, recomenda-se dar atenção especial a este ponto.

a) CORTE DE BARRAS



b) CORTE DE CHAPAS POR UMA FACAS INCLINADA

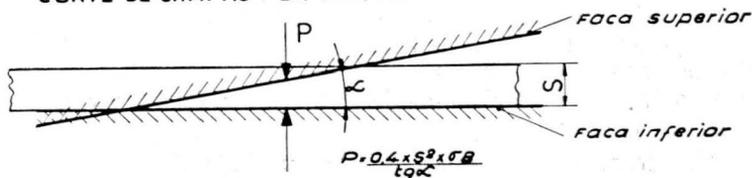


Fig. 1 — Forças em jôgo durante o corte de barras e chapas de aço.

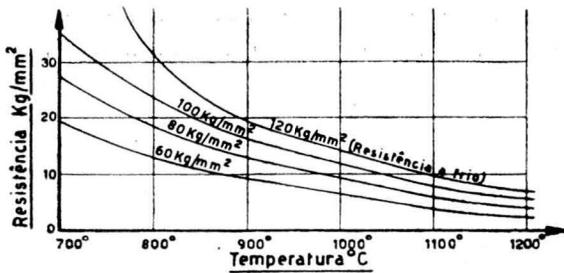


Fig. 2 — Diminuição da resistência à tração do aço a temperaturas elevadas. Importância do corte a quente.

2) *Resistência a quente* — A figura 2 mostra a diminuição da resistência à tração do aço a temperaturas elevadas. Um material com uma resistência a frio de 120 kg/mm<sup>2</sup> tem, por exemplo, a uma temperatura de 800°C, uma resistência somente de cerca de 31 kg/mm<sup>2</sup>; essa resistência baixa para até cerca 20 kg/mm<sup>2</sup>, elevando-se a temperatura a 900°C. Nesse gráfico pode-se ver a grande importância de corte a quente, principalmente quando se trata de grandes secções e de material de alta resistência a frio.

3) *Distância entre as facas* — A limpeza e a retangularidade da secção cortada dependem muito da distância entre as facas. Como exemplo, citamos as diferentes distâncias recomendadas para o corte de chapas grossas de diferentes espessuras por tesouras “guilhotinas”; são as seguintes:

<i>Espessura da chapa</i>	<i>Distância entre as facas</i>
8 a 10 mm	0,3 a 0,4 mm
10 a 15 mm	0,4 a 0,5 mm
15 a 20 mm	0,5 a 0,8 mm
20 a 25 mm	0,8 a 1,0 mm
25 a 30 mm	1 a 1,3 mm
30 a 40 mm	1,3 a 1,5 mm

Quando uma tesoura dêste tipo tiver um programa variado com espessura de 10 até 40 mm, recomenda-se uma distância entre as facas de 0,7 até 0,9 mm. Por êstes dados pode-se verificar a importância de uma boa solução para a regulagem das distâncias entre as facas.

Nas tesouras com um programa variado de espessura, recomenda-se uma instalação que possa ser regulada rapidamente durante o serviço.

4) *Defeitos de corte* — No corte de chapas grossas muitas vezes são observadas rupturas nos cantos ou endurecimento dos mesmos como consequência do corte. Esses defeitos principalmente acontecem quando as chapas são cortadas por tesouras rotativas. É possível evitar as rupturas usando grandes facas inferiores em relação às superiores. Os dois defeitos são relativamente pequenos quando são usadas facas agudas com uma distância apropriada entre as mesmas. Quando a faca perde o fio de corte, esses defeitos têm lugar mais amiúde. Por isso recomenda-se trocar freqüentemente as facas e prever instalações para troca rápida das mesmas.

Defeitos desse tipo foram observados em maior número de vezes, principalmente quando as chapas são cortadas a temperaturas entre 200°C e 300°C. Por isso recomenda-se evitar essas temperaturas de corte.

5) *Entortamento das bordas cortadas* — Este entortamento, que às vezes tem a forma de espiral, dificulta o corte e o transporte da sucata. Uma grande inclinação das facas de tesouras para chapas tem a vantagem de diminuir a força do corte, mas a desvantagem de aumentar consideravelmente o entortamento quando essa inclinação for constante durante todo o corte. As tesouras com faca basculante, descritas com o parágrafo III/7 neste trabalho, de um lado evitam esse entortamento e de outro lado diminuem a força do corte mais que as tesouras comuns. A figura 3 mostra nas letras "a" e "c" bor-

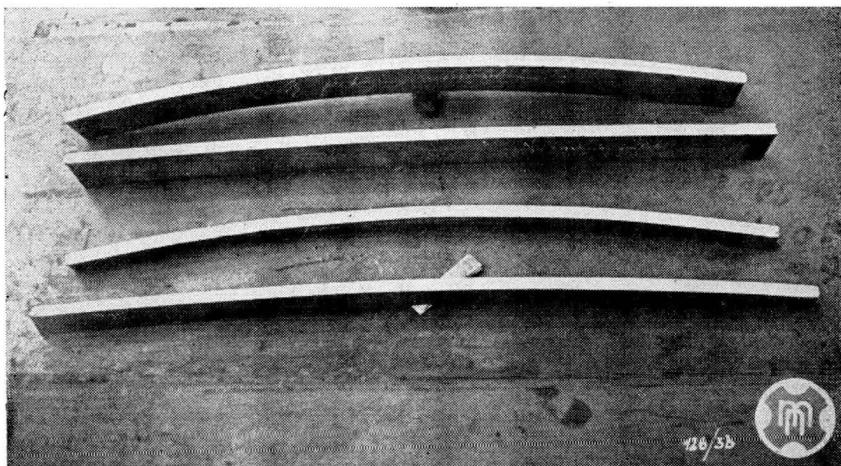


Fig. 3 — Entortamento das bordas cortadas em tesoura comum na primeira e na terceira chapas da foto. A segunda e a quarta foram cortadas com tesoura de faca basculante.

das cortadas em tesouras comuns e nas letras “b” e “d” outras cortadas em nossa tesoura de faca basculante. Ao ser considerada a importância deste problema, deve ser lembrado que bordas com 4 m de comprimento e 40 mm de espessura têm um peso aproximado de 300 kg.

6) *Corte de cima e de baixo* — Para decidir se, para uma determinada tarefa, deve ser instalada uma tesoura cortando de cima ou de baixo, deve levar-se em conta as seguintes considerações:

a) *Tesouras cortando de baixo*

- O calor por irradiação tem mais efeito para cima e assim não prejudica tanto as peças móveis da faca inferior.
- Menor entortamento das barras a serem cortadas.
- As guias e o trem de rolos atrás da tesoura podem ser fixadas e ao mesmo nível das guias em frente à tesoura. No caso de corte de cima para baixo as guias atrás da tesoura às vezes devem ser inclinadas ou basculantes.
- A visibilidade é melhor devido ao fato de as grandes partes da máquina estarem abaixo do chão.

b) *Tesouras cortando de cima*

- Carepa e outras sujidades não caem dentro dos elementos essenciais, móveis.
- A abertura para a entrada da barra pode ser maior, sem prejudicar a qualidade do corte.
- A acessibilidade para a manutenção é melhor. Por diversas razões estas tesouras principalmente são usadas em instalações de corte a frio.

Tesouras com duas facas móveis unem as vantagens dos dois sistemas.

### III. ALGUMAS NOVAS CONSTRUÇÕES NOTÁVEIS DE TESOURAS

1) *Tesouras para palanquilhas com 2 facas móveis* — No croqui da figura 4 está demonstrado o princípio de corte da tesoura. O motor elétrico aciona por intermédio de diversas engrenagens robustas o virabrequim A. Por meio da biela B

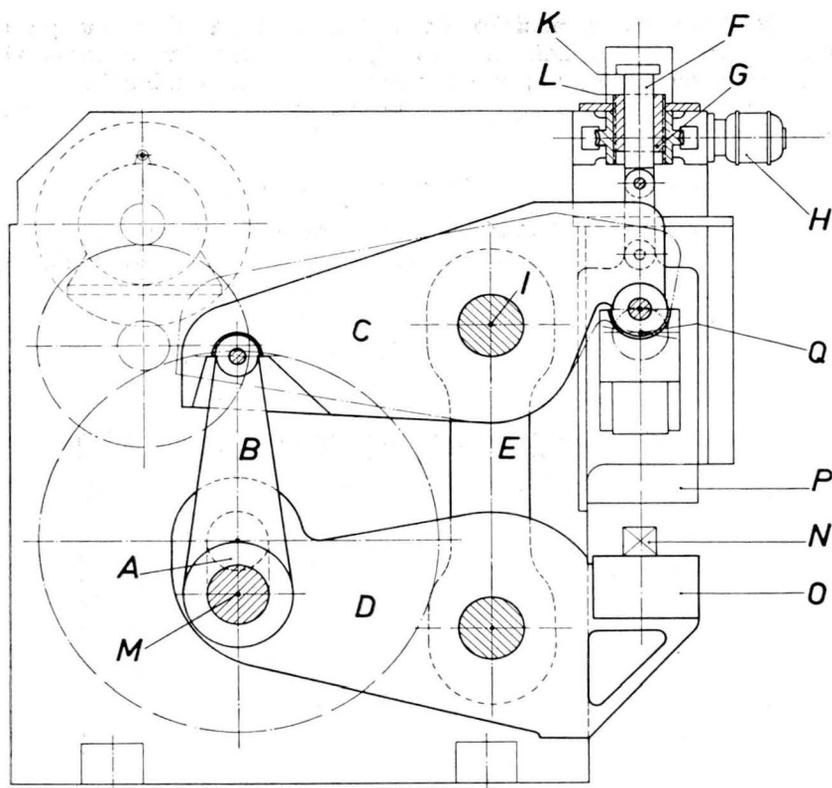


Fig. 4 — Princípio de corte da tesoura para tarugos, com facas móveis.

é movimentada a alavanca C da faca superior. A alavanca D da faca inferior está de um lado alojada virável no virabrequim e no outro lado pendurada por meio da haste E, que liga as alavancas C e D. A alavanca C na extremidade dianteira é ligada com a barra F que desliza dentro da porca G, a qual pode ser levantada ou abaixada por meio do acionamento elétrico H.

Virando o virabrequim A a biela sobe e dêste modo desce a faca superior e vira a alavanca C em tórno do ponto I, até o canto K da barra F atingir a borda superior da porca G. Agora o centro da rotação muda para o ponto Q. Em continuação da rotação do virabrequim, a alavanca D é puxada pela haste E para cima virando em tórno do ponto M. Continuando êste movimento, a barra N é cortada pela faca inferior O, empurrando a mesma contra a faca superior P.

Modificando a posição da porca G para cima ou para baixo por meio do acionamento H, a abertura das 2 facas O e P na posição inicial pode ser aumentada ou diminuída.

As grandes vantagens deste sistema de corte são as seguintes:

- Cantos de corte retangulares e limpos.
- Um sistema fechado para receber as forças de corte dentro dos elementos A, B, C, D e E de modo que a carçaca da tesoura e o fundamento são livres de grandes forças.
- Grande abertura para a passagem de cabeças fendidas ou de barras tortas.

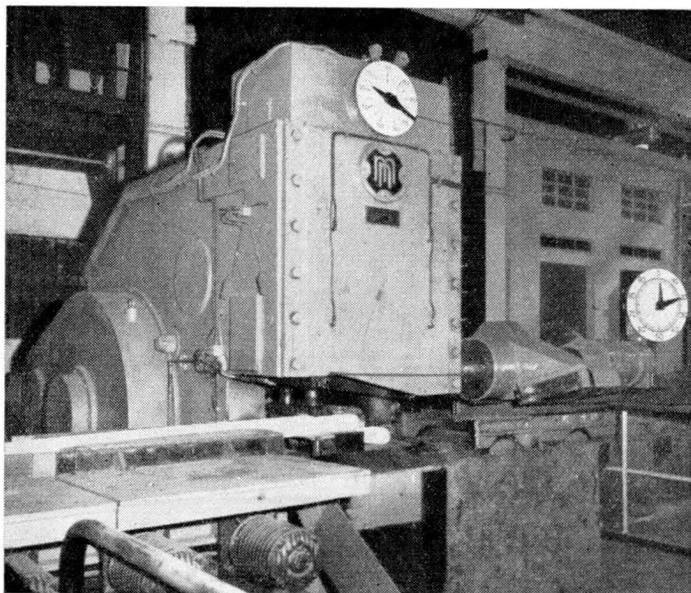


Fig. 5 — Tesoura para tarugos de 400 toneladas de pressão.

O acionamento destas tesouras pode ser efetuado por meio de acoplamento eletro-magnético que possibilita a colocação de um volante no eixo do motor e diminui desta maneira consideravelmente a potência do mesmo. Este sistema de acionamento permite um grande número de cortes por minuto. Em casos de tesouras potentes, o número de cortes das quais pode ser menor, é recomendável o acionamento sem acoplamento eletro-magnético, ligando o motor para cada corte a ser efetuado.

Tesouras dêste tipo normalmente existem para pressões de 100 até 400 t. A figura 5 mostra uma tesoura de 400 t de pressão, entregue a uma Usina Siderúrgica brasileira. A mesma é acionada por dois motores elétricos de 150 HP cada um, ligados para execução de cada corte.

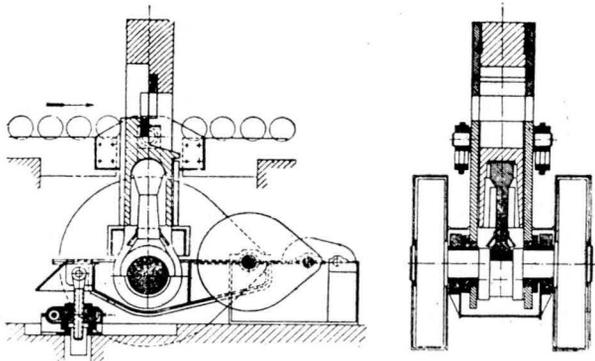
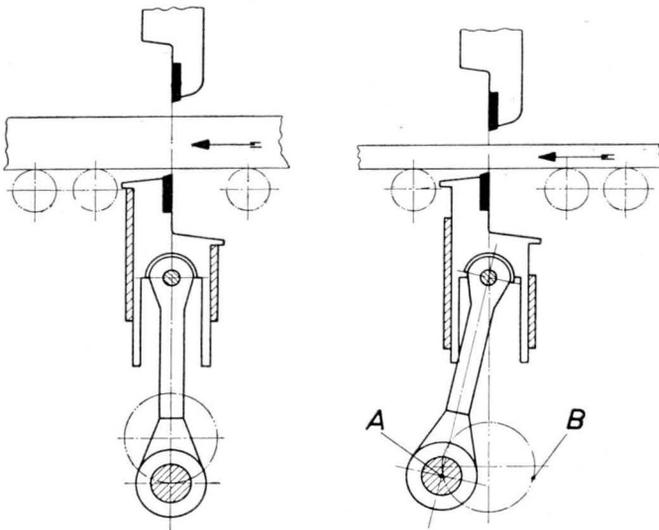


Fig. 6 — Tesoura para blocos e placas.



Figs. 7 e 8 — Esquema da tesoura da figura 6, cortando barras de grande e de pequena espessura.

2) *Tesouras para lingotes e placas, tipo sub-solo* — O sistema de corte, muito simples, destas tesouras está mostrado na figura 6. A faca inferior móvel é acionada por um motor elétrico, por intermédio de engrenagens robustas, um virabrequim e uma biela. A carcaça da tesoura é substituída por uma estrutura simples, formada por 2 placas como laterais, o virabrequim em baixo e o portador da faca superior em cima. Sòmente estas partes estão sujeitas a plena fôrça de corte. Os elementos de acionamento são cobertos por caixas relativamente leves.

Estas tesouras tem, como a tesoura descrita no parágrafo III/1, a grande vantagem da variabilidade da abertura das facas, realizada aqui da seguinte maneira:

A tesoura é levantável e abaixável por meio de uma rosca sem fim acionada elêtricamente, sendo o movimento basculante sôbre o eixo do motor. Baixando a parte da tesoura onde está colocado o virabrequim, a distância entre a faca superior e a superfície do trem de rolos é diminuída. Esta operação é executada quando há necessidade de cortar barras de relativamente pequenas espessuras. Na figura 7 está representada a tesoura em posição alta para cortar secções grossas. A figura 8 mostra a máquina abaixada para cortar placas de pequenas espessuras. O virabrequim, neste caso, não executa uma volta total para efetuar um corte, mas tem a posição inicial do ponto A, não correspondente ao ponto morto inferior do virabrequim, onde a faca inferior está numa posição um pouco abaixo da superfície do trem de rolos.

Para a execução do corte a faca inferior é empurrada para cima pelo virabrequim, que é freado no ponto B, quando a faca inferior atinge de novo a posição inicial em relação ao trem de rolos. Para execução do corte seguinte o motor virá em direção oposta. O virabrequim não executa voltas completas, mas sòmente movimentos basculantes para os 2 lados do ponto morto superior. Desta maneira é conseguida uma grande economia de tempo e aumento do número de cortes possíveis por minuto. Estas tesouras são construídas para pressões entre 250 e 1500 toneladas. Suas vantagens são as seguintes:

- Uma máquina pouco complicada e relativamente leve e barata.
- Pequenas partes em cima do trem de rolos e por isso boa visibilidade sôbre a instalação de corte. Tesouras da mesma capacidade, porém de concepção antiga, normalmente têm alturas de 4-6 m acima do chão, atrapanhando consideravelmente os movimentos da ponte rolante.

- Possibilidade de aumentar o número de cortes por minuto, no caso de serem cortadas barras mais curtas.
- Cortes de baixo com as vantagens descritas no parágrafo II/6.

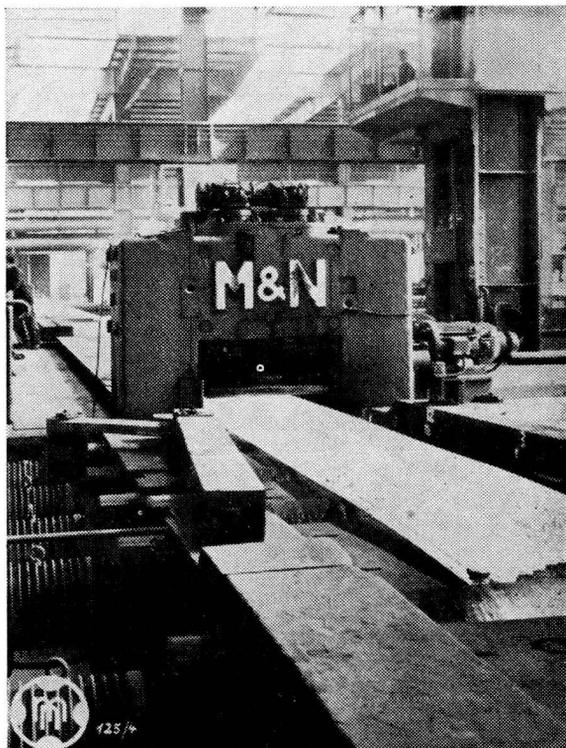


Fig. 9 — Tesoura para blocos e placas, fechada lateralmente.

A figura 9 mostra uma tesoura com a passagem entre as facas fechadas lateralmente (tipo portal), enquanto que a figura 10 mostra uma tesoura do mesmo sistema, porém com facas abertas lateralmente. Estas fotos mostram claramente a melhoria da visibilidade sobre as instalações, quando são utilizadas estas tesouras tipo sub-solo.

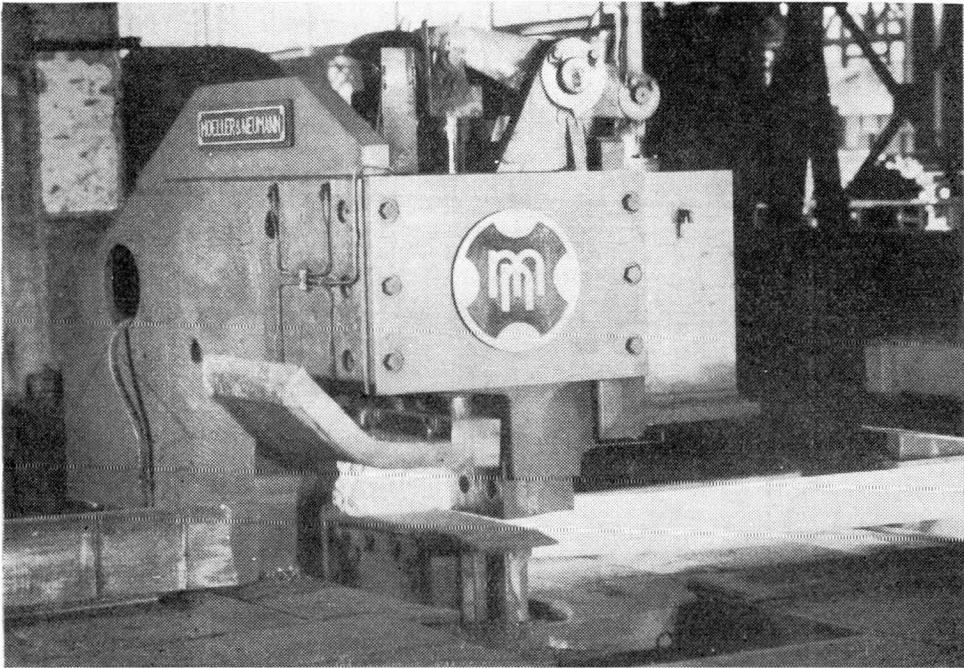


Fig. 10 — Tesoura para blocos, aberta lateralmente.

3) *Tesoura para dividir em movimento palanquilhas ou outras barras grossas* — A figura 11 mostra o princípio de uma tesoura que pode ser utilizada para sub-dividir com a velocidade de saída de modernos trens contínuos para palanquilhas, os quais trabalham com velocidades de 3 até 8 m/seg.

As duas facas *A* são colocadas dentro de alavancas *B*, alojadas de um lado sôbre um virabrequim *C* e penduradas do outro lado por uma junta virável nas 2 extremidades. Quando os virabrequins giram, as facas executam um movimento elíptico, encontrando-se para o corte. Neste momento elas têm uma velocidade igual à velocidade da barra a ser cortada e se encontram em posição vertical, gaarntindo assim um corte perpendicular e limpo.

Uma tesoura dêsse tipo foi fornecida para uma Usina Siderúrgica brasileira. Ela corta palanquilhas de 80 mm<sup>2</sup> que passam com uma velocidade de 1 a 3 m/seg. Essas palanquilhas são sub-divididas em comprimentos de 4,5 até 10 m.

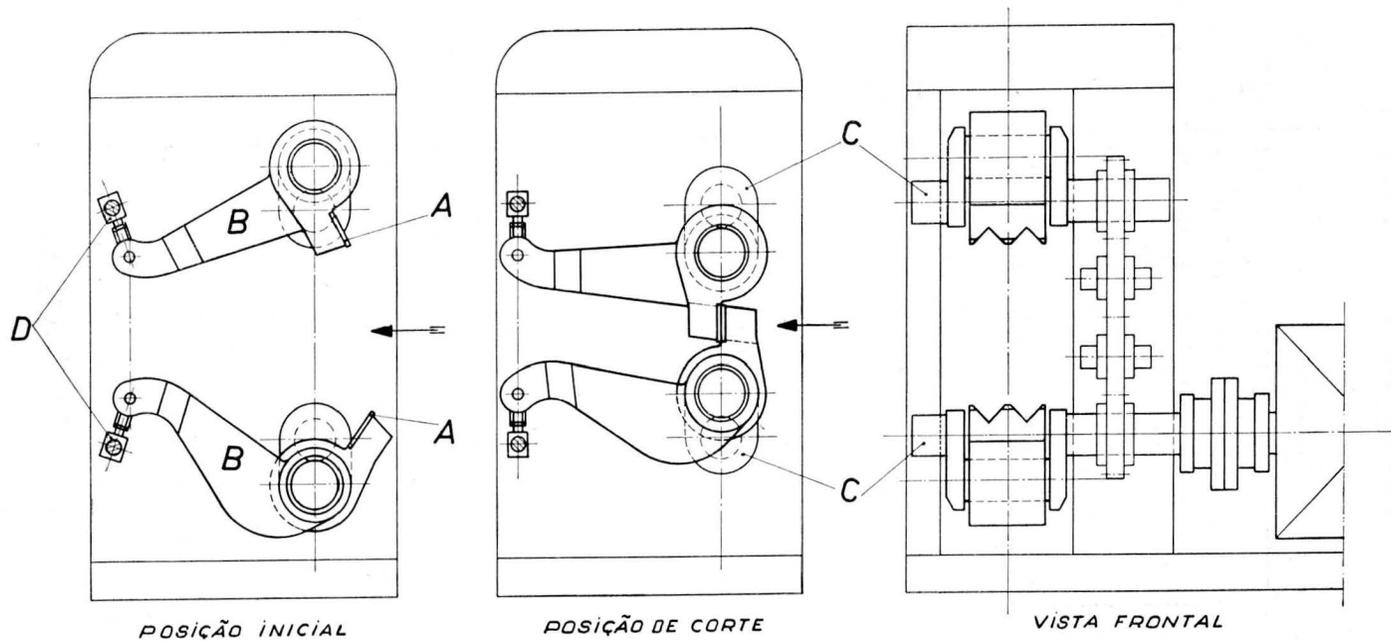


Fig. 11 — Princípio do funcionamento da tesoura para dividir tarugos em movimento.

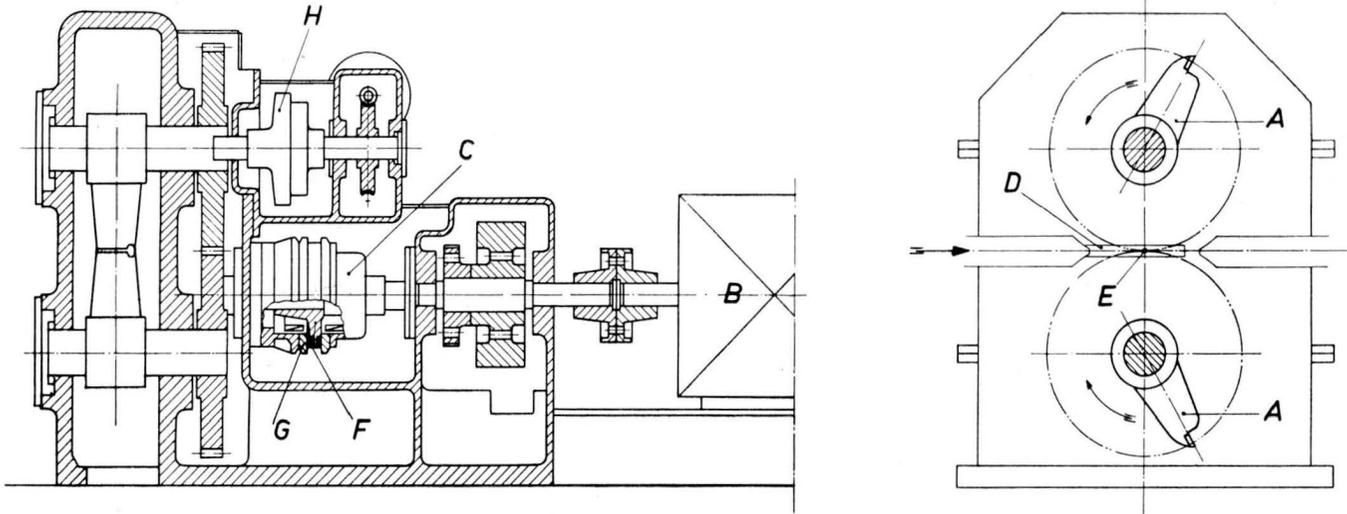


Fig. 12 — Tesoura rotativa com dois braços girantes; princípio do funcionamento.

4) *Tesouras rotativas* — As figuras 12 a 17 mostram três diferentes tipos de tesouras rotativas. A figura 12 representa uma tesoura com 2 braços girantes A, que servem como suportes das facas. Estes 2 braços são acionados por um motor elétrico de corrente contínua B que vira permanentemente e que é ligado aos braços por meio de um acoplamento eletro-magnético C. A barra D a ser cortada liga o acoplamento eletro-magnético. Desta maneira os 2 braços são acelerados de modo que as 2 facas se encontrem no ponto E. Imediatamente após o corte, o acoplamento eletro-magnético é desligado e os braços são freados antes de passar mais uma vez o ponto E. O acoplamento eletro-magnético efetua também este serviço de freagem puxando o disco F, revestido com lonas de freagem contra a carcaça G. Por um segundo acoplamento eletro-magnético H, os braços são depois virados para a posição inicialmente definida, de modo que as condições de aceleração até o ponto E sejam sempre as mesmas para todos os cortes. Estes tipos de tesouras precisam um acionamento relativamente forte porque os 2 braços portadores das facas devem ser acelerados num caminho curto.

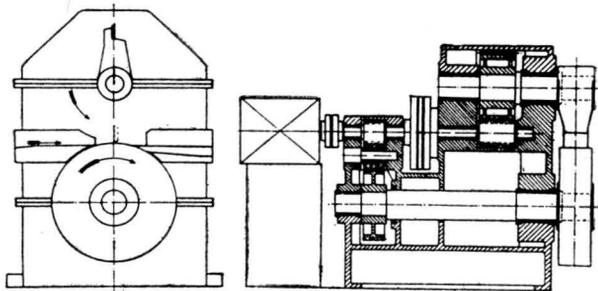


Fig. 13 — Tesoura com bigorna girante e sômente uma faca a ser acelerada.

A figura 13 mostra uma tesoura na qual o braço portador da faca inferior foi substituído por um cilindro maciço. Êste cilindro é ligado por meio de engrenagens com o eixo entre o motor e o acoplamento elétrico. Portanto, êle vira permanentemente e serve como bigorna rodante para a faca superior e ao mesmo tempo como volante para o acionamento total.

A vista parcial da figura 14 mostra o momento de corte entre a faca rotativa e o cilindro que serve como bigorna. A forma da faca garante que as cabeças dos pedaços cortados tenham uma linha perpendicular e assim evita-se que pontas agudas entrem nas fendas existentes entre as paredes dos trens

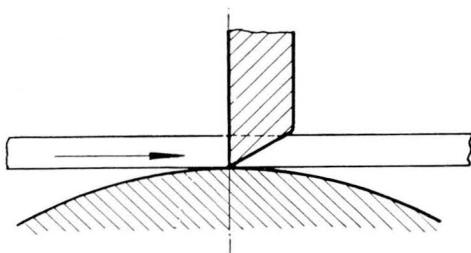


Fig. 14 — Pormenor da forma da faca da tesoura da figura 13.

de rolos. Êstes tipos de tesouras têm as seguintes grandes vantagens:

- O pêso das massas a serem aceleradas em tempo curto é diminuído quase à metade; por isso, essas tesouras podem ser usadas para velocidades maiores das barras a serem cortadas.
- Tesouras desta concepção podem ser usadas também para corte de várias veias que passam ao mesmo tempo pela tesoura, como por exemplo na laminação para fio-máquina. A bigorna, neste caso, tem uma largura maior; o braço portador da faca é deslocável lateralmente por meio de um acionamento elétrico, de modo a ser colocada sempre em cima da veia a ser cortada. É claro que os cortes das diferentes veias devem ser consecutivos. Afigura 15 mostra uma tesoura prevista para o corte de 4 veias diferentes.

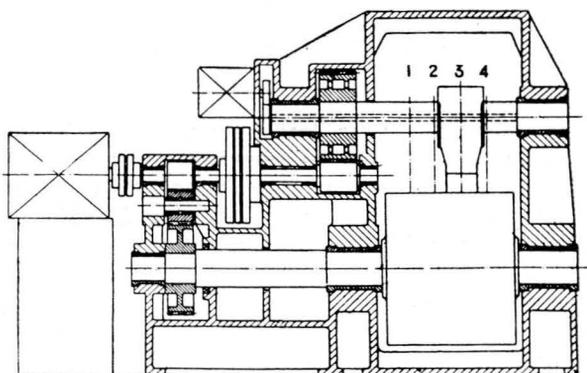


Fig. 15 — Tesoura conforme figura 13, porém com quatro veias.

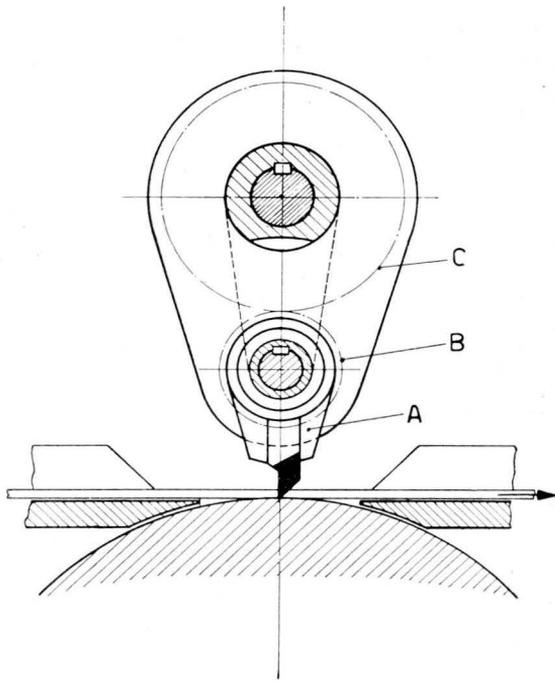


Fig. 16 — Princípio do braço girante da tesoura rotativa com sistema planetário.

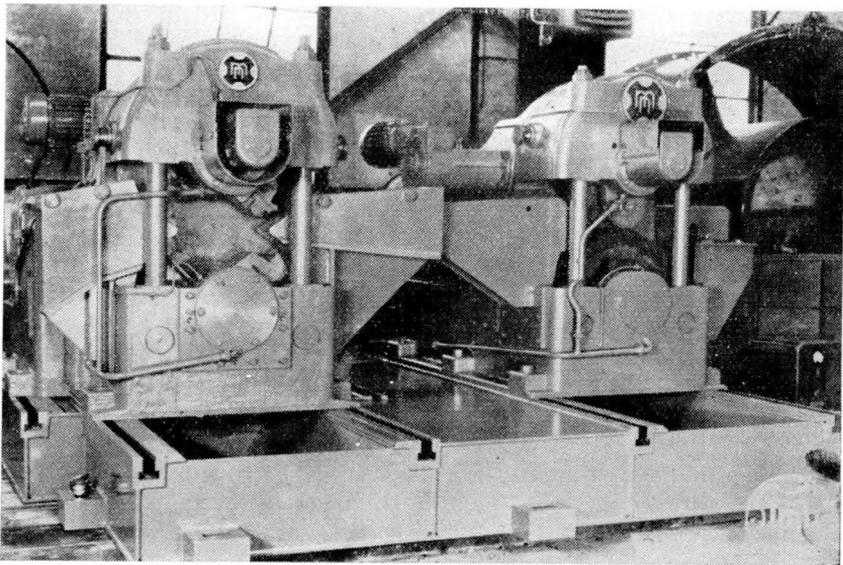


Fig. 17 — Tesouras rotativas, uma com dois braços e outra com bigorna e sistema planetário.

Uma tesoura dêste tipo pode trabalhar até velocidades de cêrca de 12 m/seg. A fim de ultrapassar êste limite de velocidade foi desenvolvida uma outra variante do esquema acima descrito (fig. 16). Neste caso, o braço portador da faca é substituído por um sistema planetário. O portador A da faca é fixado em uma roda satélite B que vira em volta da roda central C do sistema planetário, roda esta que é fixada na carga e não gira. Quando, por exemplo, o número dos dentes da roda central é o dôbro do número dos dentes da roda satélite, a velocidade periférica da faca é o dôbro da velocidade que a faca teria no caso de ela ser colocada num braço simples do mesmo comprimento. Com êste sistema, a aceleração pode ser efetuada em menor tempo e por isso a tesoura pode ser usada para cortar barras com maiores velocidades. Tesouras dêste tipo já foram executadas para velocidades de 17 m/seg. A figura 17 mostra 2 tesouras rotativas, sendo uma com 2 braços girantes e a outra com uma bigorna girante e um sistema planetário no braço portador da faca.

Principalmente nas laminações para aços finos existe a exigência de cortar os laminados em pedaços relativamente curtos, imediatamente após a saída final, para que possam ser beneficiados utilizando ainda o calor da laminagem. Os pedaços cortados, neste caso, são jogados em seguida, atrás da tesoura, dentro de uma fossa revestida de refratários, a fim de conservar o calor. Para resolver êste problema foi desenvolvida uma tesoura rotativa de acôrdo com o esquema mostrado na figura 18. A mesma funciona da seguinte maneira:

As facas A são fixadas dentro dos braços B, que por sua vez são fixados num cilindro C, o qual gira em tórno do centro D. O comprimento dos braços B é variável entre limites relativamente grandes.

Os cilindros C são colocados em cima de alavancas E, inclináveis em tórno dos pontos F por meio das bielas G. As extremidades internas das bielas são fixadas no virabrequim H. As facas são acionadas individualmente pelos motores I, através das engrenagens cônicas K e cilíndricas L, sincronizadas mecânicamente por meio das engrenagens M. O virabrequim H é acionado pelo eixo da engrenagem M, através do redutor N de diferentes reduções cambiáveis. A sua rotação, por isso, é diferente da rotação dos cilindros C.

Quando as extremidades traseiras das alavancas E são puxadas em direção do virabrequim H, as facas não podem encontrar-se, a tesoura faz um curso em vão e a barra passa sem ser cortada. Quando a redução do redutor N fôr pequena, entre 2 cortes há sòmente um curso em vão. Com uma redução maior pode-se conseguir 2, 3 ou mais cursos em vão entre 2

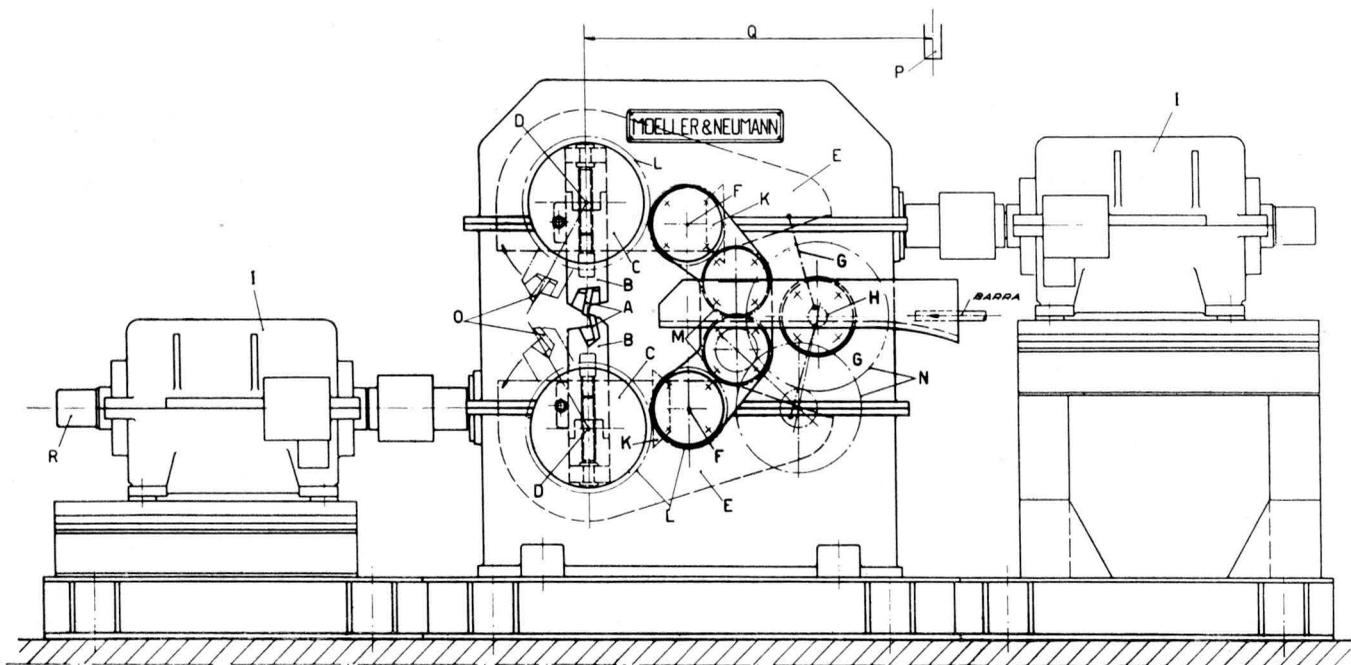


Fig. 18 — Tesoura rotativa para cortar laminados em pedaços relativamente curtos. Ver no texto o papel desempenhado foto-célula «P».

cortes. O número das diferentes reduções necessárias depende do limite entre os comprimentos a serem cortados.

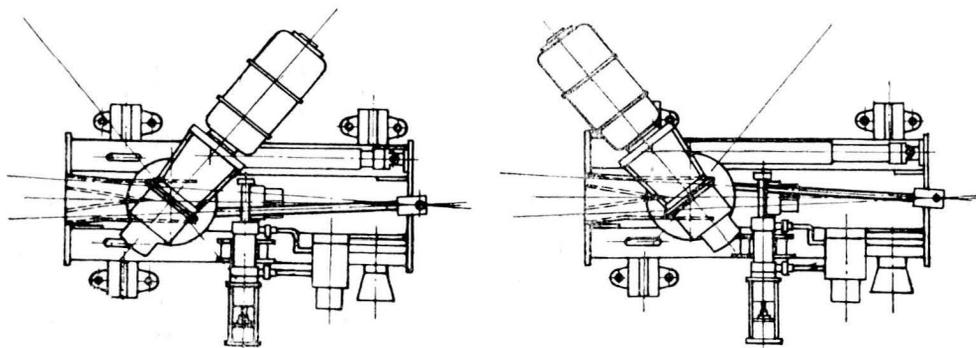
A regulagem da tesoura para cortar os diferentes comprimentos é efetuada através de modificação do comprimento dos braços B e por modificação da redução do redutor N. Por meio da foto-célula P, colocada numa distância Q antes das facas rotativas, a própria barra liga os motores. As facas rotativas são aceleradas até a velocidade da barra. No momento do corte, a velocidade periférica das facas deve ser igual à velocidade da barra e, por isso, os motores I devem ser reguláveis dentro do limite de variabilidade da velocidade de saída da barra da última gaiola.

Quando a extremidade traseira da barra passar em baixo da foto-célula P, a mesma desliga os motores I por meio de um relé de tempo. O motor auxiliar R vira depois as facas para a posição inicial exata O.

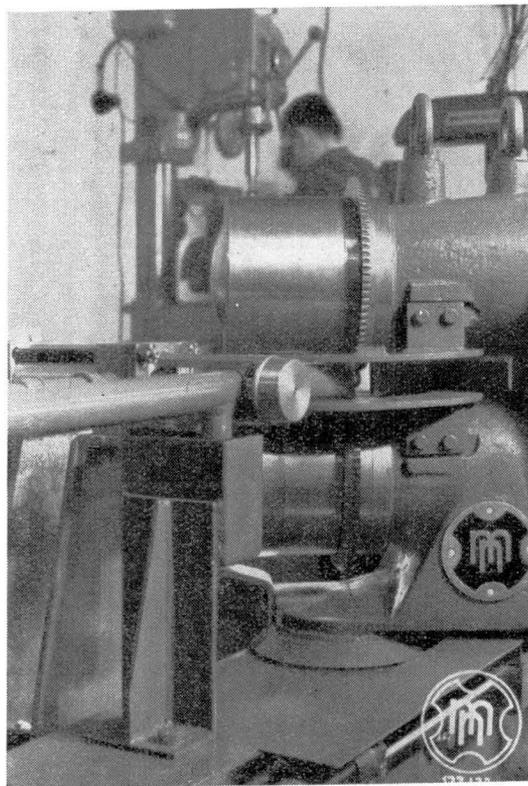
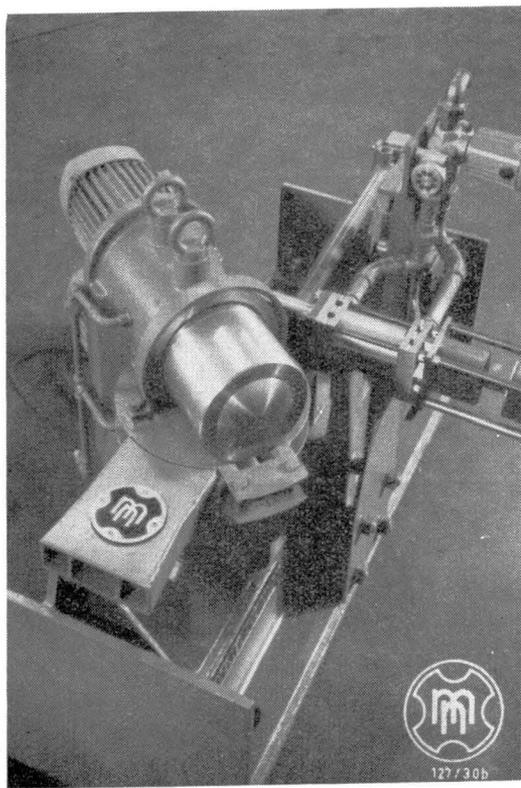
Tesouras deste tipo podem sub-dividir barras com velocidades até cerca de 12 m/seg. em comprimentos fixos de qualquer medida entre cerca de 2 m e infinito. A precisão desses comprimentos fixos é relativamente grande. A mesma tesoura serve também para cortar em comprimentos correspondentes à extensão dos leitos de resfriamento.

Em casos onde não existe ainda um leito de resfriamento, pode cortar-se diretamente com essa tesoura comprimentos comerciais. Tesouras deste tipo podem assim aumentar a produtividade de laminações que não disponham de leitos de resfriamento, permitindo laminar produtos finos em comprimentos econômicos. Neste caso, a tesoura será colocada logo após a última gaiola. Os laminados cortados podem ser evacuados sem entortamento por instalações relativamente simples. O pêso das palanquilhas pode então ser aumentado até um limite desejado.

Essa tesoura é construída em 3 tipos: Dimensões de 1/4 até 5/8"; dimensões de 1/2 até 1"; dimensões de 3/4 até 1 1/2".



Figs. 19 e 20 — Princípio do funcionamento da tesoura rotativa de discos.



Figs. 21 e 22 — Tesouras rotativas de discos, para secções pequenas e altas velocidades de corte.

5) *Tesouras rotativas de discos* — As figuras 19 e 20 mostram o princípio destas tesouras. As fotos 21 e 22 representam uma máquina deste tipo para secções pequenas e velocidades altas.

*Descrição da máquina* — Duas faces circulares, que viram ininterruptamente, são acionadas por um só moto ou — principalmente em casos de tipos pequenos com velocidades altas — por 2 motores individuais, ou seja, um para cada faca.

A tesoura é colocada numa posição oblíqua de modo que o seu eixo e as guias da barra formam um ângulo de cerca 50%. A barra é guiada dentro de tubos viráveis horizontalmente. Na posição inicial, as guias dirigem a barra de tal modo que passa ao lado esquerdo das facas girantes. Para efetuar o corte, as guias são viradas por um cilindro pneumático, da situação representada na figura 19 para a posição mostrada na figura 20. A tesoura neste tempo ainda continua na posição mostrada na figura 19. Neste movimento, a barra, puxada através das faces girantes, é cortada. Imediatamente após a separação da barra, a tesoura é virada na posição representada na figura 20 e então pode efetuar-se o segundo corte, virando as guias novamente na posição inicial mostrada na figura 19. O movimento para virar a tesoura é também efetuado por um cilindro pneumático.

Esta tesoura é relativamente simples. Ela tem, em relação às tesouras rotativas descritas no parágrafo III/4, a grande vantagem de não haver necessidade das facas serem aceleradas para efetuar cada corte. Por isso, a potência dos motores para o acionamento pode ser muito menor. Pelo mesmo motivo, estas tesouras servem também para altas velocidades, onde as tesouras rotativas descritas no citado parágrafo não podem mais ser utilizadas. Tesouras deste tipo já foram construídas para velocidades até 30 m/seg. Ademais, a tesoura está sempre pronta a qualquer momento para executar um corte e, por isso, não necessita de um equipamento elétrico tão complicado como o das tesouras do parágrafo anterior.

A desvantagem desta tesoura consiste no fato de as barras receberem corte oblíquo em relação ao seu eixo e de não poder efetuar cortes limpos de barras perfiladas (por exemplo: cantoneiras, ferro U, etc.), os quais ficam deformados no local do corte.

6) *Tesouras rotativas para cortar bordas de chapas grossas, médias e finas* — A figura 23 mostra o princípio destas tesouras, inclusive das tesouras que sub-dividem as bordas em

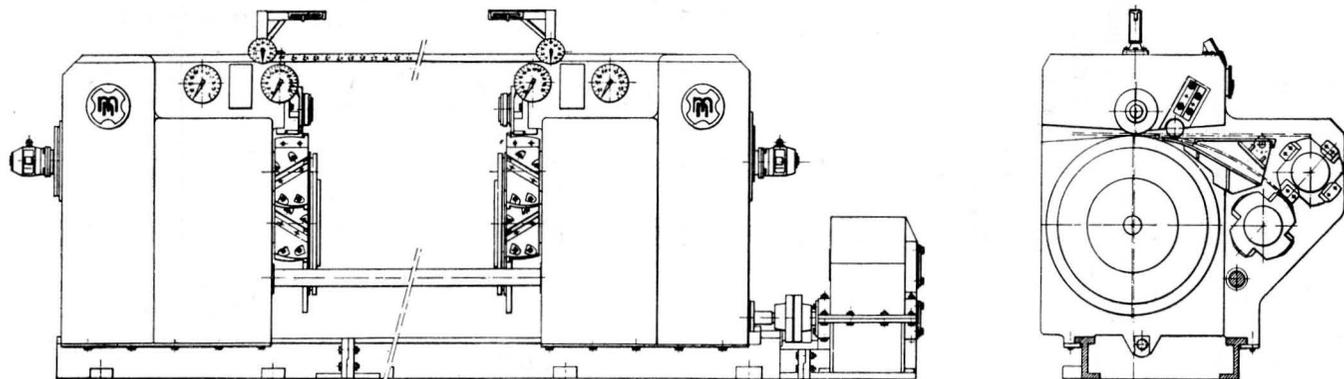


Fig. 23 — Princípio da tesoura rotativa para cortar bordas de chapas grossas, médias e finas, até uma espessura máxima de 20 mm.

pedaços pequenos. Essas tesouras são utilizadas até uma espessura máxima de chapa de 20 mm. Uma metade da máquina é fixa, enquanto que a outra é transferível horizontalmente, adaptando-se assim à largura da chapa a ser cortada simultaneamente nos dois lados. Na tesoura representada, a faca inferior tem um diâmetro muito maior do que a faca superior. A experiência mostrou que com facas assim desiguais são evitados os defeitos de endurecimento e ranhuras descritas no parágrafo II/4 d'êste trabalho.

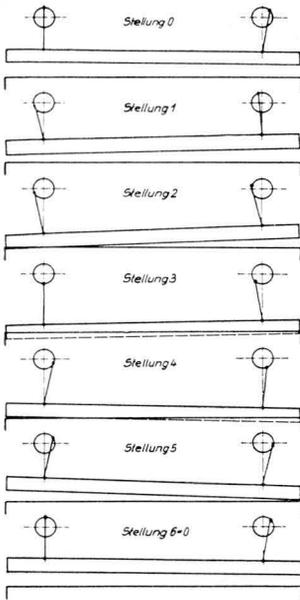


Fig 24 — Esquema de corte da tesoura de chapas grossas.

A faca superior é ajustável lateralmente para regular a distância entre as duas facas. As duas facas além disso são reguláveis verticalmente, de maneira que a altura da chapa a ser cortada fica sempre no mesmo nível das guias e do trem de rolos. As facas tem cantos de corte nos 2 lados para diminuir os serviços de afiamento e são fixadas por um dispositivo para troca rápida, aumentando assim o rendimento da máquina.

A faca superior é ajustável lateralmente para regular a distância entre as duas facas. As duas facas além disso são reguláveis verticalmente, de maneira que a altura da chapa a ser cortada fica sempre no mesmo nível das guias e do trem de rolos. As facas tem cantos de corte nos 2 lados para diminuir os serviços de afiamento e são fixadas por um dispositivo para troca rápida, aumentando assim o rendimento da máquina.

7) *Tesouras para chapas grossas com facas superiores basculantes* — Enquanto que as tesouras para chapas largas anteriormente tinham facas superiores inclinadas que desciam paralelamente, êste nôvo tipo de tesouras aciona a faca superior por intermédio de 2 manivelas, cuja excentricidade é deslocada uma em relação à outra. A figura 24 mostra o esquema de corte; na posição inicial as 2 facas são paralelas. Virando os excêntricos começa a descer em primeiro lugar o lado esquerdo da faca superior. Assim, para execução da maior parte do corte, a inclinação da faca é relativamente grande, facilitando o corte consideravelmente. Na posição inferior as 2 facas estão de nôvo quase paralelas, evitando assim o entortamento demasiado das chapas cortadas.

As grandes vantagens dêste sistema são as seguintes:

- Na posição inicial a abertura das facas em tôda a largura da tesoura atinge o máximo, facilitando assim a introdução do material.
- A cobertura das facas na posição inferior pode ser menor do que nas tesouras anteriores. Por isso, a excentricidade das manivelas pode ser menor.
- A inclinação da faca superior durante o corte é maior do que nas tesouras de concepção mais antiga. Devido a essas duas últimas razões a força necessária para efetuar os mesmos cortes pode ser cêrca de 30% menor.
- O entortamento das chapas a serem cortadas é menor.

Essas tesouras são utilizadas para chapas de 5 até 40 mm de espessura, sendo a largura máxima útil de 4,2 m.

As facas são ajustáveis horizontalmente para poder adaptar a distância entre as mesmas à espessura das chapas a serem cortadas. Durante o corte, as chapas são fixadas por prendedores hidráulicos ou mecânicos. A foto 25 mostra diversas tesouras dêste tipo durante a montagem em série na Usina.

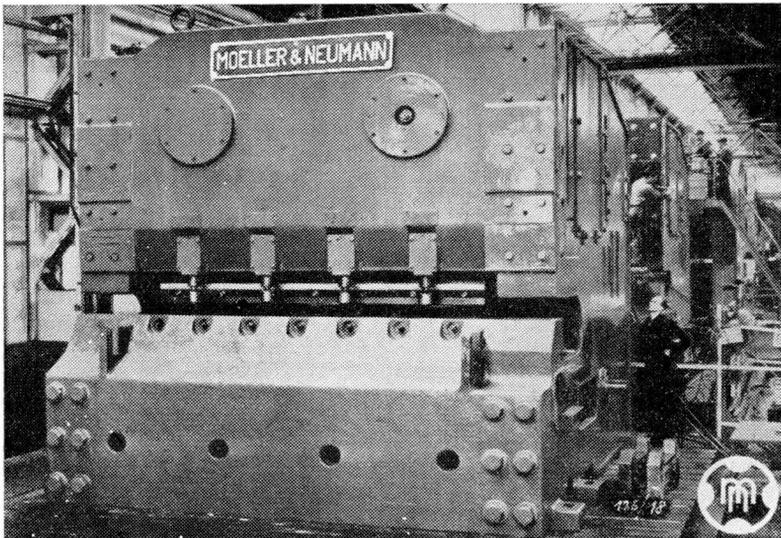


Fig. 25 — Tesouras para chapas grossas com facas superiores basculantes.

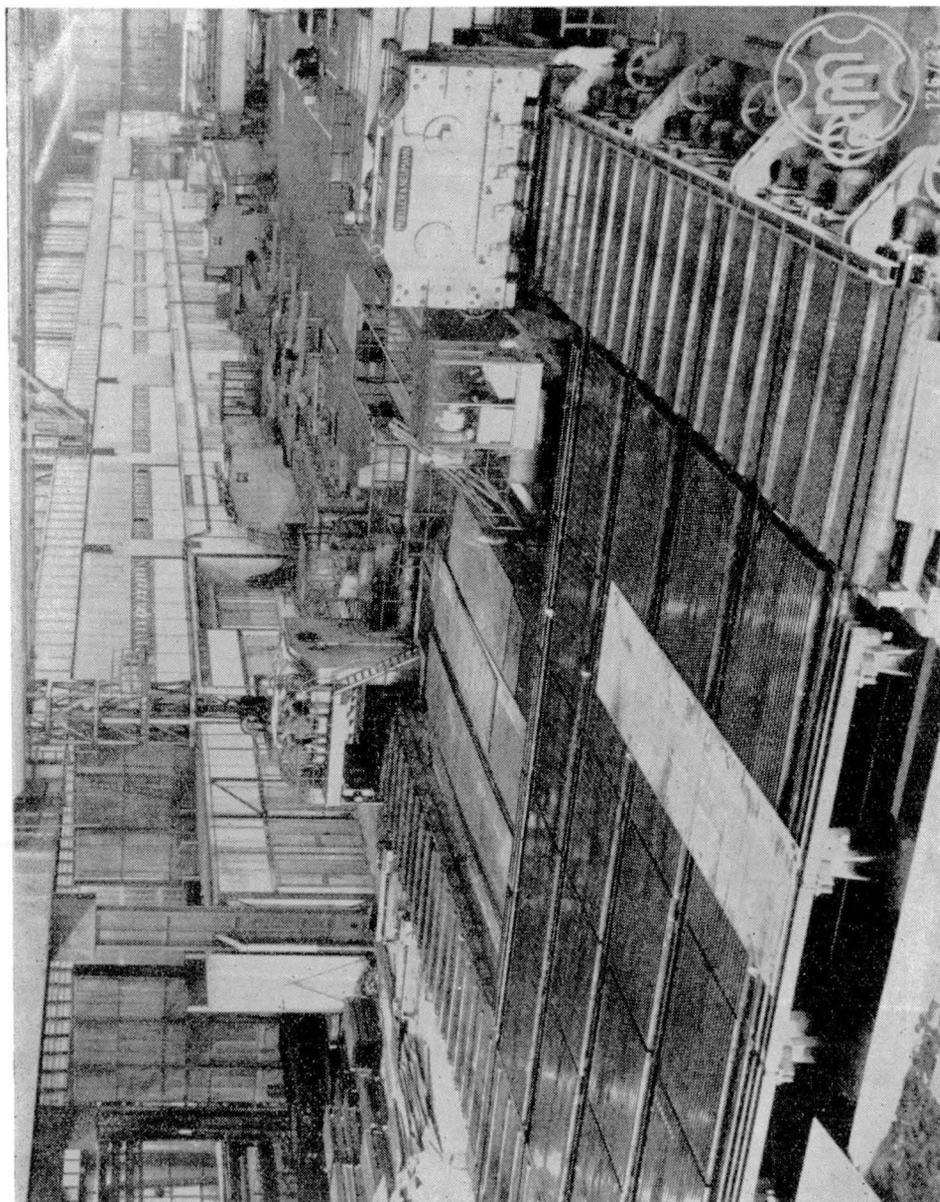


Fig. 26 — Linha moderna de corte de chapas grossas. Ver figuras 36, 37 e 38.

8) *Tesoura para cortar bordas de chapas grossas simultâneamente dos dois lados* — A foto 26 mostra uma linha moderna de corte de chapas grossas com espessura maior do que 40 mm. No fundo dessa foto estão visíveis duas tesouras, sendo uma do lado esquerdo e outra do lado direito do trem de rolos, que cortam as bordas nos respectivos lados. As duas tesouras têm uma distância na extensão do trem de rolos maior do que o dôbro do comprimento das chapas mais compridas a serem cortadas. Esta distância é necessária para poder cortar as bordas individualmente uma da outra. Tôdas as tentativas de colocar as duas tesouras uma em frente à outra para poder cortar simultâneamente as bordas nos dois lados não deram resultados satisfatórios.

A instalação representada na figura 27 possibilita êste corte simultâneo. Ela é composta de 2 tesouras acionadas pelo mesmo motor principal. Uma é fixa e a outra é deslocável horizontalmente, a fim de ajustar a instalação à largura das chapas a serem cortadas. O funcionamento destas tesouras está representado na figura 28. Por meio de 2 pares de engrenagens robustas é acionada a manivela A. Quatro facas superiores são fixadas em um tambor girante em tórno do eixo D. Uma dessas facas está em serviço enquanto que as outras 3 servem como reserva, podendo rãpidamente substituir a faca que perdeu o corte pelo uso. Em cada volta da manivela A, o portador da faca superior executa um movimento basculante, cortando assim a borda E da chapa no sentido de cima para baixo. A faca inferior é fixa dentro da carcaça da tesoura. Tôdas as facas são compostas de 2 lâminas:

- as lâminas longitudinais com um comprimento de 1 a 1,5 m e
- as lâminas transversais de 0,2 até 0,3 m de comprimento.

Em cada corte é retirado dos dois lados da chapa um pedaço da borda de cêrca 0,9 até 1,4 m de comprimento, como mostra o esquema da figura 28, na sua parte inferior.

Quando a faca superior atinge a posição mais baixa, a alavanca articulada F é dobrada ao meio pelo cilindro hidráulico G, retirando assim o portador da faca superior, inclusive o eixo e os mancais do mesmo. Desta maneira, a faca superior fica distanciada de 2 a 3 mm do canto cortado da chapa e possibilita assim a livre volta da faca superior à posição inicial. Êste movimento lateral é essencial para o corte simultâneo dos dois lados de chapas grossas. Quando a faca superior perde o corte, a biela B é desligada do suporte da faca supe-

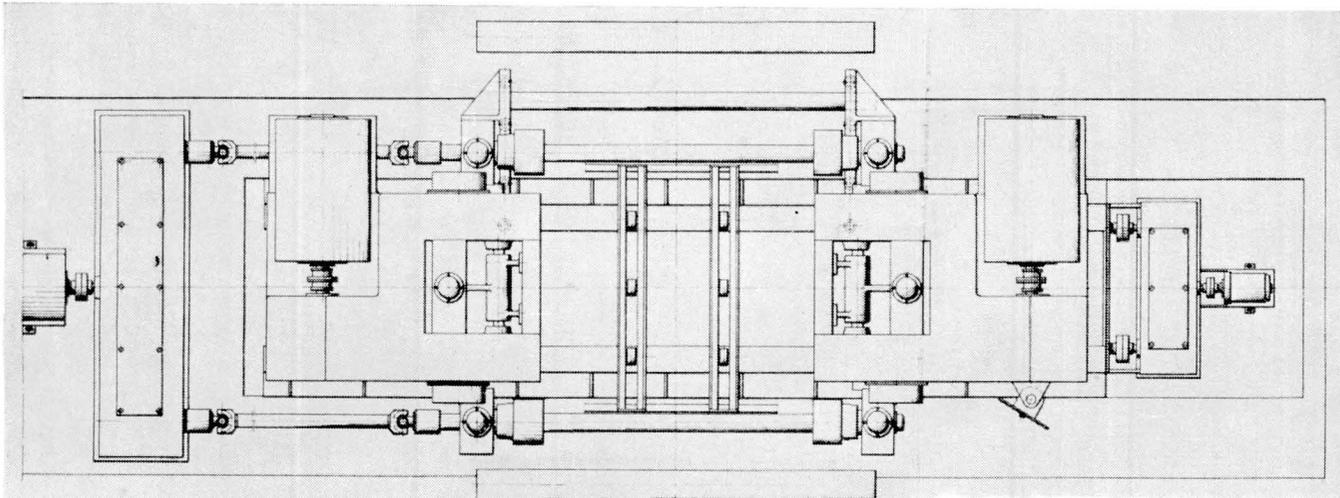
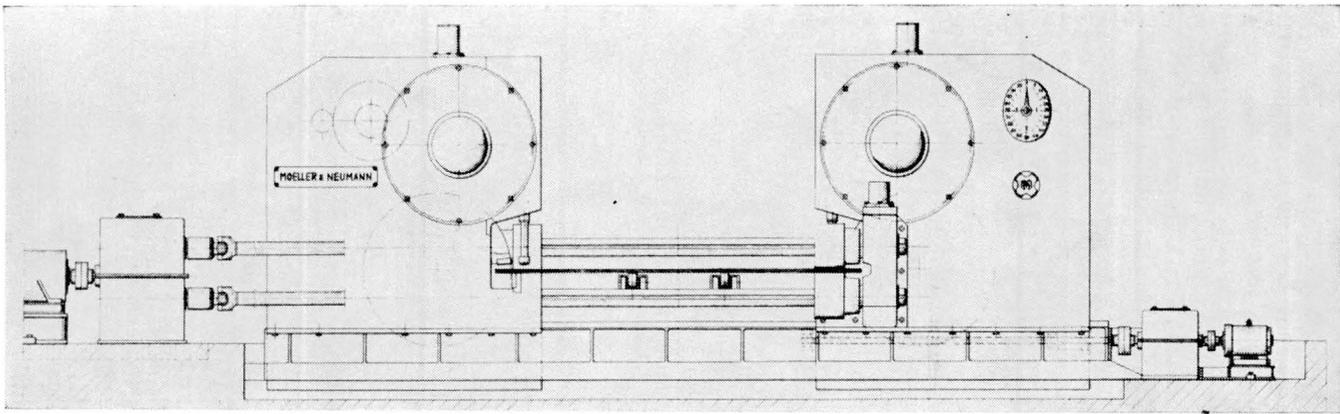


Fig. 27 — Instalação de tesoura para cortar bordas de chapas grossas simultaneamente nos dois lados. Ver

rior e o tambor é virado de 90°, de modo que uma das 3 facas de reserva entra em serviço. A experiência mostrou que a duração da faca inferior é quase o dôbro da duração da faca superior. Por isso para a faca inferior não foram previstas facas de reserva e sim somente uma instalação de troca rápida que exige apenas uma curta interrupção do serviço.

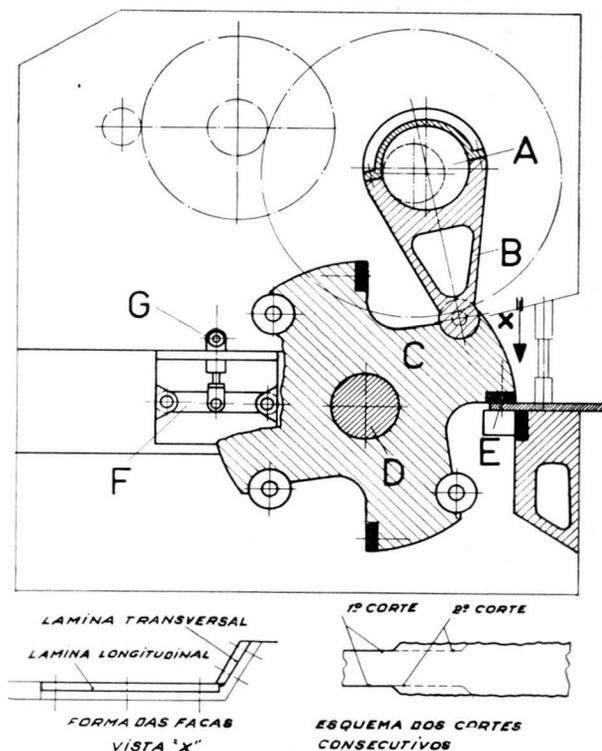


Fig. 28 — Princípio da tesoura da figura 27; esquema dos cortes consecutivos.

A foto 29 mostra o modelo de uma destas instalações de corte. Em frente à faca superior da tesoura pode ver-se os prendedores que fixam a chapa durante o corte. Nos 2 lados, antes e atrás da faca, estão visíveis pares de rolos que transportam através da tesoura a chapa a ser cortada. No primeiro plano aparecem guias com rolos verticais dos 2 lados que garantem linhas de corte bem retas. A foto 30 mostra, ainda em montagem, uma tesoura que pode cortar espessuras até 40 mm.

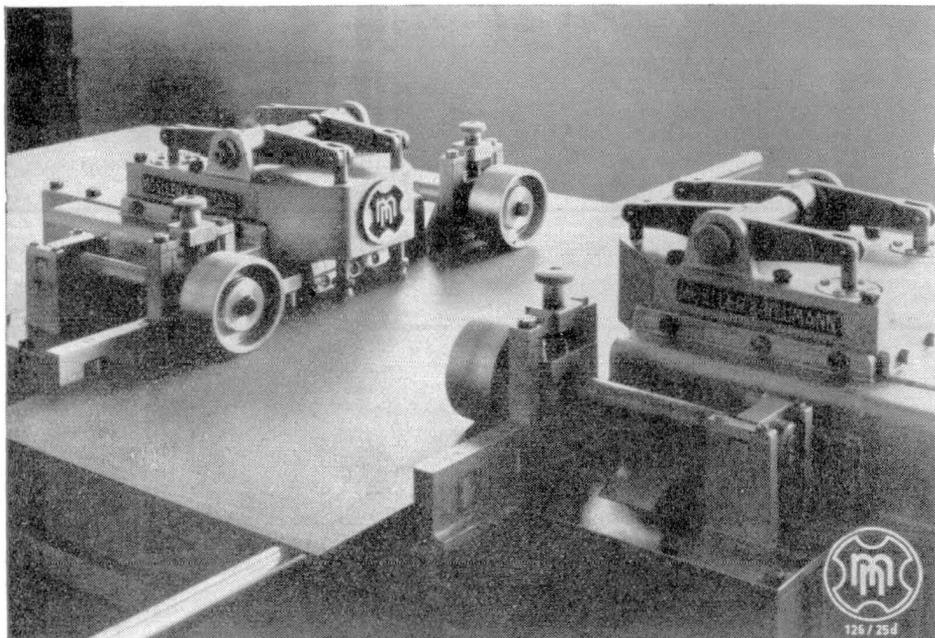


Fig. 29 — Modelo da tesoura da figura 27, para chapas grossas, durante o corte.

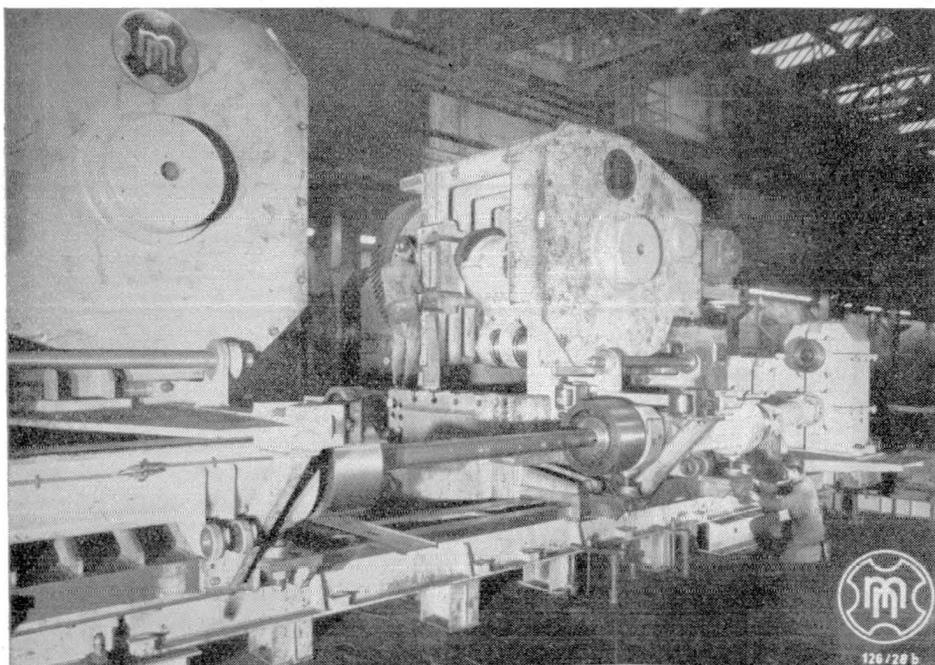


Fig. 30 — Tesoura conforme figura 27, para chapas de até 40 mm de espessura.

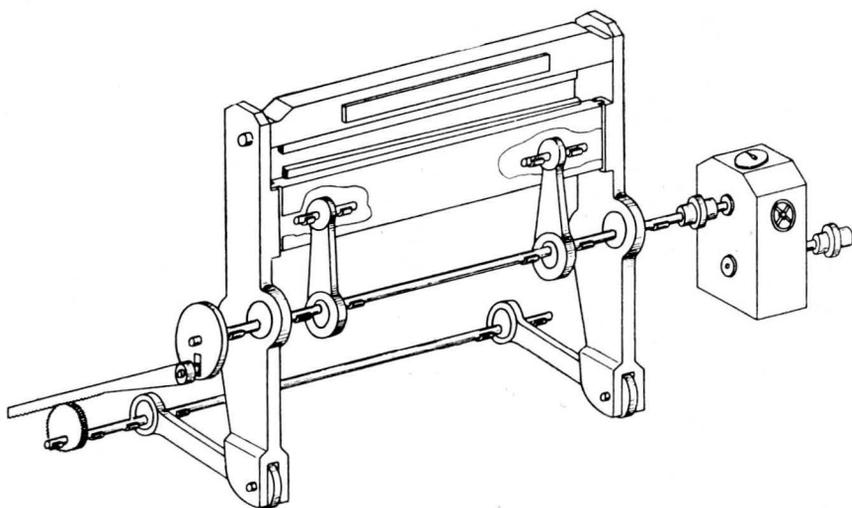


Fig. 31 — Princípio de uma tesoura automática para sub-dividir fitas; construção antiga.

9) *Tesoura automática para sub-dividir transversalmente fitas bobinadas* — Tesouras basculantes deste tipo já são conhecidas há algum tempo. A figura 31 mostra o princípio de uma das construções desenvolvidas anteriormente. O mesmo acionamento movimentava a estrutura basculante da tesoura que porta as 2 facas, a superior fixa e a inferior móvel, cortando de baixo.

Em cada oscilação de estrutura é executado um corte. No momento do corte a faca deve ter uma velocidade horizontal exatamente igual à velocidade de passagem da fita. O comprimento das chapas a serem cortadas pode ser variado, aumentando ou diminuindo o percurso da oscilação da estrutura. Somente por um sistema relativamente complicado pode ser aumentado esse comprimento para o dobro ou quádruplo. Por isso, os comprimentos que podem ser cortados nessas tesouras são limitados.

A tesoura mostrada na figura 32 representa um desenvolvimento notável. Com ela é possível cortar chapas de qualquer comprimento entre 0,6 m e o infinito com tolerâncias muito boas. Essas máquinas servem para larguras das chapas até 2 m e uma espessura máxima de 6 mm. A inovação consiste no seguinte:

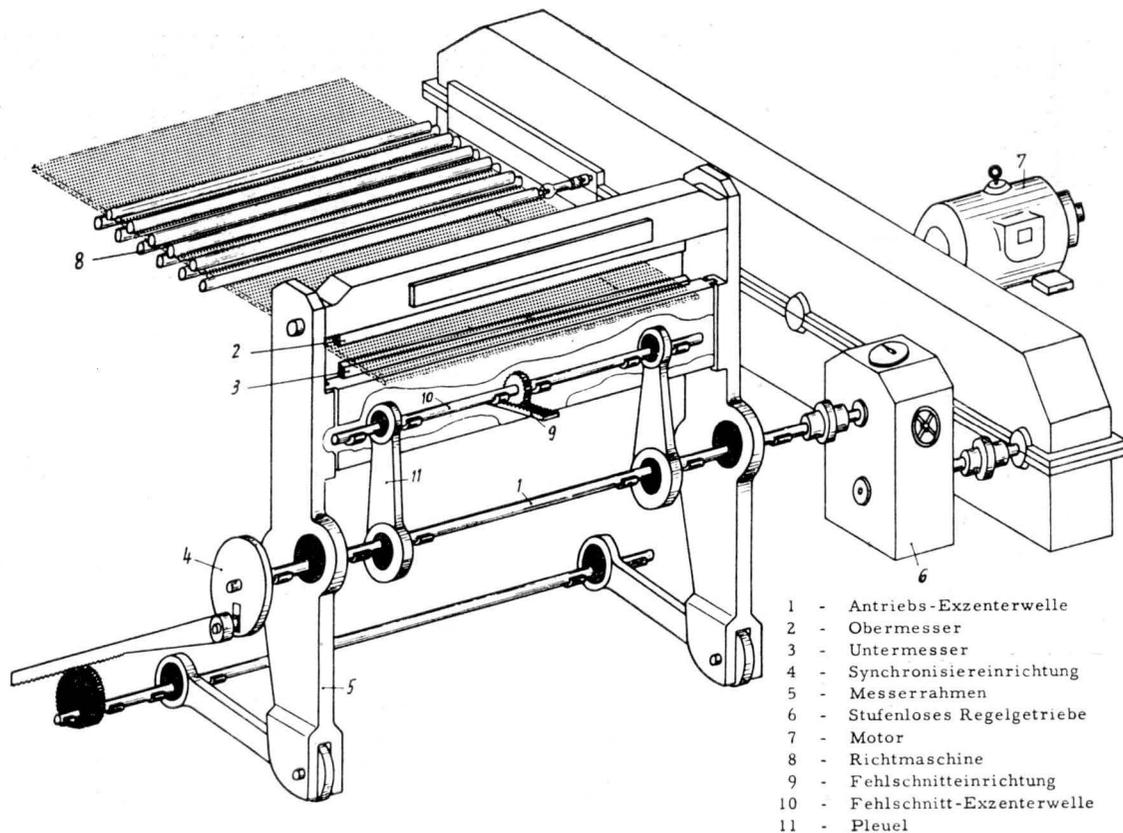


Fig. 32 — Princípio de uma tesoura automática para sub-dividir fitas; concepção moderna.



Fig. 33 — Tesoura automática para fitas, parada.

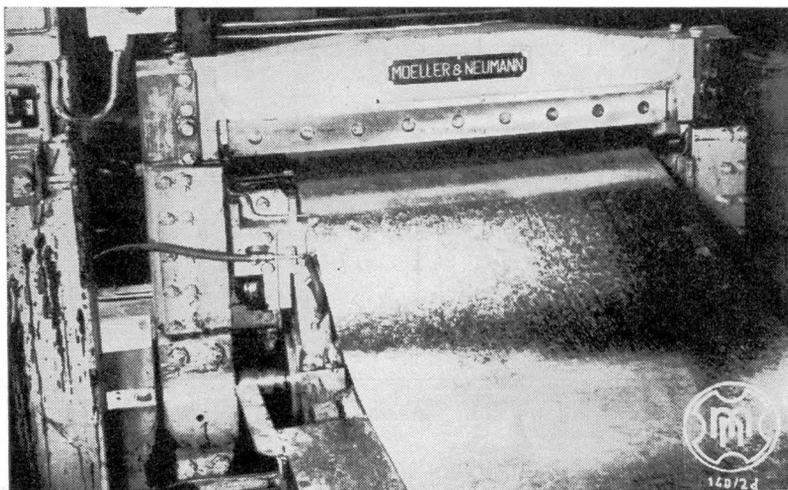


Fig. 34 — Tesoura automática para fitas, em serviço.

Dentro do suporte da faca inferior é colocado o eixo n.º 10 com 2 excêntricos. Por meio da cremalheira n.º 9, movimentada por um cilindro hidráulico, é possível virar este eixo de 180°. Na posição superior dos excêntricos serão executados os cortes. Na posição inferior dos excêntricos, a faca inferior, mesmo que esteja na sua posição superior, fica distante da faca superior cerca de 30 mm e a chapa pode passar sem ser cortada.

Nesta instalação, assim chamada instalação para cortes em vão, podem ser suprimidos os cortes durante 1, 2, 3 ou qualquer outro número de percursos, aumentando deste modo o comprimento das chapas a serem cortadas para o dôbro, triplo, etc.

Uma instalação com estas tesouras proporciona as seguintes vantagens adicionais:

No caso de haver defeitos na fita que devem ser eliminados, é possível desligar o dispositivo de corte em vão e sub-dividir deste modo, dentro do ritmo de corte para um certo comprimento das chapas, em pedaços pequenos, eliminando assim as partes defeituosas. Quando a chapa volta a ser impecável, automaticamente liga-se o ritmo de corte para os comprimentos anteriores. Desta maneira podem ser também tomadas provas pequenas necessárias para o departamento da supervisão de qualidade. As fatos 33 e 34 mostram uma tesoura deste tipo, respectivamente parada e durante o serviço.

#### IV. LINHAS DE CORTE PARA CHAPAS

Hoje nas laminações de chapas são usadas grandes instalações para cortar a produção em comprimentos e larguras comerciais.

TIPOS DE LINHAS DE CORTE	TESOURA COM FACAS A DISCOS PARA CORTAR BORDAS PARA CORTAR BORDAS E SUBDIVIDIR			3 TESOURAS GUILHOTINAS PARA CORTAR BORDAS E SUBDIVIDIR			TESOURA COM FACAS RETAS PARA CORTAR BORDAS SIMULTANEAMENTE NOS DOIS LADOS (DESCRITO NO ITEM 21/A DESTE TRABALHO) TESOURA GUILHOTINA PARA SUBDIVIDIR		
	TESOURA GUILHOTINA PARA SUBDIVIDIR								
ESQUEMA									
DISTÂNCIA ENTRE AS MÁQUINAS ESPAÇO NECESSÁRIO	L11A 211A 321A			L11A 221A 221A			L11A 221A 221A		
A) COMPRIMENTO MÁXIMO DA CHAPA									
ESPESSURAS POSSÍVEIS	3 - 20mm			3 - 40mm			5 - 40mm		
DADOS SOBRE PRODUÇÃO	ESPESSURA DA CHAPA (mm)	VELOCIDADE MÉDIA (m/min)	PRODUÇÃO HORÁRIA (ton/h) (2)	ESPESSURA DA CHAPA (mm)	VELOCIDADE MÉDIA (m/min)	PRODUÇÃO HORÁRIA (ton/h) (2)	ESPESSURA DA CHAPA (mm)	VELOCIDADE MÉDIA (m/min)	PRODUÇÃO HORÁRIA (ton/h) (2)
(1) CALCULADO PARA UMA LARGURA MÉDIA DE 3200	5	30	226	5	10	80	5	20.5	155
	10	24	380	10	11	165	10	18.6	285
	20	14.8	440	20	11	330	20	18.6	560
				30	11	500	30	17.6	800
				40	10	600	40	16.6	1000

Fig. 35 — Comparação de três diferentes linhas de corte de chapas grossas.

1) *Linhas de corte para chapas grossas* — A figura 35 mostra 3 esquemas diferentes e são marcadas as produções realizáveis em cada uma dessas instalações:

- a) Linha de corte com tesouras rotativas para cortar as bordas. Espessura máxima das chapas 20 mm.
- b) Linha de corte clássica com 3 tesouras tipo “guilhotina”. Duas servem para cortar as bordas e a terceira para sub-dividir. Uma linha deste tipo é mostrada na foto 26.

Essa linha é utilizável para tôdas as espessuras até 40 mm. O investimento é grande devido ao comprimento maior dos trens de rolos e ao espaço maior necessário. Além disso são necessárias 2 tesouras adicionais para cortar a sucata em pedaços pequenos e instalações para dirigir as placas de uma tesoura para outra.

- c) Linha de corte com a nova instalação para cortar bordas simultâneamente dos 2 lados, descrita sob o parágrafo III/8.

Em laminações para chapas grossas de grandes produções foram previstas normalmente 2 linhas de corte:

Tipo a) para espessuras até 20 mm

Tipo b) para espessuras acima de 20 mm

A primeira foi necessária devido às pequenas produções das linhas do tipo b) no caso de cortar chapas de 5-15 mm.

A nova linha do tipo “c” pode substituir as duas linhas a) e b). Ela tem para espessuras de 5 até 15 mm produções suficientes e evita a grande desvantagem da linha a), que consiste no endurecimento dos cantos. Nas espessuras de 20-40 mm esta linha tem uma produção bem maior do que a linha do tipo b).

Mesmo assim os investimentos são bem menores devido aos seguintes fatos:

- Trens de rolos mais curtos.
- Área menor do galpão.

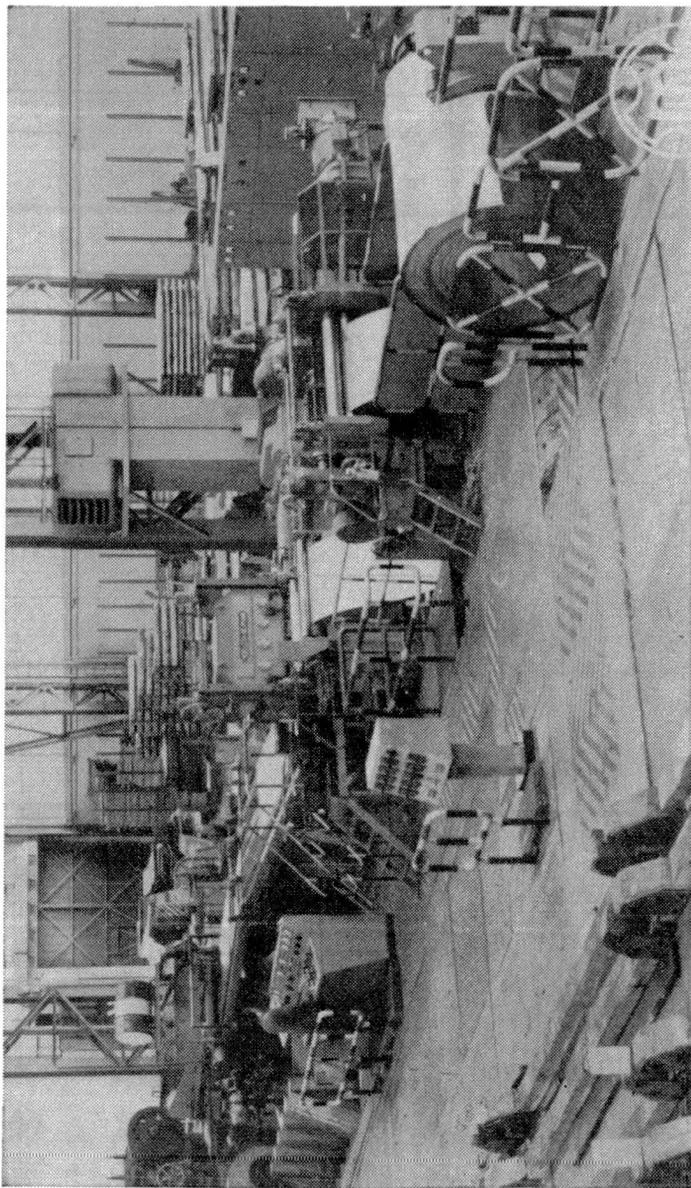


Fig. 37 — Linha de corte a frio para chapas finas de aço.

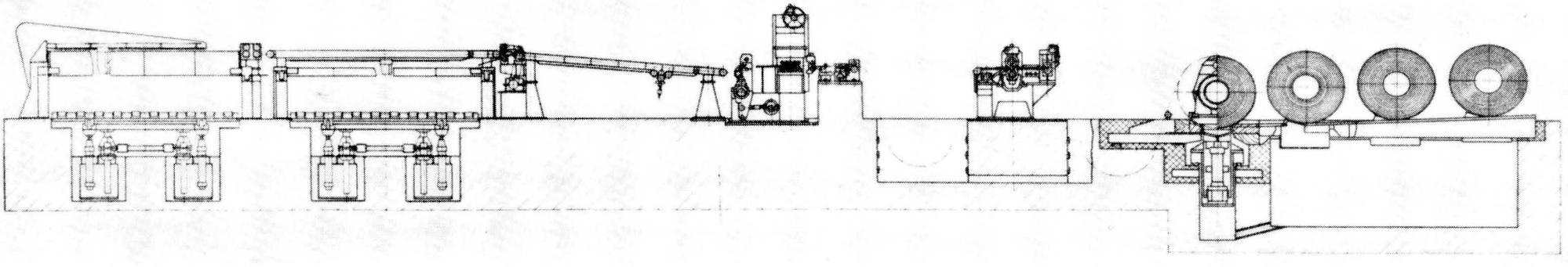


Fig. 36 — Instalação de corte para chapas finas.

### LINHA DE CORTE A FRIO PARA CHAPAS BOBINADAS

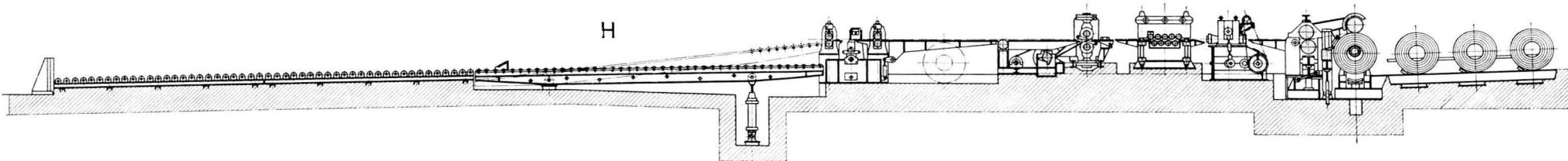


Fig. 38 — Linha de corte a frio para chapas médias bobinadas, fornecida a uma usina siderúrgica brasileira. Nesta instalação são cortadas chapas com espessura até 8 mm.

- Não são necessárias tesouras para sub-dividir a sucata.
- Não são necessários manipuladores laterais para as chapas.
- Menos pessoal, por não haver necessidade de riscar os traços de corte.

2) *Linhas de corte para sub-dividir bobinas de chapas médias e finas* — Estas linhas são muito variadas, dependendo do material a ser cortado e aos serviços previstos nas mesmas.

A figura 36 mostra uma instalação para cortar bordas, sub-dividir longitudinalmente, endireitar e sub-dividir transversalmente chapas finas. Devido à flexibilidade do material podem se formar laços entre a desenroladeira e a tesoura de corte longitudinal entre esta e a máquina indireitadeira. Neste caso, a instalação elétrica pode ser menos dispendiosa visto que não é necessária a sincronização exata entre tôdas as máquinas da linha. A foto 37 representa uma vista lateral da instalação.

A figura 38 mostra uma linha de corte para chapas médias fornecidas a uma Usina Siderúrgica brasileira. Nesta instalação são cortadas chapas com espessura até 8 mm. Por isso é necessária uma desenroladeira mais robusta. Numa tesoura são cortadas as pontas antes de entrar a chapa na máquina indireitadeira. Numa tesoura para corte longitudinal são cortadas bordas, as quais são sub-divididas em pedaços por 2 tesouras rotativas para sucata. Nesta tesoura as chapas podem ser também sub-divididas em fitas estreitas que no futuro podem ser enroladas em bobinas estreitas por meio de uma enroladeira a ser instalada. Uma tesoura automática sub-divide em comprimentos de 1 a 10 m. As chapas cortadas são empilhadas em seguida numa mesa inclinada.

\*

Todos os tipos de tesouras descritas neste trabalho são fabricadas pela MOELLER & NEUMANN DO BRASIL, que se coloca à disposição dos interessados para quaisquer outros esclarecimentos.

#### BIBLIOGRAFIA

1. FRIEDRICH WILHELM ZUERCHER — *Bearbeitungsmaschinen fuer Mittel- und Grobbleche*. Stahl und Eisen 75 (1955) pgs. 1182-1187.
2. KARL GREIS — *Staenderlose Block- und Brammenschere*. Technische Mitteilungen Heft 10, Okt. (1958) pgs. 509-512.

3. WERNER LUEG UND HANS GUENTER MUELLER — *Kraft- und Arbeitsbedarf beim Warmscheren von Stahl in Abhaengigkeit von Temperatur und Schnittgeschwindigkeit.* Stahl und Eisen 76 (1956) pgs. 887-896.
4. FRIEDRICH KARL NAUMANN — *Die Versproedung der Kanten beim Scherenschnitt von Grobblechen aus Thomas — und Siemens-Martin — Stahl.* Stahl und Eisen 81 (1961) pgs. 1404-1409.
5. GERHARD SCHWARZE — *Untersuchungen ueber die Schnitt qualitaet bei Kreismesser — Saumscheren.* Blech Nr. 11/1961 pgs. 848-855.
6. HANS MUSLY — *Das Unterteilen von Seitenschrott in Grob und Mittelblechwalzwerken.* Blech Nr. 5/1961 pgs. 382-384.
7. EGBERT PAUELS — *Probleme beim Grobblechsneiden auf Schwingscheren.* Baender, Bleche, Rohre, Mai 1962, pgs. 224-227.