

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

TRABALHO DE FORMATURA

AUTOMATIZAÇÃO DE UM TORNO REVÓLVER

AUTOR
HUGO KAGANO
ORIENTADOR:
PROF. MARCO STIPKOVIC

1980

AGRADECIMENTOS

Ao Professor MARCO STIPKOVIC pelas inestimáveis orientações prestadas.

Ao Engenheiro Alfredo V. Fuentes Ferrari da Traubomatic Indústria e Comércio Ltda, pelas informações e colaborações fornecidas.

À Xervitt Ind. e Com. de Máquinas Ltda. pelo fornecimento de catálogos.

À Ivan Rocha da Silva, pelo trabalho de datilografia.

1669508

PREFÁCIO

Milhões de pessoas observam, manipulam e usam diariamente uma variedade incalculável de objetos: utensílios de cozinha, móveis, instrumentos de trabalho, máquinas de calcular, papéis, tecidos, jornais, automóveis, etc. Poucos são porém - aqueles que se detêm num exame atento a fim de intuir como um qualquer objeto possa ter sido realizado.

A fabricação em série de um simples alfinete, ou de um prego, por exemplo, requer máquinas automáticas muito complexas, que custaram inestimáveis sacrifícios por parte de técnicos e industriais.

Qualquer objeto, quando da fabricação em série, requer atenta análise para poder encontrar o processo mais rápido e menos caro para realizá-lo. É preciso dispor, de qualquer maneira, de máquinas especiais que o homem deve inventar e aperfeiçoar.

Assim, o torno automático já tem seu lugar bem estabelecido na nossa indústria, e existe um vivo interesse por muitos, indireta e mesmo diretamente ligados à sua função, de melhor se familiarizarem com um tipo de máquina que exerce influência decisiva na formação do projeto que envolve torneamento.

Pelas razões indicadas elaboramos um trabalho com caráter teórico - prático baseando-se em sistemas já conhecidos de automatização de tornos foi realizado um trabalho de adaptações tomando como ponto de partida um torno revólver, transformando-os em um torno-automático. A partir deste estudo de automatização poderemos melhor familiarizarmos com os princípios funcionais deste tipo de máquina operatriz.

ÍNDICE

	Pág.
VOL. 1	
CAPITULO I - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE TORNOS AUTOMÁTICOS.	
I.1 - Introdução	1
I.2 - Construção	2
I.2.1- Tornos Automáticos de Cabeçote Fixo e Móvel.	4
I.2.2- Tornos Automáticos Multifusos	5
I.2.3- Torno Automático Monofuso.....	16
CAPITULO II - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE TORNOS REVÓLVER.	
II.1 - Introdução	44
II.2 - Tornos Revólver de Castelo Horizontal.....	45
II.3 - Torno Revólver de Castelo Frontal.....	47
II.4 - Algumas Formas de Cabeçotes.....	54
VOL. 2	
CAPÍTULO III - CONJUNTO DO CABEÇOTE.	
III.1- Potência do Motor	56
III.2- Dimensionamento da Caixa de Mudança	57
III.3- Dimensionamento dos Eixos	64
III.4- Seleção dos Rolamentos	78
III.5- Dimensionamento das Chavetas	83

ÍNDICE

Pág.

CAPITULO IV - DIMENSIONAMENTO DO CONJUNTO DE
ACIONAMENTO DO EIXO DE COMANDO

IV.1 - Seleção do Motor.....	86
IV.1.2- Dados	88
IV.2 - Dimensionamento do Par II	89
IV.2.1- Dimensionamento do Par III.....	91
IV.3 - Dimensionamento da Transmissão por Corrente	93
IV.4 - Dimensionamento dos Eixos	96

VOL.3

CAPITULO V - CÁLCULO DE PRODUÇÃO E DE CAMES EM TOR-
NOS AUTOMÁTICOS DE CABEÇOTE FIXO.

V.1 - Introdução	106
V.2 - Cálculo de Posição e de Cames	107

CAPITULO I

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE TORNOS AUTOMÁTICOS

I. INTRODUÇÃO

O torno automático já tem seu lugar bem estabelecido na nossa indústria e existe um vivo interesse por muitos, indireta e diretamente ligados à sua função de melhor se familiarizarem com um tipo de máquina que exerce influência decisiva na formação do projeto que envolve torneamento.

As séries de trabalho têm-se tornado cada vez maiores, seguidas de um controle de qualidade muito rigoroso devido às tolerâncias sempre mais apertadas, exigidas pelas indústrias em geral. Situações dessa natureza exigem estudos cuidadosos para a aplicação de tornos automáticos.

Existe uma série de fatores que demarcam a substituição do trabalho manual pelo trabalho automático no torneamento de séries inéditas e grandes:

I.1.1 - O torneamento automático. Este não necessita de operador para comandar a máquina, uma vantagem muito grande, pois, diminuirá em muito os custos operacionais pela diminuição da mão-de-obra.

I.1.2 - Produção constante. Uma vez ajustada a máquina, pode-se contar no final do turno de trabalho com a quantidade de peças planejadas. Neste caso, o departamento de controle de produção trabalha com mais segurança, pois a máquina não depen

de do fator "homem", que pode falhar no trabalho. Os planejadores de produção devem somente ter em conta um certo rendimento do trabalho, que prevê as trocas de barras, ferramentas e eventuais manutenções.

I.1.3 - Qualidade constante da peça usinada. Isto significa que uma vez ajustado o torno automático, ele trabalhará sempre com os mesmos avanços de usinagem, compatíveis com o material, a operação e a ferramenta. O resultado disso é que a qualidade da peça usinada é sempre a mesma, devendo-se somente, atender ao desgaste das ferramentas de trabalho, que devem ser trocadas em tempo. No caso do torno manual, obviamente, os avanços fornecidos pelo operador variam no decorrer do trabalho dependendo do seu grau de fadiga, além dele não identificar o tipo de operação, resultando, assim uma variação das tolerâncias usinadas.

I.1.4 - Desgaste constante das ferramentas. Da mesma forma que no caso anterior, o desgaste da ferramenta depende do avanço de usinagem e do tipo de operação. Uma vez sendo o trabalho automático, o ciclo de desgaste da ferramenta será constante, podendo-se planejar as quantidades de ferramentas de reserva e as suas consecutivas afiações.

Assim, analogamente ao caso anterior, o trabalho feito por comando manual, resulta em desgaste incontrolável das ferramentas pelos motivos explicados.

I.2 - Construção

Os tornos em geral, podem ser paralelos, verticais, - semi-automáticos ou automáticos em seus diferentes modelos e se baseiam no mesmo princípio de funcionamento: a peça gira e as

ferramentas fixas em seus respectivos porta ferramentas cortam o material ao entrar em contato com a superfície da peça.

O que fundamentalmente diferencia o torno automático dos outros tipos, é que todo processo de usinagem feito através dos deslocamentos das ferramentas é mecanizado. O torno automático não requer a intervenção de nenhum operador; o acionamento faz com que cada uma das ferramentas se aproxime da peça em seu devido tempo, com velocidade de corte e avanço adequadas, e segundo uma ordem pré-estabelecida.

A automatização dos tornos se consegue através de uma série de dispositivos elétricos, mecânicos, pneumáticos, hidráulicos, ou a combinação destes, figurando como elemento principal, o came ou outros sistemas.

Ao produzir-se peças, automaticamente todos os movimentos das ferramentas são programados de modo a reduzir os tempos passivos, ou seja, os tempos durante os quais não se efetua corte de material. Por isso os tornos automáticos alcançam rendimentos muito maiores daqueles obtidos por tornos revolver ou de qualquer outro tipo. Por outro lado, o torno automático tem um tempo de preparação maior e cada tipo de peça a ser fabricada requer um plano de operações para posterior cálculo de comes e produção que devem ser feitos por pessoal com conhecimentos sobre os problemas de fabricação e os métodos de trabalho nestas máquinas.

Sendo a preparação de um torno automático relativamente demorada, a utilização dos tornos automáticos torna-se interessante quando se trata de produzir grandes e médias séries de tal forma que os tempos de preparação sejam absorvidos no custo total.

Portanto, o torno automático foi concebido para a produção de peças iguais à partir de barras pré-fabricadas, com auxílio de aparelhos automáticos de alimentação.

Uma vez preparado o torno e posto em movimento, a barra avança automaticamente através do eixo árvore até um encosto

que determina o comprimento que a peça deve ter. A seguir, as ferramentas automaticamente iniciam a usinagem, uma após a outra, com uma distribuição lógica até realizar em todas as operações necessárias para deixar a peça formada. Podem também trabalhar duas ou mais ferramentas. De uma só vez. A última ferramenta que trabalha é a de corte que destaca a peça da barra de trabalho.

Após o destacamento da peça, inicia-se um novo ciclo para a fabricação da peça seguinte, e assim sucessivamente até que termine a barra e se introduza uma nova.

Fundamentalmente, um torno automático consiste de uma bancada ou base em cuja parte superior são montados o cabeçote, contendo a árvore principal onde corre o material de trabalho, as árvores de comando dos camos, os carros porta-ferramentas, o dispositivo-revolver, etc.

A figura 1.1 demonstra um exemplo de aplicação de ferramentas.

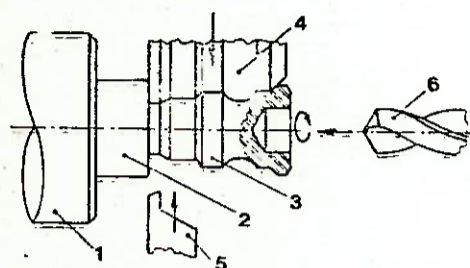
1.2.1 - Tornos Automáticos de Cabeçote Fixo e de Cabeçote Móvel.

O torno automático de cabeçote fixo é aplicado na usinagem de peças que apresentam relação diâmetro-comprimento de suficiente rigidez para que se possa executar as operações da peça em balanço, com esta sujeitada firmemente na árvore que somente gira com as revoluções necessárias. Desta maneira, as diversas operações se efetuam mediante os movimentos radiais ou axiais dos distintos carros porta-ferramentas.

O torno automático de cabeçote móvel é aplicado às peças onde ocorre cilindramento, e cujos comprimentos a cilindrar sejam superiores a 3 ou 4 vezes o diâmetro da peça, fato este que apresenta problema no torno automático de cabeçote fixo, pois haveria um excesso de material de balanço, o que prejudicaria bastante a precisão.

O torno automático de cabeçote móvel consegue usinar, através de sua característica de operação, peças com alta precisão, daí a sua larga aplicação na fabricação de eixos de relógio e demais peças que necessitem tolerâncias apertadas.

A figura 1.2 apresenta o aproveitamento da mobilidade do cabeçote (1) que arrasta a peça (3) contra a ferramenta (4) que está somente posicionada para obter-se um diâmetro desejado.



Exemplo: aplicação de ferro em
1 — cabeçote; 2 — pinça;
3 — peça; 4 — ferramenta
múltipla de forma; 5 — ferramenta de corte; 6 — broca

Usinagem de peça em torno de cabeçote móvel
1 — cabeçote móvel; 2 — guia; 3 — peça; 4 — ferramenta; 5 — bucha de guia

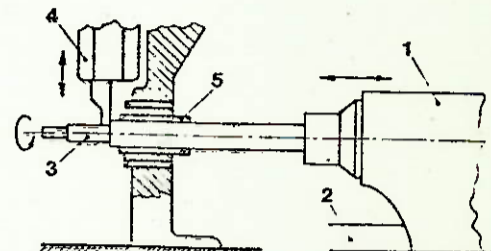


Fig. I.1

Fig. I.2

Como nos demais tipos de tornos, a árvore principal e a pinça transmitem à barra o movimento de rotação. Ao mesmo tempo o cabeçote acionado por um came se movimenta longitudinalmente na guia (2). A barra, empurrada contra a ferramenta passa pelo interior de uma bucha de guia (5). Desta forma, a ferramenta estando sempre bem próxima à bucha de guia, obter-se-á tolerâncias bem apertadas, já que a barra de trabalho sofrerá uma flexão pequena e constante, fato que num cilindramento através do deslocamento da ferramenta não ocorre e se agrava quando a peça não tem estabilidade suficiente.

I.2.1 - Tornos Automáticos Multifusos.

Estes tornos foram concebidos pela necessidade de ter-se maiores produções e melhores rendimentos. Porém, por esta mesma razão, são vantajosos no caso de se ter que produzir lotes grandes. Representam um investimento maior que um torno monofuso. Este investimento, porém, é justificado face à altíssi-

ma produtividade do torno múltifuso.

O torno automático multifuso dispõe de várias árvores principais de trabalho (4,5,6 e até 8), o que significa que trabalham tantas barras, simultaneamente, quantos forem as árvores principais. De resto, são bastante semelhante ao torno automático monofuso, já que todos os movimentos de avanço das barras, - carros porta-ferramentas, fechamento de pinças, etc, são realizados por meio de cames.

Explanamos aqui um torno automático de seis fusos ou seis árvores principais.

Básicamente, consiste de um tambor com seis eixos - ocos através dos quais passam as barras como num torno automático comum. Cada uma dessas seis árvores gira a velocidades iguais todas acionadas por engrenagens. Independentemente do movimento de rotação das árvores principais, o tambor ou conjunto de árvores também gira, porém não continuamente, mas sim avança de 1/6 de volta (60°), sendo que em cada intervalo de tempo em que o mesmo permanece parado são realizadas as diferentes operações - nas barras. Em cada estação, portanto, se realizam uma ou várias operações, de forma que, completada uma volta, a peça estará - terminada. (Figura I.3)

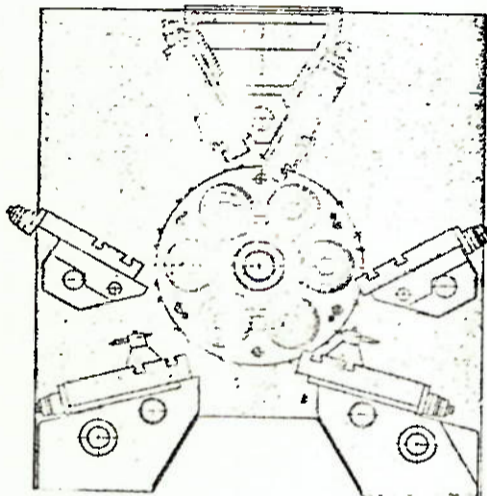
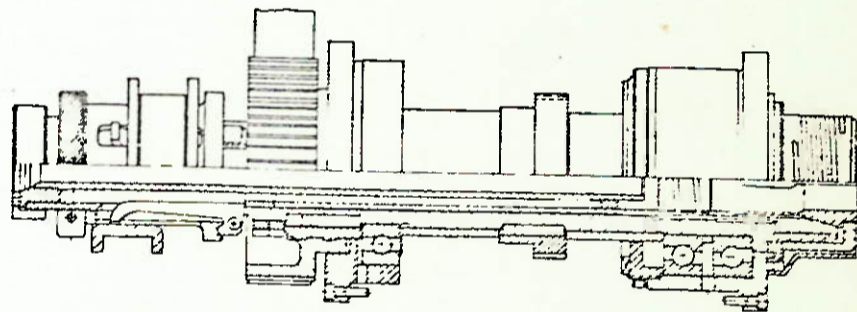


Fig.I.3



— Distribuição das árvores e dos carros transversais de um torno multifuso para 6 barras. (Foto A. H. Schuette)
— Árvore principal para trabalho em barras, fixação com pinça de acionamento mecânico

Fig.I.4

Este tipo de torno reduz ao mínimo os tempos de preparação da máquina e os tempos de produção das peças torneadas. Os melhores tempos são consentidos pelas seguintes características:

- a) eliminação dos comes especiais; aproximação rápida dos utensílios;
- b) aproximação rápida das ferramentas de furar;
- c) rotação rápida do tambor porta-mandris;
- d) possibilidade de intervenção simultânea do maior número de mancais.

O tempo mínimo, gasto na preparação da máquina, inclusive quando devam-se usinar peças de formas complexas, permite mudar a usinagem também uma vez por semana.

Descrevemos agora algumas partes principais.

I.2.2.1 - Embasamento e armações.

A máquina, considerando os componentes principais, - compõe-se de 3 partes: um embasamento e duas armações, que nele se apoiam, presas por estojos e por uma travessa externa superior, de modo a formar um corpo único.

O embasamento é uma sólida estrutura em gusa, amplamente dimensionada; sévindo também de bacia de recolher o óleo e o cavaco, enquanto que, na parte interna, estão situados: o reservatório de distribuição do óleo, a instalação oleodinâmica completa de bomba, e os equipamentos elétricos.

A primeira armação, localizada sobre o embasamento, compreende: o cabeçote porta-mandris, os comandos de todos os trenões porta-utensílios, os dispositivos de avanço das barras e aqueles de abertura e fechamento das pinças, os comandos para rotação do tambor.

A segunda armação, reúne: a transmissão do movimento de rotação dos mandris principais e frontais, o comando do curso de trabalho e da aproximação dos mandris frontais, o grupo motor, a caixa de engrenagens para o comando dos eixos de cames e o painel dos comandos elétricos.

I.2.2.2 - Tambor porta-mandris principais (Figura I.4)

Contém os seis mandris principais A, que rodam sobre rolamentos de roletes cônicos em oposição (na frente) e de rolete cilíndricos (atrás). Os mandris são acionados simultaneamente pelas respectivas engrenagens B (com dentes helicoidais), que engrenam, como satélites, com a central C, presa ao eixo D. Este eixo, montado sobre rolamentos de esferas e de roletes, é comandado por outras derivações cinemáticas do motor.

Cada um dos mandris A é dotado de um sistema de abertura e fechamento da pinça, funcionando por um sistema de linguetas E, com fulcro entre as correspondentes cavidades do cilindro que as suporta. Estas linguetas são acionadas, em sua extremidade, pelo sino F que roda posteriormente no rolamento de esferas contidas numa forquilha oscilante, comandado por um pino de ação hidráulica. Ao término do ciclo de usinagem, que tem lugar segundo uma frequência de sucessão ordenada por cada mandril, o correspondente sino F é feito recuar pela forquilha citada, fazendo oscilar as três linguetas E, de modo a limpar o tubo B e, então, a pinça H da sede cônica em que estava bloqueada. Segue o avanço da barra, que processa-se durante a rotação do tambor para mandris, em correspondência da qual encontra-se o tope de parada,, fechando-se novamente a pinça H pela pressão axial provocada pelo tubo G impulsionado pelas três linguetas E, comandadas pelo sino F.

Sendo o avanço da barra e a sua parada processada simultaneamente com a rotação do tambor porta-mandris, os tempos passivos sobre os tempos totais de produção são reduzidos.

O dispositivo de fechamento das pinças é ajustado pela porca I que atua nas molas L, com a finalidade de compensar os resvalos diametrais das barras e garantir o agarramento pelas pinças.

O tambor porta-mandris é de gusa especial, as superfícies de atrito são temperadas e retificadas.

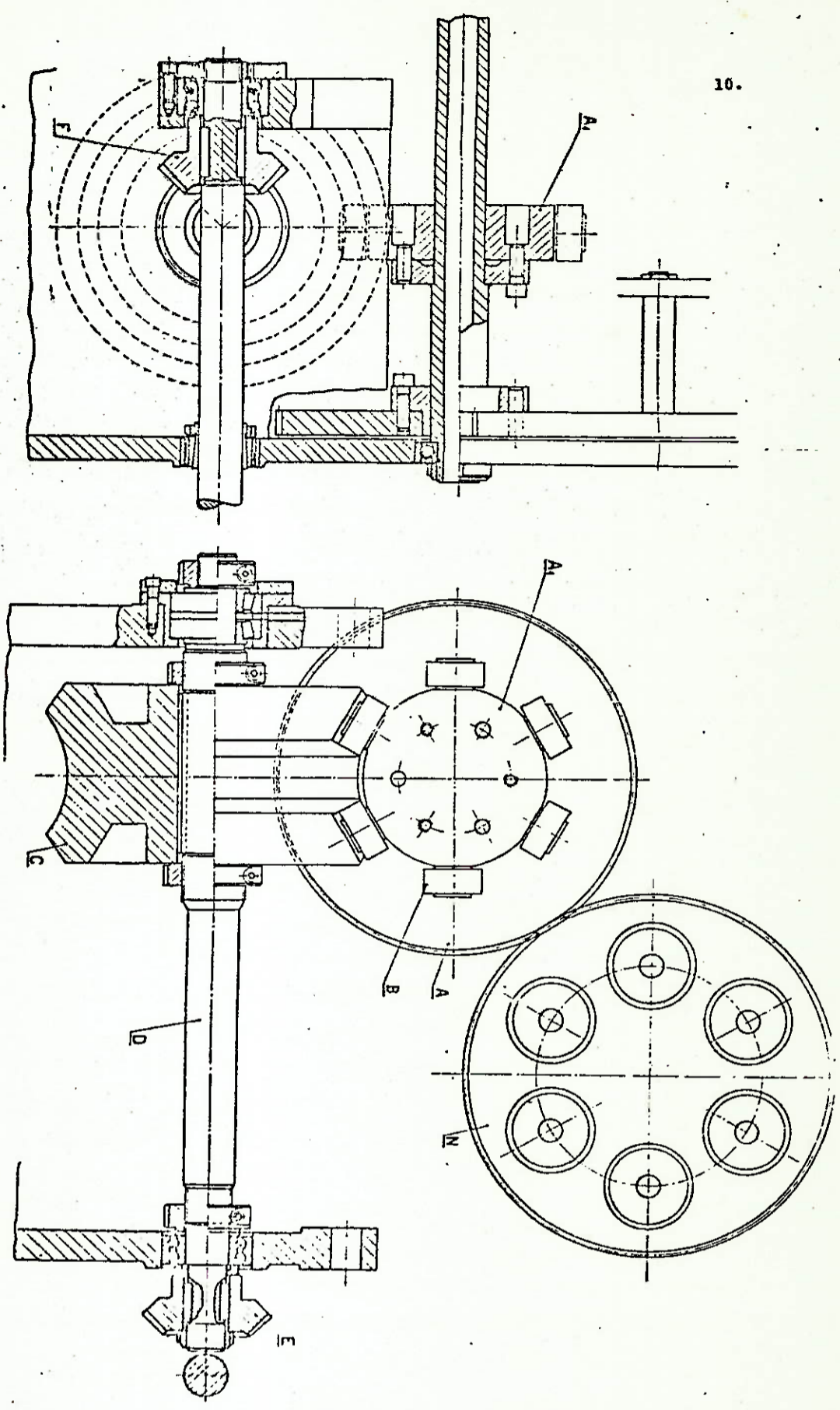
Esse sistema que apresentamos acima (acionamento da pinça) pode ser hidráulico com a utilização de um pistão oco.

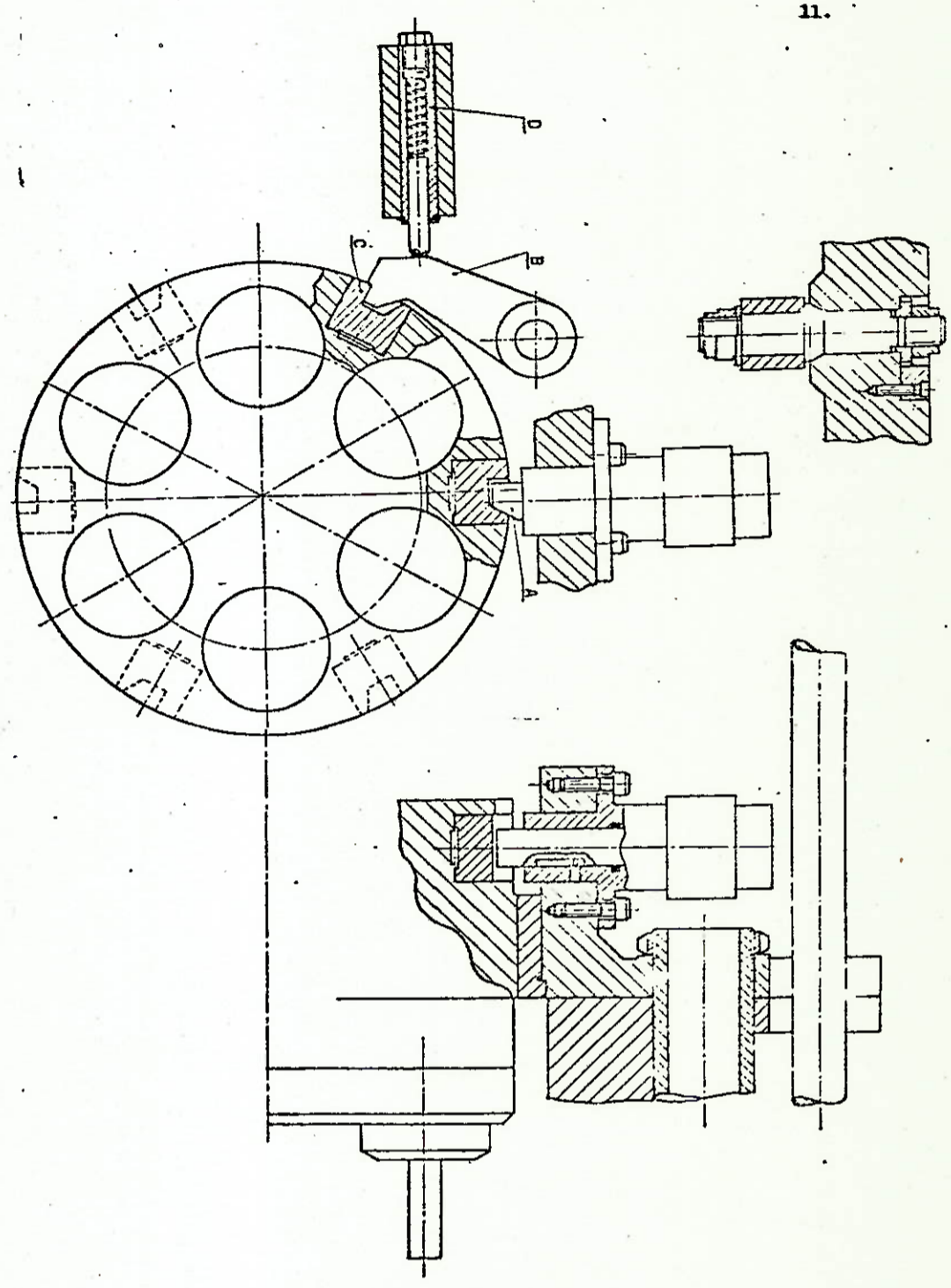
I.2.2.3 - Grupo de comando da rotação do tambor porta-mandris (Figura I.5).

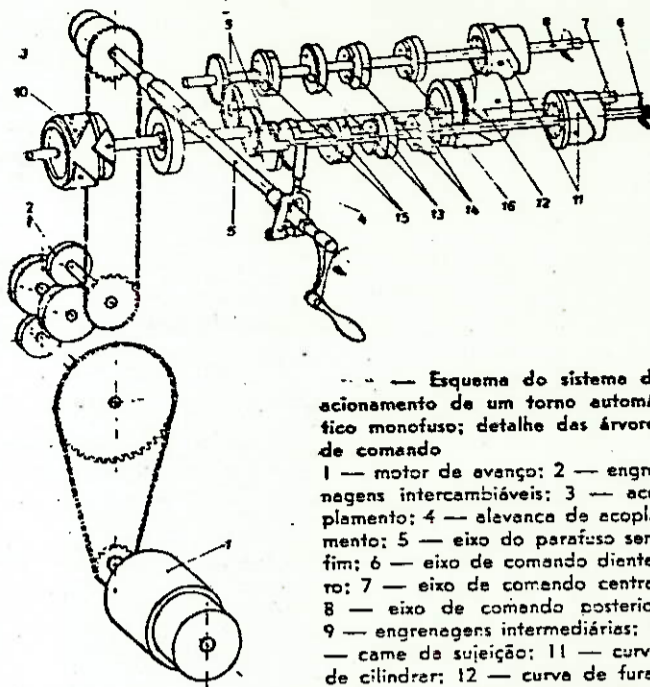
O tambor M é vinculado à engrenagem N, acionada no momento oportuno por outra engranagem gêmea A, acoplado (Figura I.5). Sobre a face desta última é preso o disco A, que leva 6 rolamentos de esferas B, rodantes sobre outros tantos eixos fixos; um par deste rolamentos permanece constantemente conectado com um grosso fuso helicoidal sem fim, situado em volta do corpo C, que ao rodar de 1/6 de volta. (já mencionado), transmite o movimento para o disco porta-rolamentos, para a engrenagem A e então para o tambor porta-mandris.

Praticamente os 6 rolamentos constituem os dentes de uma roda helicoidal, conectados com o parafuso sem fim, que neste caso é o corpo C, com seu fuso de rosca helicoidal. Este último, é montado sobre o eixo D, também sobre rolamentos de esfera e roletes; ele recebe a rotação de 1/6 de volta da engrenagem cônica externa E, que engrena com outra gêmea F, acionada por um eixo.

Este sistema de rotação intermitente permite uma translação muito rápida, precisa, sem choques, num tempo de aproximadamente 0,4 seg.



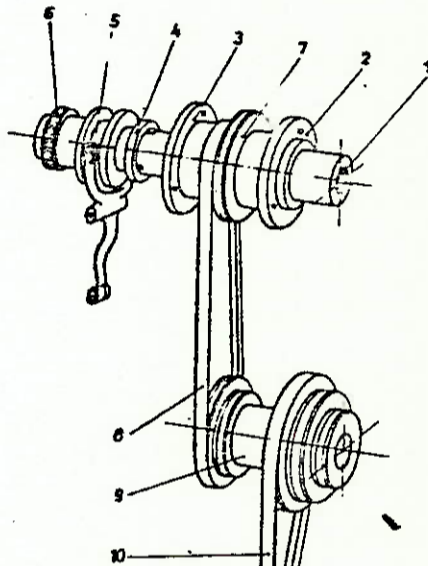




— Esquema do sistema de acionamento de um torno automático monofuso; detalhe das árvores de comando

1 — motor de avanço; 2 — engrenagens intercambiáveis; 3 — acoplamento; 4 — alavanca de acoplamento; 5 — eixo do parafuso sem-fim; 6 — eixo de comando dianteiro; 7 — eixo de comando central; 8 — eixo de comando posterior; 9 — engrenagens intermediárias; 10 — came de sujeição; 11 — curvas de cilindrar; 12 — curva de furar; 13 — curvas dos carros transversais; 14 — curvas de sustentação para cilindramento; 15 — curvas para carros verticais; 16 — curvas para encosto do material

Fig. I.8



— Esquema do sistema de acionamento da árvore principal

1 — pinça; 2 — mancal dianteiro; 3 — mancal trazeiro; 4 — suporte das garras de sujeição; 5 — dispositivo de sujeição; 6 — anel de ajuste da sujeição; 7 — polia da árvore principal; 8 — correia da árvore; 9 — conjunto intermediário de polias; 10 — correias do motor.

Fig. I.9

I.2.2.4 - Dispositivo de posicionamento do tambor porta-mandris (Figura I.6).

Durante a rotação de $1/6$ de giro, do tambor porta mandris levantam-se o obturador A (por comando oleodinâmico) e lingueta B (que vence a reação da mola D).

Ao término de cada rotação angular, eles voltam para as suas novas sedes que se apresentam; a exatidão do posicionamento é devida à lingueta B, que, com sua parte inferior, encaixa-se na sede da bucha C e a ela adere posteriormente sem folga alguma; isto é garantido pela ação tangencial exercida pelo plano inclinado do obturador A sobre o tambor M.

O obturador é comandado pelo pistãozinho deslizante - no respectivo cilindro oleodinâmico.

I.2.2.5 - Carros Radiais e longitudinais; dispositivos de comando (Figura I.7)

A máquina pode ser dotada de 6 carros radiais reguláveis, independentemente um do outro, segundo deslocamentos unimétricos.

Cada um deles recebe um comando para o curso de aproximação rápida, da ferramenta à peça em rotação. Os balancins - em ângulo, parte 7, com fulcro no pino 12, podem oscilar pelo comando que recebem dos comes universais, parte 6, é possível variar a amplitude da oscilação de um ponto sobre o braço curvilinear em relação à sua distancia do pino, parte 12. Este ponto consiste de um segundo pino, parte 11, em que faz fulcro um especial dispositivo, parte 3, formado essencialmente por um pequeno cilindro e por um pistão em conexão com o carro, parte 5, que leva a ferramenta 1. Cada dispositivo é conectado com os tubos 19 e 22 para receber o óleo, sob pressão do distribuidor de pistão 18, que, sendo comandado pelo balancin 17, manda o óleo num dos dois tubos mencionados.

O balancin 17 é movido alternadamente pelas duas pontas móveis 16 e 21 solicitadas no avanço e recuo pelas duas - linguetas 13 e 20, fixadas sobre o disco 14 do eixo de cames - 15. Este mecanismo tem a função de obter o avanço rápido sincronizado de cada carro porta ferramentas, parte 5 e então do sucessivo recuo rápido.

O dispositivo oleodinâmico, parte 3, contém, um sistema de mobilização do pistão, parte 4, que atua no fim de curso rápido, de modo que a ferramenta 1 renova regularmente o cavaco, sem vibrador elásticos. A um dado momento, a reação à força radial devida à remoção do cavaco não é mais suportada pelo óleo e sim pelos órgãos mecânicos.

1.2.2.6 - Mandris frontais independentes

Este mandris têm a finalidade de desenvolver as operações de perfuração, correção da furação, alargamento, rosqueamento com machos e tarraxas de rolos, chanfrar. Existem mandris fixos e rotatórios.

O mandril fixo constitui-se do corpo que desloca-se no suporte universal e no eixo enquanto os mandris rotativos - montados sobre rolamentos, estão aptos a cumprir um elevado número de rotações. Cada mandril tem um comando independente e um curso rápido e um curso de operação ajustável. O comando das rotações é fornecido por um grupo central, situado na coluna, que transmite a rotação simultânea de todos os mandris, dado por um eixo central que transmite primeiro o movimento para os mandris frontais e depois para os principais.

Para certas usinagens especiais podem ser empregados - mandris rotativos com abertura e fechamento de pinça. São dotados de um expulsor que entra em ação na fase de retorno e depois na abertura da pinça. Ou então pode-se empregar um mandril rotativo para as fresas frontais, que além de rodar em volta de si

mesmo, permite a rotação de uma fresa circular ou de qualquer - outra ferramenta apta para executar outras usinagens frontais . Cada mandril rotativo pode ser transformado em mandril rosqueador sem acrescentar dispositivos especiais, somente com uma chave de inversão para proceder o recuo da ferramenta (macho).

I.2.2.7 - Eixos porta-cames.

Este torno que explanamos possui dois eixos porta-cames horizontais que recebem o movimento do grupo de transmissão através de duas rodas helicoidais comandadas por parafusos sem fim; outros dois eixos de cames verticais, acionados pelas mesmas engrenagens cônicas.

A transmissão dos eixos de cames é conectada, a um - grupo de embreagens eletromagnéticas que servem para as acelerações e desacelerações dos tempos improdutivos,. Uma embreagem - mecânica permite a parada e o arranque instantâneo do eixo de - cames.

O eixo de cames possui os cames para o avanço operacional, para o acionamento de distribuição oleodinâmica de aproximação rápida e para as operações acessórias (avanço, fechamento das pinças, dispositivo de fixação do tambor porta-mandris) e também para o acionamento dos microrruptores elétricos.

I.2.2.8 - Instalação oleodinâmica.

Existe uma bomba de vazão variável com possibilidade de calibração, por exemplo de 30 a 40 atm; que alimenta os martletes de avanço dos carros, o martete de avanço do suporte central, o grupo oleodinâmico de fechamento das pinças e a trava de fixação do tambor porta-mandris.

A bomba aspira o óleo através de um filtro do reserva

tório e o manda sob pressão, aos vários grupos. Neste circuito há ainda um acumulador oleopneumático, um pressostato com manômetro.

I.2.2.9 - Lubrificação.

A lubrificação é do tipo forçado, compondo-se de uma bomba, um reservatório, um indicador elétrico para acusar os de feitos no sistema.

Dispositivos de segurança indicam a sua intervenção - por meio de lâmpadas pilotos no painel, atuando instantaneamente pelo bloqueio dos eixos de camos mediante um freio eletromagnético, ou, impedindo a rotação do motor principal.

As seguranças da máquina podem ser de dois tipos:

- a) A primeira é constituída de um sistema que atua sobre um microruptor que atua no retorno dos mandris e no fechamento das pinças.
- b) O segundo intervém no caso de omissão de corte da peça na última posição.

Também no momento de se esgotar a barra interrompe-se a usinagem parando o eixo de cames.

I.2.3 - Torno Automático Monofuso.

Basicamente o torno automático monofuso é formado por: base da máquina, cabeçote com a árvore principal, árvores de comando, eixos de guia, carros porta-ferramentas, dispositivos especiais, avanço do material, etc.

Na base da máquina se situam os espaços para o refrigerante, aparas, o painel elétrico, transmissões para a árvore

principal e árvores de comando, cada qual com um motor independente.

Sobre a base estão montados o cabeçote da árvore principal e o suporte de apoio no lado oposto e ambos são unidos por dois eixos de guia fixos temperados e retificados para servir de suporte para o dispositivo revólver estrela de contra-ponta de furar.

Apoiadas também entre o cabeçote e o suporte de apoio estão as árvores de comando onde são fixados os tambores que prendem os cames. Através de um jogo de engrenagens intercambiáveis faz-se a ajustagem correta da rotação destas árvores de comando que giram com as mesmas rotações. A cada rotação das árvores de comando completa-se um ciclo de trabalho e consequentemente a peça usinada.

Existem dois sistemas de acionamento bem definidos: o sistema de acionamento da árvore principal e o sistema de acionamento das árvores de comando ou de cames. (Figura I.8 e I.9).

A árvore principal é acionada a motor elétrico através de transmissão por correias. A transmissão pode ser de variação contínua (PIV, etc) ou por polias. Através das mudanças de velocidade pela transmissão e como tendo-se os polos do motor, obtém-se a velocidade da árvore principal desejada.

O sistema de acionamento das árvores de comando é composto de um motor elétrico com freio que, através de transmissão por corrente, aciona um parafuso sem fim no cabeçote da máquina e que por sua vez, transmite a rotação às árvores de comando em posição ortogonal ao eixo do parafuso sem fim.

Seria impossível, aqui, apresentar todos os tipos de tornos automáticos e descrever o seu funcionamento, bem como suas principais características; limitando-nos a expor algum exemplo a título ilustrativo, com noções básicas sobre o funcionamento destes tornos.

Assim o princípio é sempre baseado na interligação

dos principais órgãos, como engrenagens, cremalheiras, balan-
cins, eixos de cames, cujos cames podem ser de três tipos (figu-
ra I.10):

a) De disco ; b) de tambor ; c) frontais.

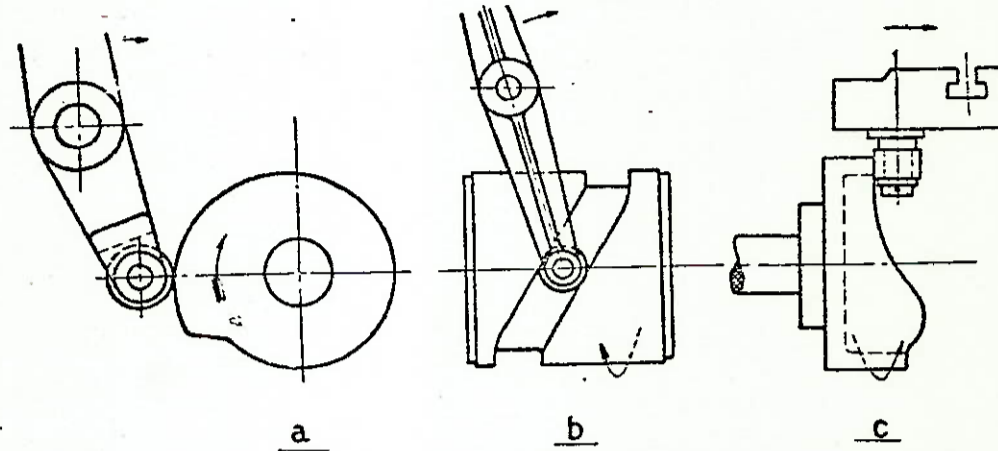


Fig.I.10

Veremos então, a título ilustrativo um torno automáti-
co monofuso com dois carros transversais e quatro cames, um tor-
no de castelo vertical e um torno automático de ferramentas múl-
tiplas independentes.

I.2.3.1 - Torno automático monofuso com dois carros transver-
sais e quatro cames.

(Figuras I.11, I.12, I.13 e I.14).

É o tipo mais simples de torno automático, êle é apro-
priado para tirar da barra peças geometricamente não complexas
ou então de forma cilíndrica, com as extremidades rebaixadas es-
féricas ou chanfradas.

Compõe-se essencialmente de um corpo A, que compreen-
de o cabeçote e o barramento. O chapéu B é localizado por cima
do cabeçote a fim de facilitar a montagem de todos os órgãos -

nele contidos, (mandril, engrenagens, correias, etc.).

O mandril porta-barras C é acionado pelo motor D através das polias E e F. A engrenagem cilíndrica H, presa ao mandril do cabeçote, transmite o movimento rotatório à engrenagem I, e então ao par de engrenagens cônicas L e M; pelo engate do carretel U, as duas engrenagens cilíndricas S e T, podem receber o movimento rotatório e o transmitem ao par parafuso sem fim - roda helicoidal V e Z.

Assim o eixo A gira juntamente com os cames de tambor e de disco B_1 , B_2 , B_3 , B_4 vinculados a ele. Os cames B_2 e B_3 , de disco, mantêm-se constantemente em contato com os rolos giratórios nas extremidades dos balancins C_1 e C_2 , determinando-se dessa forma a oscilação alternada dos dois balancins em volta de seus fulcros, deslocando ordenadamente os dois carros D_1 e D_2 para frente e para trás. A extremidade superior de cada balancin leva um pino contendo um parafuso ajustável cuja cabeça empurra radialmente o respectivo carro por cima do qual é fixado o bloco porta-ferramentas com a ferramenta apropriada.

Estando a pinça (R) aberta, a barra a ser torneada, previamente introduzida no furo do cabeçote, é empurrada pela ponta terminal, com o dispositivo empurra-barras (figura I.11) - que funciona por ação de gravidade de um peso. A barra, depois de ter percorrido um trecho do furo para sobre a cabeça do parafuso ajustável situado na sede rosqueada da haste E_1 do carro auxiliar F_1 . O carro, comandado pelo tambor de came B_4 , acha-se de acordo com a figura I.11, todo para a esquerda, por que o eixo G_1 porta rolo (vinculado ao carro) recebeu o movimento longitudinal dos cames do tambor. Os cames do tambor B_1 , até então - sem ação, atuam arrastando para a esquerda o rolo montado sobre o eixo H_1 , o carro I_1 , e o carretel N, cuja calota esferóide encontra-se debaixo dos rotores dos arpões O ali ficando até o término da usinagem. Desse modo os bicos dos arpões citados tem empurrado o tubo P contra a bucha Q, obrigando esta última a pressionar com sua câmara cônica, a pinça R que fecha-se e bloqueia a barra (sempre durante a rotação).

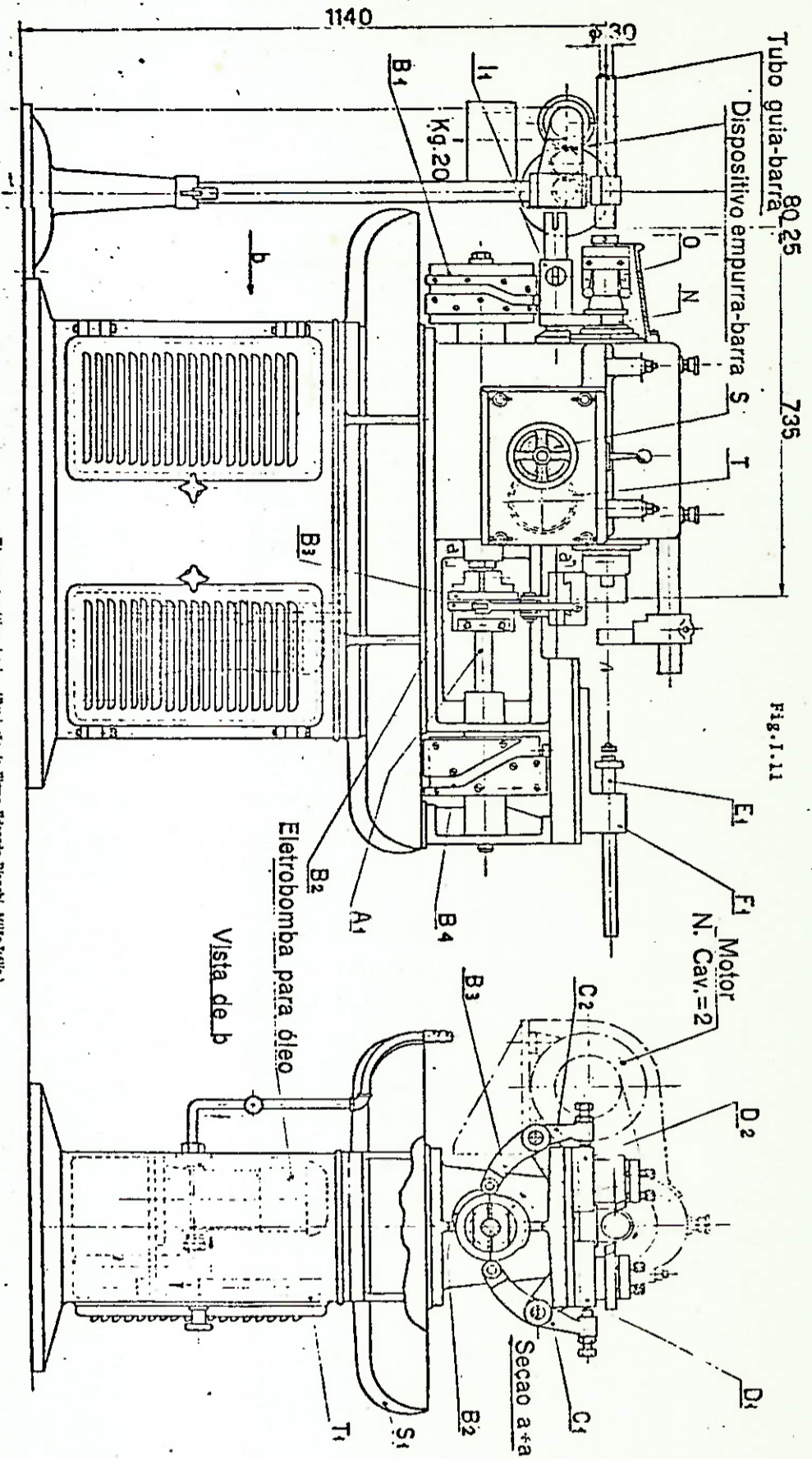


Fig. 1.11

---Torno automatico simplis. (Prodotto da Firma Edoardo Bianchi, Millesio).

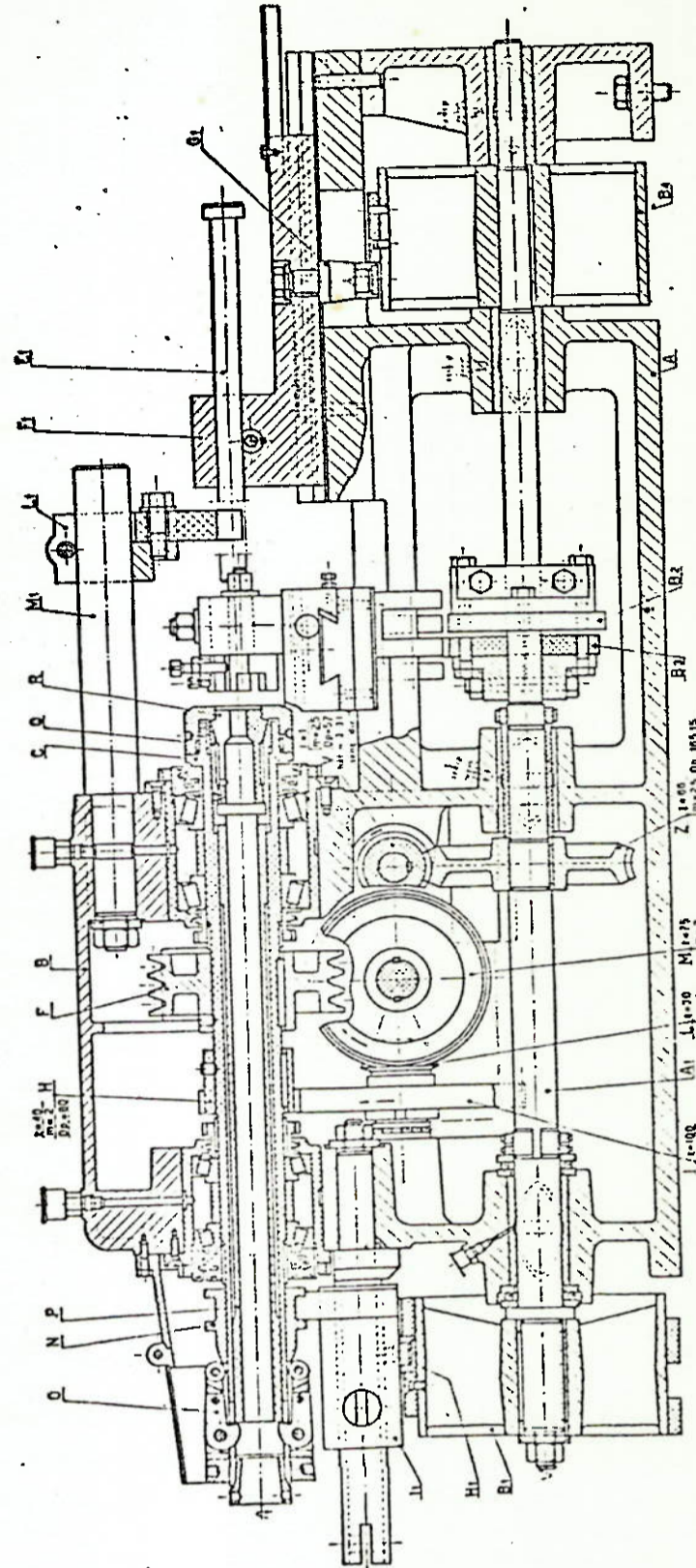


Fig. 1. 12. - Seção longitudinal do torno automático de quatro camês e dois carros transversais.

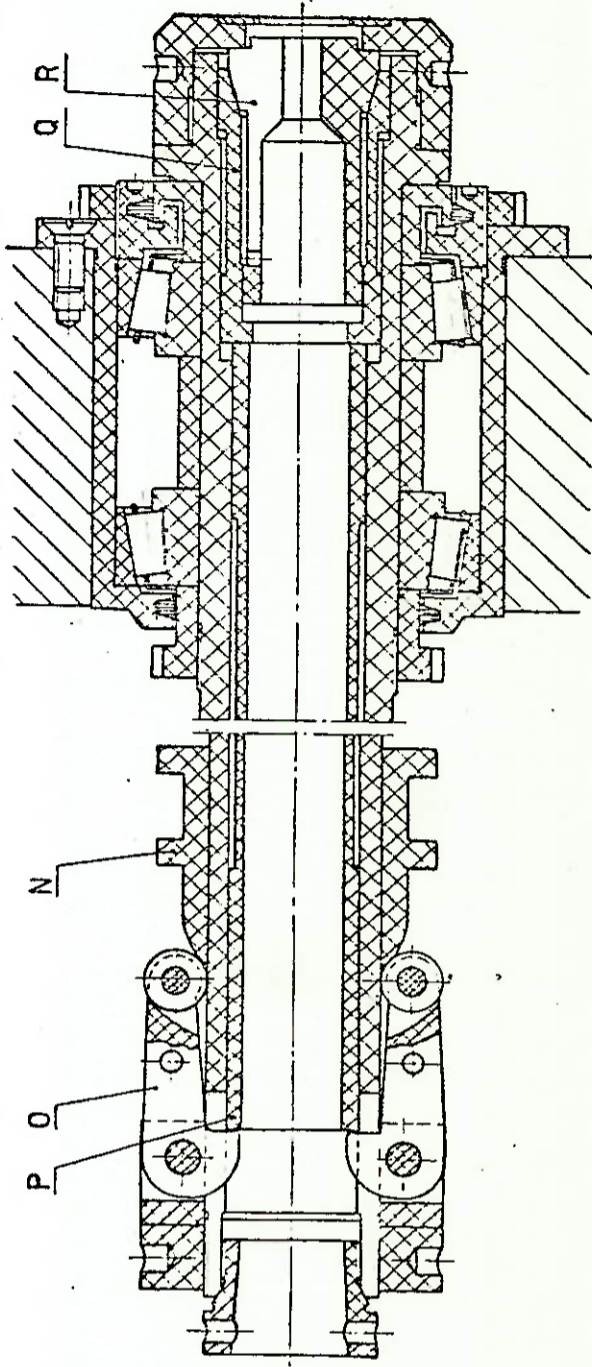


Figura I.13

Logo após, os cames de tambor B_4 , arrastam para trás - o carro F_1 e com êle a haste E_1 livrando a zona de torneamento.

O eixo F_1 , para cames, seguindo a sua rotação, faz - entrar em ação, alternadamente os dois cames B_2 e B_3 cujas saliências empurram, por meio dos balancins C_1 e C_2 ora um, ora outro dos dois carros D_1 e D_2 executando por meio dos respectivos utensílios, a perfilagem e o corte.

Após isso os dois carros recuam rapidamente à medida que as ferramentas executam o trabalho, e permanecerão parados esperando que os cames B_1 e B_4 , até então sem ação, repitam o ciclo.

Resumindo:

1ª Fase:

- a) abertura da pinça R através dos cames do tambor B_1
- b) avanço simultâneo do carro F_1 do porta-haste E_1 de parada da barra, por meio dos cames de tambor B_4 .
- c) avanço da barra a ser torneada até parar contra a cabeça do parafuso frontal da haste E_1 .

2ª Fase:

- a) fechamento da pinça R através dos cames do tambor B_1
- b) recuo do carro F_1 e porta-haste E_1 .

3ª Fase:

- a) perfilagem da barra com a ferramenta anterior fixada no carro D_1 comandada pelo came de disco B_2 .

4ª Fase:

- a) retorno rápido do utensílio anterior
- b) eventual completamento da operação de perfilagem e sucessiva separação pelo utensílio posterior, fixado no carro D_2 comandado pelo came de disco B_3 .

5ª Fase:

a) volta rápida da ferramenta posterior

O eixo de cames tem cumprido exatamente uma volta no tempo em que desenvolve-se um ciclo completo de trabalho.

Por exemplo, os simples tarugos que podem ser obtidos da barra cheia ou de um tubo, e que requerem uma única operação de corte, podem ser conseguidos pondo em ação alternadamente os dois carros: obtém-se assim duas peças para cada volta do eixo de cames; naturalmente os dois tambores B_1 e B_4 deverão ser dotados de cames que permitam sua abertura e dois fechamentos de pinças por cada rotação do eixo A_1 , como também duas corridas de ida e volta do carro F_1 porta-haste de parada da barra. As peças de maior comprimento podem ser guiadas e sustentadas pelo suporte L_1 , fixado sobre a coluna horizontal M_1 .

A fim de levar o ponto certo as ferramentas e os cames, manobra-se manualmente, com a máquina parada o volante N_1 .

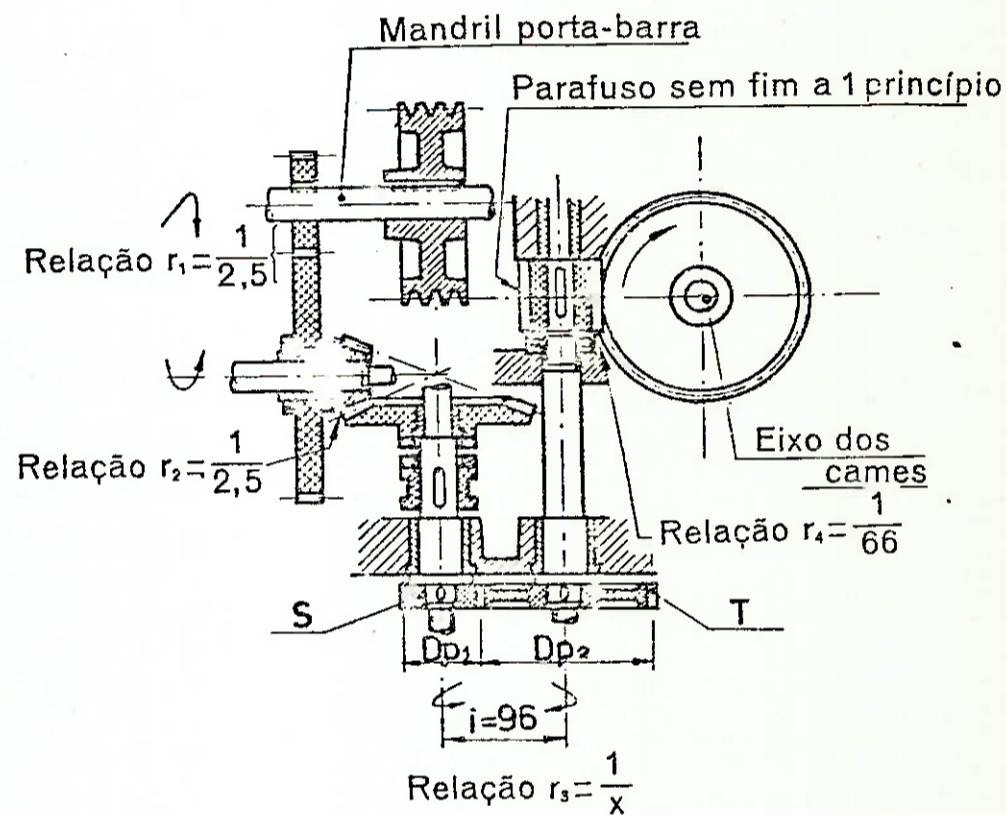
Servindo-se de uma alavanca externa, pode-se deslocar a forquilha O_1 conectada pelos engates frontais, o carretel U com a engrenagem cônica M ; vinculando-se assim o par intercambiável $S.T$ e conseqüentemente o parafuso sem fim roda helicoidal, que transmite o movimento ao eixo A_1 . Na figura I.14, o carretel U está desengatado, portando o eixo de cames é livre. Por razões de ordem prática a pinça R pode-se abrir ou fechar manualmente mediante a manobra da alavanca P_1 . O parafuso sem fim é montado sobre rolamentos que suportam os esforços axiais e radiais.

A lubrificação do sistema é garantido por oleadores e o óleo refrigerante necessário ao torneamento é, enviado por uma bomba, e depois de executado sua função cai na bacia S_1 , e filtrado voltando ao recipiente inicial, e é recirculado.

I.2.3.1.1 - Algumas considerações sobre a relação de transmissão entre o mandril porta-barra e o eixo de cames.

Como existe a necessidade de se variar os tempos de remoção do cavaco (material dimensões, etc.) o eixo de cames sendo o órgão regulador do ciclo deverá proporcionar a regulação desses tempos. É então, necessário variar a relação total de transmissão entre o eixo de cames e o mandril porta-barra. Esta variação é obtido trocando-se o par S-T.

Por exemplo em relação às várias exigências de torneamento, devemos ter no eixo de cames rotações de 1, 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5 rpm, ao passo que no mandril devemos ter 1000 rpm (ou um número diferente) Exemplificando: (figura I.15).



— Disposição esquemática das engrenagens do torno automático de dois carres transversais e quatro cames.

Figura I.15

Considerando-se uma relação 1:1000 (1 volta por min do eixo de cames e 1000 rpm no mandril). Assim:

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de rpm do eixo de cames}}{\text{n}^\circ \text{ de rpm do mandril porta-barras}} = \frac{1}{1000} = r_1 \cdot r_2 \cdot r_3 \cdot r_4$$

$$\frac{1}{1000} = \frac{1}{2,5} \cdot \frac{1}{2,5} \cdot \frac{1}{x} \cdot \frac{1}{66}$$

$$\frac{1}{1000} = \frac{1}{412,50 \cdot x}, \text{ i.é :}$$

$$412,50 \cdot x = 1000 \quad \text{e} \quad x = 2,424$$

que nos fornece a relação do par intercambiável necessário para fazer com que o eixo de cames cumpra 1 rpm.

Analogamente, se queremos 1,5 rpm no eixo de cames, com a rotação do mandril porta-barras de 1000 rpm:

$$\frac{1,5}{1000} = \frac{1}{1,5} \cdot \frac{1}{2,5} \cdot \frac{1}{x_1} \cdot \frac{1}{6,6}$$

$$\frac{1,5}{1000} = \frac{1}{4,12,50 x_1}, \text{ i.é :}$$

$x_1 = 1,616$, que nos fornece a relação do par intercambiável S-T.

E assim sucessivamente para outras velocidades do eixo de cames.

Sendo a distância entre eixos do par S-T fixa, $i = 96$ mm, por exemplo, devemos ter então duas relações a serem satisfeitas:

$$\frac{Dp_1 + Dp_2}{2} = i \quad (A)$$

$$\frac{Dp_2}{Dp_1} = x \quad (B)$$

De (A) :

$$Dp_1 + Dp_2 = 2i, \text{ logo :}$$

$Dp_1 = 2i - Dp_2$, que substituída em (B) nos dá:

$$\frac{Dp_2}{2i - Dp_2} = x$$

Logo:

$$Dp_2 = 2xi - Dp_2x$$

$$Dp_2 = x(2i - Dp_2)$$

ou,

$$Dp_2 + xDp_2 = 2xi$$

$$Dp_2(1 + x) = 2xi$$

$$Dp_2 = \frac{2xi}{1 + x}$$

Por exemplo:

$$p/ \quad i = 96 \text{ mm}$$

$$x = 2,424 \text{ (p/a relação 1:1000)}$$

$$Dp_2 = \frac{2 \times 2,424 \times 96}{1 + 2,424}$$

$$Dp_2 = 135,92 \approx 136 \text{ mm.}$$

A engrenagem S deverá ter um diâmetro primitivo de .

$$Dp_1 = 2i - Dp_2$$

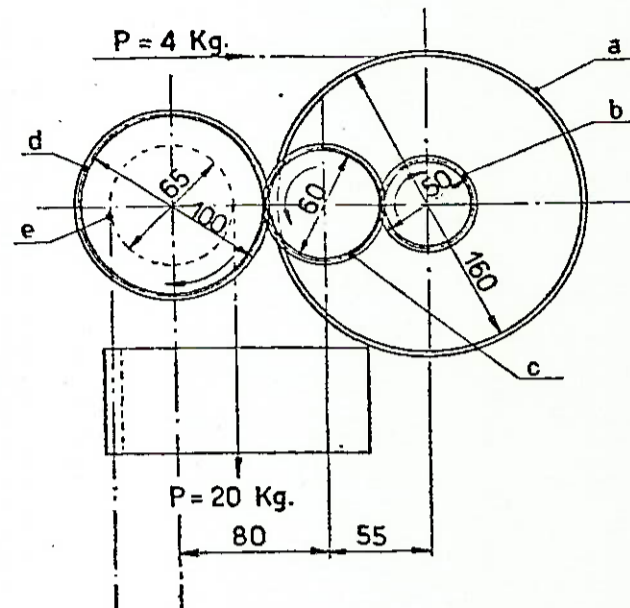
$$Dp_1 = 2 \times 96 - 136 = 192 - 136 = 56 \text{ mm}$$

Assim, escolhemos o par S-T adequado à cada velocidade desejada.

I.2.3.1.2 - Algumas considerações do Dispositivo Empurra-Barra. (figura I.16).

Temos observado que, depois de ter separado o elemento acabado da barra, a ferramenta recua rapidamente voltando para sua posição inicial. A partir deste ponto, deve-se repetir o ciclo, iniciando-se então, pela abertura da pinça que deixa livre a barra para que possa avançar por um espaço, delimitado pelo parafuso do pino se parada E_1 . O impulso para o avanço é fornecido por um dispositivo especial (figura I.11), no qual a barra é guiada no interior do tubo, partido ao longo de sua geratriz e suportado por colunas. A fenda serve para deixar passar uma lingueta de chapa, soldada lateralmente a um pino, que empurra a parte terminal da barra e enganchada a um cabo de aço - que pode envolver-se no canal da polia a (figura I.16). Esta polia é solidária à engrenagem b que recebe o movimento de duas - outras engrenagens c e d, a primeira das quais, intermediária - livre, tem a função de inverter a rotação e de ajustar os mecanismos. As engrenagens e a polia são suportadas por eixos que - lhes fornece uma rotação livre. A engrenagem d é vinculada ao pinhão e, sobre o qual é enrolada uma corrente de roletes que - leva, na sua extremidade, um peso, que atuando por gravidade estica a corrente, e transmite um torque nas três engrenagens d, c, b. A polia de garganta a, então produz um esforço periférico reduzido, mas suficiente para puxar a corda enganchada à lingueta de chapa, soldada ao lado do pino. Desse modo, a barra cada

vez que se libera da pinça, avança por efeito do empuxo da cauda recebido pelo pino vinculado à corda por meio da lingueta - já citada.



— Esquema dos rotismos do dispositivo empurra-barra para torno automático.

Fig. I.16

- Dimensões e Cálculo do Dispositivo Empurra-Barra -

Prevendo-se um esforço de 4 kgf para empurrar a barra, levando em consideração os atritos, devidos também às deformações axiais da própria barra.

O cabo de aço deve receber então um esforço, na periferia da polia a, igual a 4 kg.

Considerando-se as dimensões dadas na figura I.16, a relação total de transmissão das diversas rodas situadas entre a 1ª engrenagem e (acionada) e a última a (motora) pode ser expressa por:

$$i = \frac{160 \times 100}{50 \times 65} = \frac{16000}{3250} = 4,92$$

O peso P deverá ser igual à:

$$P = 4,92 \times 4 = 19,68 \text{ kg} \approx 20 \text{ kg.}$$

O curso útil do peso é estimado em 825 mm, podendo-se puxar a barra de um comprimento $L = 825 \times 4,92 = 4059 \text{ mm}$.

I.2.3.2 - Tornos Monofusos Automáticos de Castelo Vertical

A maioria dos tornos automáticos possui um castelo - giratório porta-ferramentas, que tem a característica de rodar automaticamente, de uma fração de volta, para cada operação de sejada na barra em rotação.

Outros carros porta-ferramentas, dispostos radialmente aumentam a possibilidade de desenvolver outras fases, sendo então possível realizar um número diversificado de formas e peças.

Existem tipos de tornos que permitem realizar:

- a) o torneamento cônico
- b) o rosqueamento interno e externo
- c) a separação da peça por cavacos.

O mandril porta-barra pode mudar automaticamente o n° de rpm. Por meio de um dispositivo especial pode-se também parar a rotação do mandril quando a barra se esgotar.

Os cames do castelo e dos carros podem ser facilmente trocados por outros de diferentes perfis, permitindo usinas liversas. Os cames, também, podem ser regulados angularmente entre si, possuindo números de referencia para facilidade de regulagem.

- Fundamentos de funcionamento -
(Figura I.17)

1^a Fase:

- a) abertura da pinça G por meio do came de tambor H, - da alavanca I, do cilindro L e dos arpões F.
- b) avanço simultâneo do carro O (que leva o castelo O_1) por meio da alavanca G_1 (de setor dentado) e do came H; a finalidade deste movimento do carro é apresentar o tope - de parada situado no castelo O_1 .
- c) avanço da barra de uma segmento relativo ao comprimento da peça a torneiar; o limite de saliência da barra, por fora da pinça, é estabelecido pelo encosto da própria barra na cabeça do tope de parada.

2^a Fase:

- a) fechamento da pinça G mediante o came de tambor H, da alavanca I, do cilindro L e dos arpões F.
- b) recuo do carro Q, por meio dos orgão já citados.
- c) rotação do castelo Q_1 , de 1/6 de volta, a fim de - apresentar uma primeira ferramenta; o mecanismo para a rotação do castelo O_1 , compõe-se das engrenagens A_1 e A_0 , do divisor (em forma de cruz de Malta) M_1 , a pequena biela P_1 , o obturador N_1 , a alavanca G_1 , a cremalheira F_1 e o came H_1 .

3^a Fase:

- a) avanço do trenó O para aproximar a ferramenta à barra em rotação.
- b) usinagem da barra com a ferramenta avançada.
- c) avanço de um dos carros radiais.
- d) usinagem da barra.

As fases a e c, b e d podem ocorrer simultaneamente.

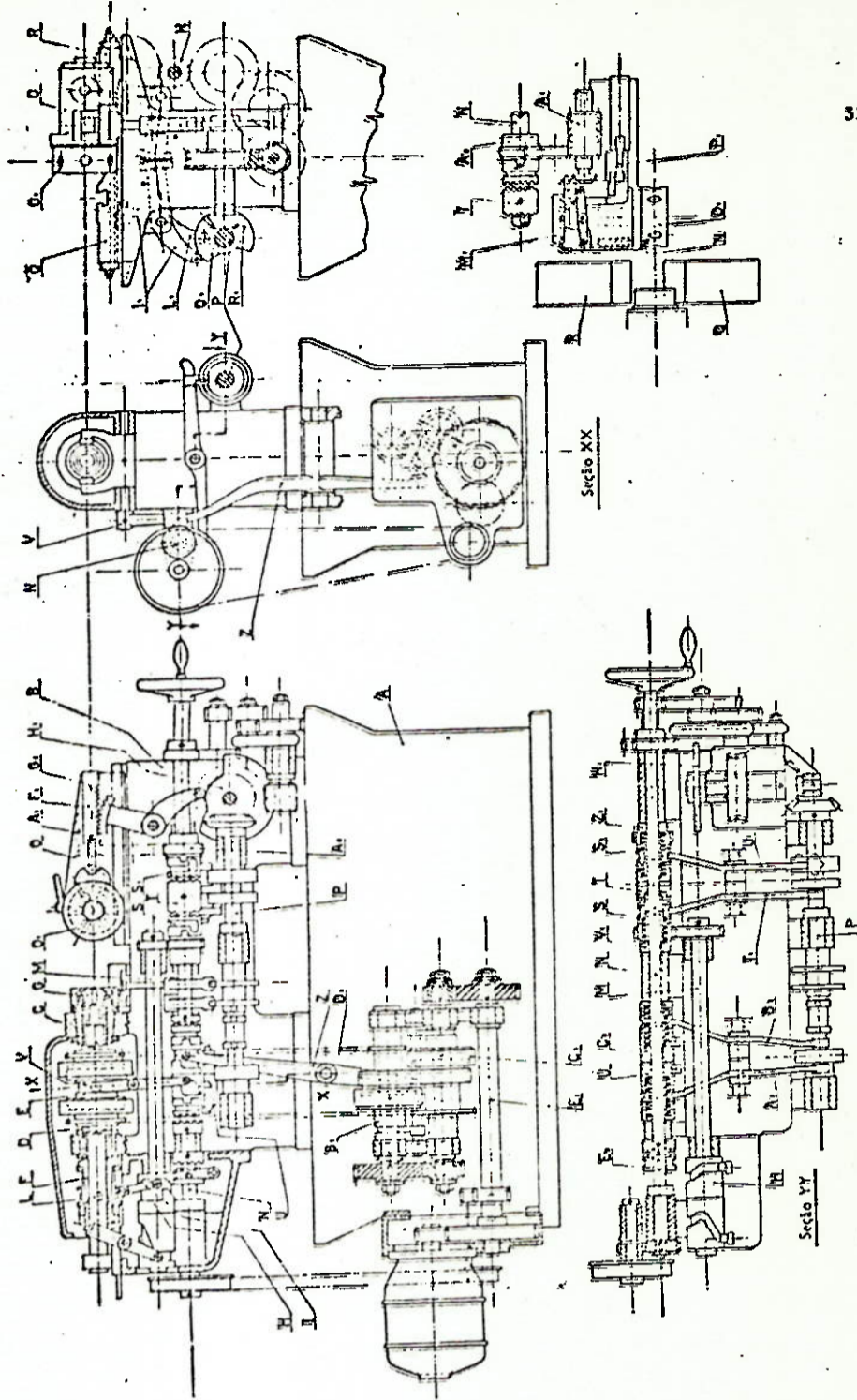


Fig. I. 17

— Esquema dos comandos dos tornos automáticos Índex 24, 26, 27.

A, mandril; B, bucha de fechamento da placa; C, alavanca para a direita; D, alavanca para a esquerda; E, alavanca para a direita; F, alavanca para a esquerda; G, alavanca para a direita; H, alavanca para a esquerda; I, alavanca para a direita; J, alavanca para a esquerda; K, alavanca para a direita; L, alavanca para a esquerda; M, alavanca para a direita; N, alavanca para a esquerda; O, alavanca para a direita; P, alavanca para a esquerda; Q, alavanca para a direita; R, alavanca para a esquerda; S, alavanca para a direita; T, alavanca para a esquerda; U, alavanca para a direita; V, alavanca para a esquerda; W, alavanca para a direita; X, alavanca para a esquerda; Y, alavanca para a direita; Z, alavanca para a esquerda.

4ª Fase:

a) recuo do carro O e do carro radial.

5ª Fase:

a) repetem-se as fases acima, somente com outras ferramentas.

No final a peça é cortada e separada da barra pela última ferramenta, fixada em um dos carros radiais.

Em alguns casos, inverte-se a rotação do mandril porta-barras, como no caso de rosqueamento interno, de pequenas dimensões; essa inversão dá-se automaticamente com uma chave de reversão comandada por algum microrruptor fim de carro.

Para rosqueamento externos com tarraxas, também é necessário mudar o número de rotações, o que é possível com o uso de embreagens B_1 e C_1 (Figura I.17), acionadas pelas forquilhas situadas nas gargantas dos cubos. A haste, que suporta as forquilhas, é deslocada no momento oportuno pela alavanca Z, comandada pelo came sobre o eixo N.

Um esquema de um torno desse tipo pode ser apreciado na figura I.18.

- Mecanismo de Comando para a Subdivisão do Castelo Giratório em Estações - .

Supondo-se que o castelo gira durante a translação do carro longitudinal, temos que as engrenagens A e B (Figura I.19) que estão montados sobre eixos apoiados no embasamento da máquina, transmitem o movimento ao carretel C, que está solidário ao carro porta-castelo. O carretel C põe em movimento o par cônico D e E, para fazer rodar o disco F. O pino G, preso a este último, entra numa cavidade do disco (com o formato de cruz de Malta)H, enquanto o came frontal do disco R desloca o balanciar I para livrar o obturador L da sua sede. Assim sendo, o castelo M gira $1/6$ a volta. O disco F, para realizar es-

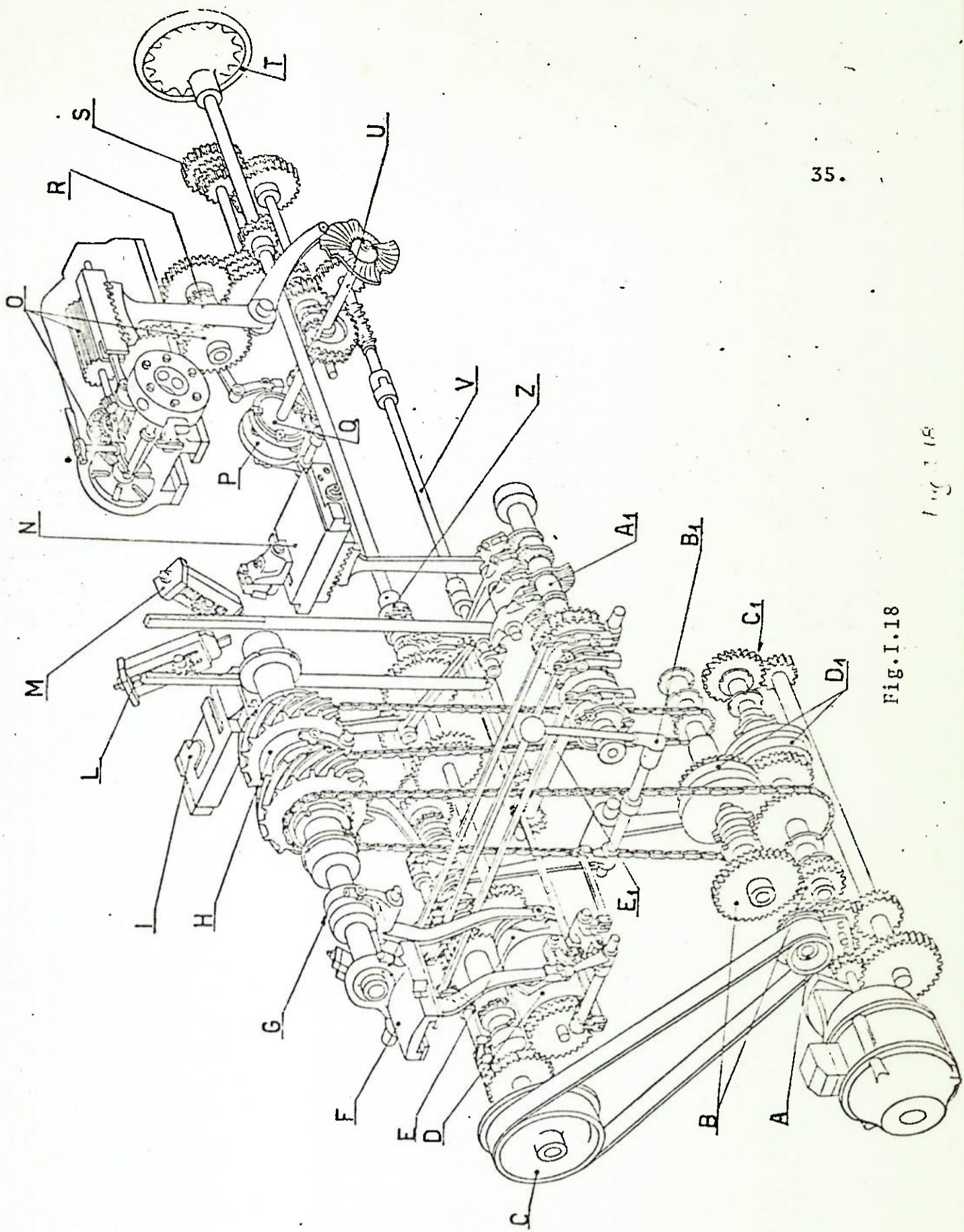


Fig. I.18

Fig. I.18

ta rotação, cumpria uma volta completa, levando novamente o pino G para a posição de partida e pondo ainda a biela N na posição horizontal, i.é, no ponto morto. Esta biela, ligada ao disco O, fez tração, durante a primeira meia volta do disco F, na cremalheira P, a fim de evitar o contato do rôlo da alavanca Q com o came R, porém, tão logo o disco F tiver cumprido a segunda meia volta, e a biela tiver se colocado no seu ponto-morto, atua o came R sobre o rola da alavanca Q, avançando o carro porta-castelo. Após a operação o carro retorna à posição inicial, e novo ciclo se verifica.

A figura I.20 apresenta um esquema do comando dos carros, que se processa mediante a rotação dos três comes A, B e C presos ao mesmo eixo. Assim temos:

- Alavanca D, transmite o movimento para o carro anterior;
- Alavancas E e E_1 , transmite ao carro posterior;
- Alavancas F, F_1 e F_2 , " " " superior

Os carros têm um movimento transversal, retornando ao ponto morto inicial através da ação das molas internas.

I.2.3.3 - Tornos Monofusos de Ferramentas Múltiplas Independentes.

Estes tornos caracterizam-se por possuir um cabeçote porta-barras deslizante axialmente sobre uma guia do barramento. (figura I.21).

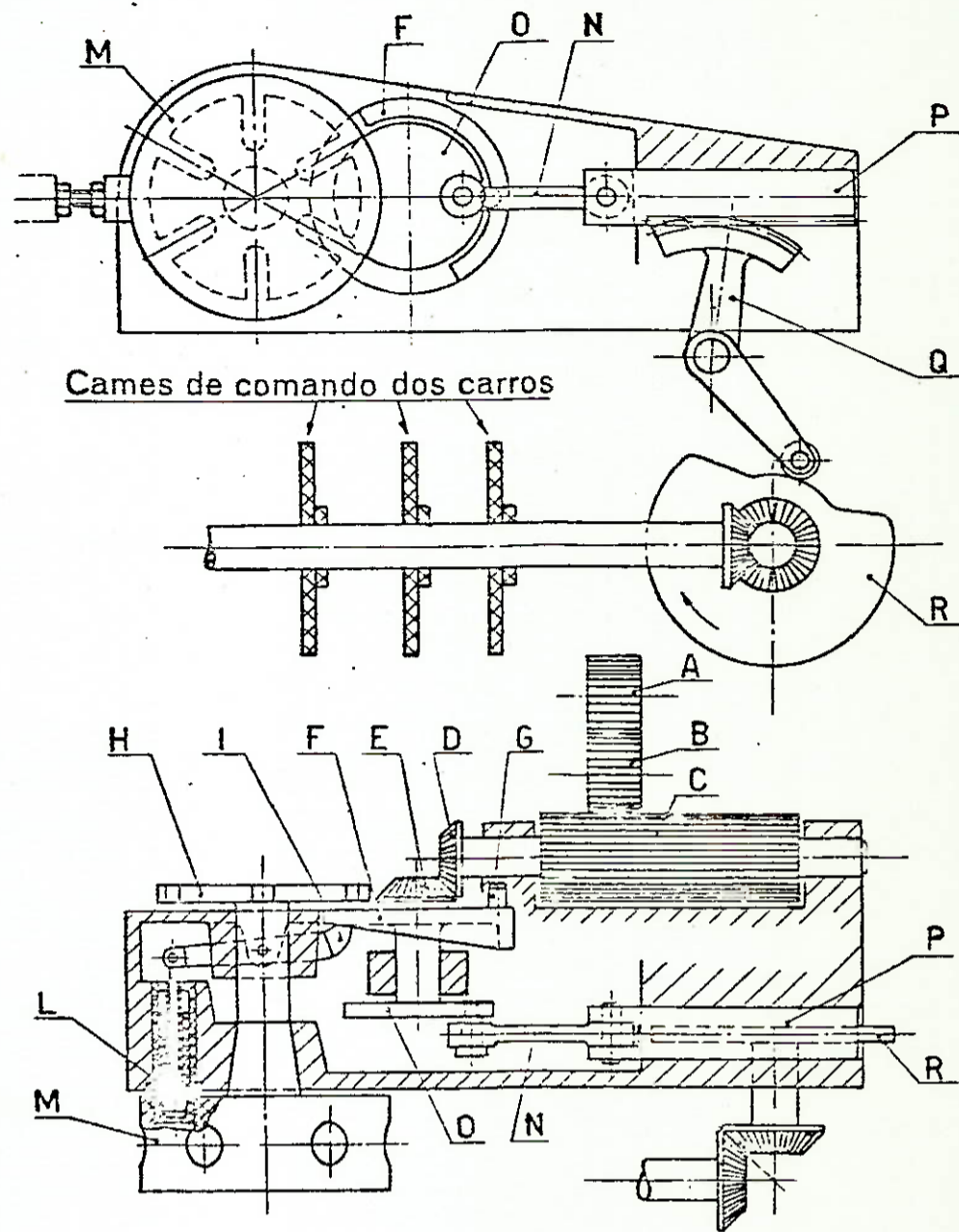


Fig. I. 19 — Dispositivo para o comando do castelo do tórno automático «Index».

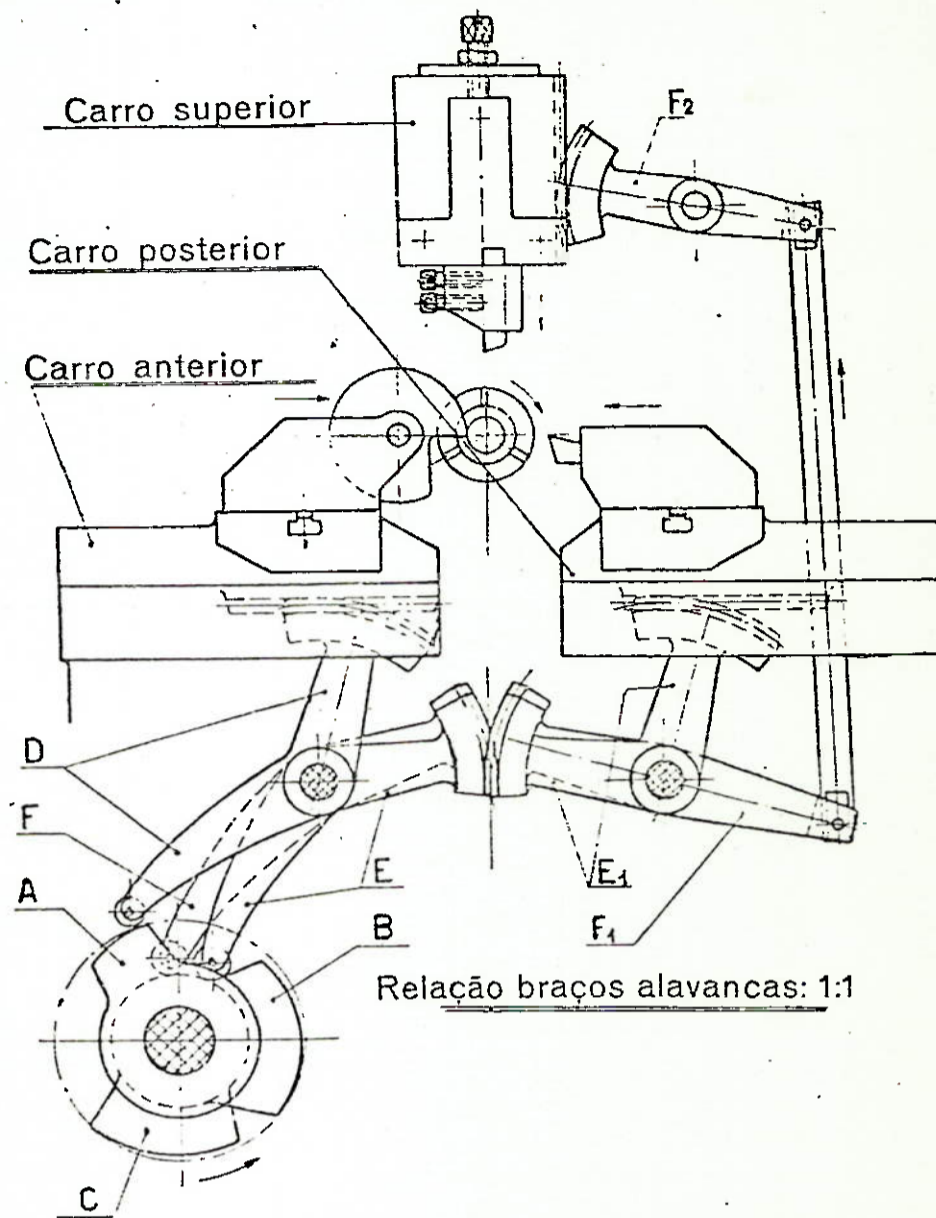


Fig.I.20 -- Dispositivo para o comando dos carros do tórno automático «Index».

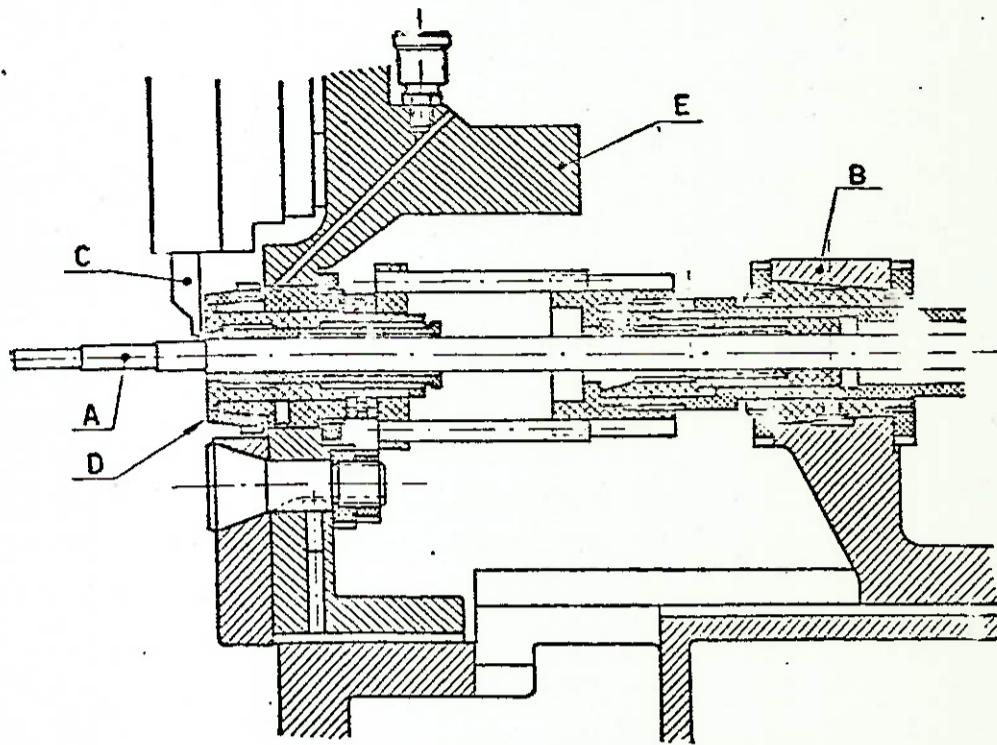


Fig. I.21 - Seção longitudinal do cabeçote do mandril do torno automático «Tornos». (Torneamento com bucha de guia).

A barra a ser trabalhada A, introduzida e fixada na pinça do cabeçote B, é guiada até perto da ferramenta C que é suportada pela bucha D, que rola sobre um rolamento. A bucha prende-se ao suporte E, fixado no barramento do torno. Assim é possível realizar a usinagem de peças compridas e finas, sem vibrações. A barra em rotação A, à medida que sai da bucha de guia, passa a ser torneada pelas ferramentas que se revezam. Para peças menores (mais curtas) opera-se, mantendo-se avançado o cabeçote B, depois de ter removido o grupo central de guia. (Figura I.22).

De qualquer modo, quando a peça for acabada e cortada, o cabeçote B acha-se na posição mais avançada, abrindo-se neste momento a pinça abre-se, o cabeçote recua de um comprimento correspondente à barra, a ferramenta cortada afasta-se e se repete o novo ciclo produtivo.

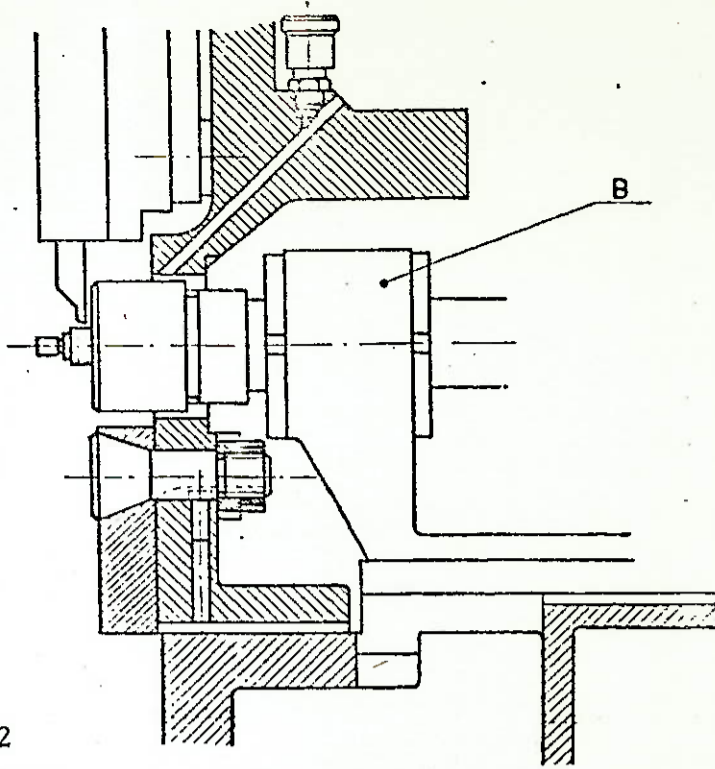


Fig. I.22

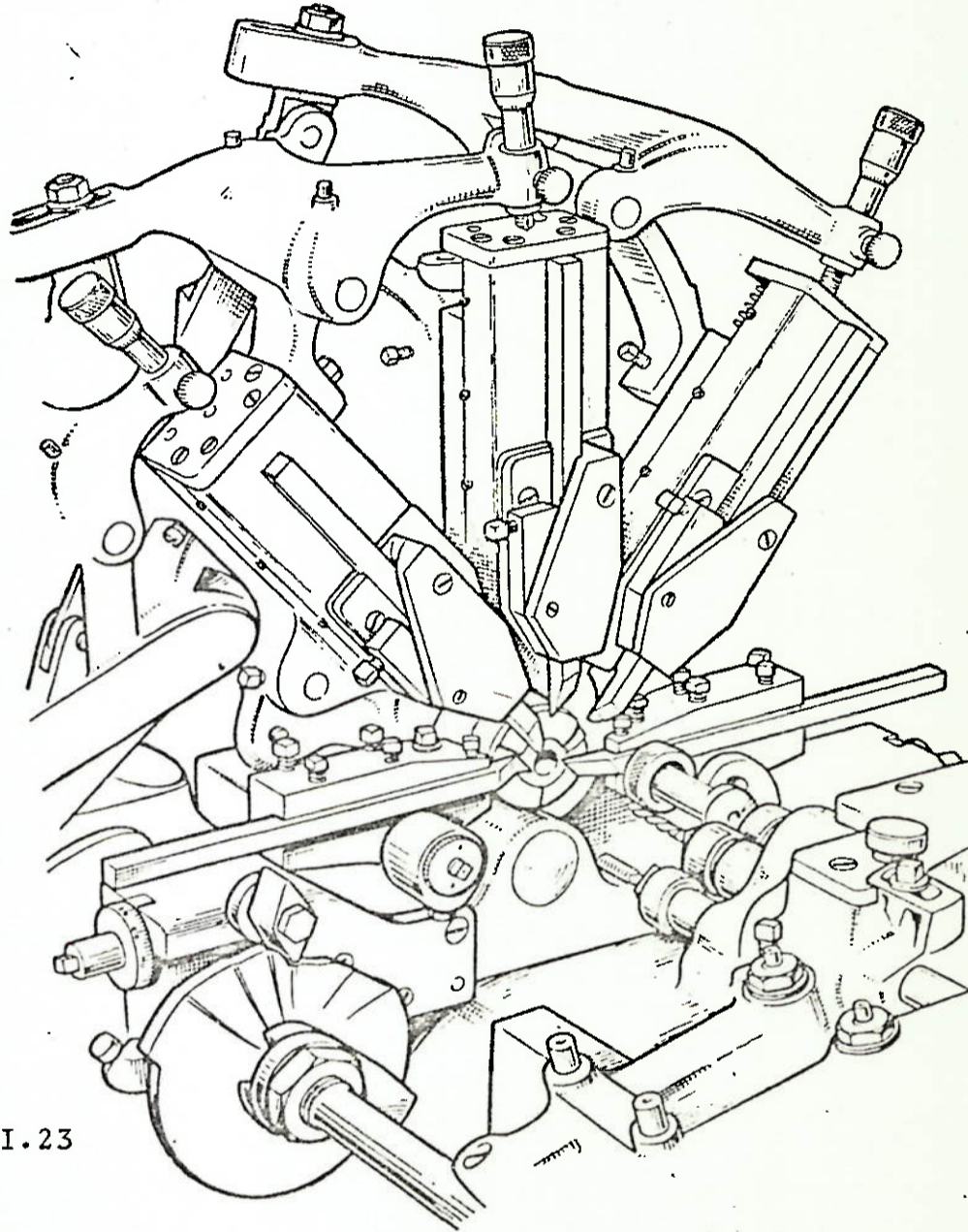


Fig. I.23

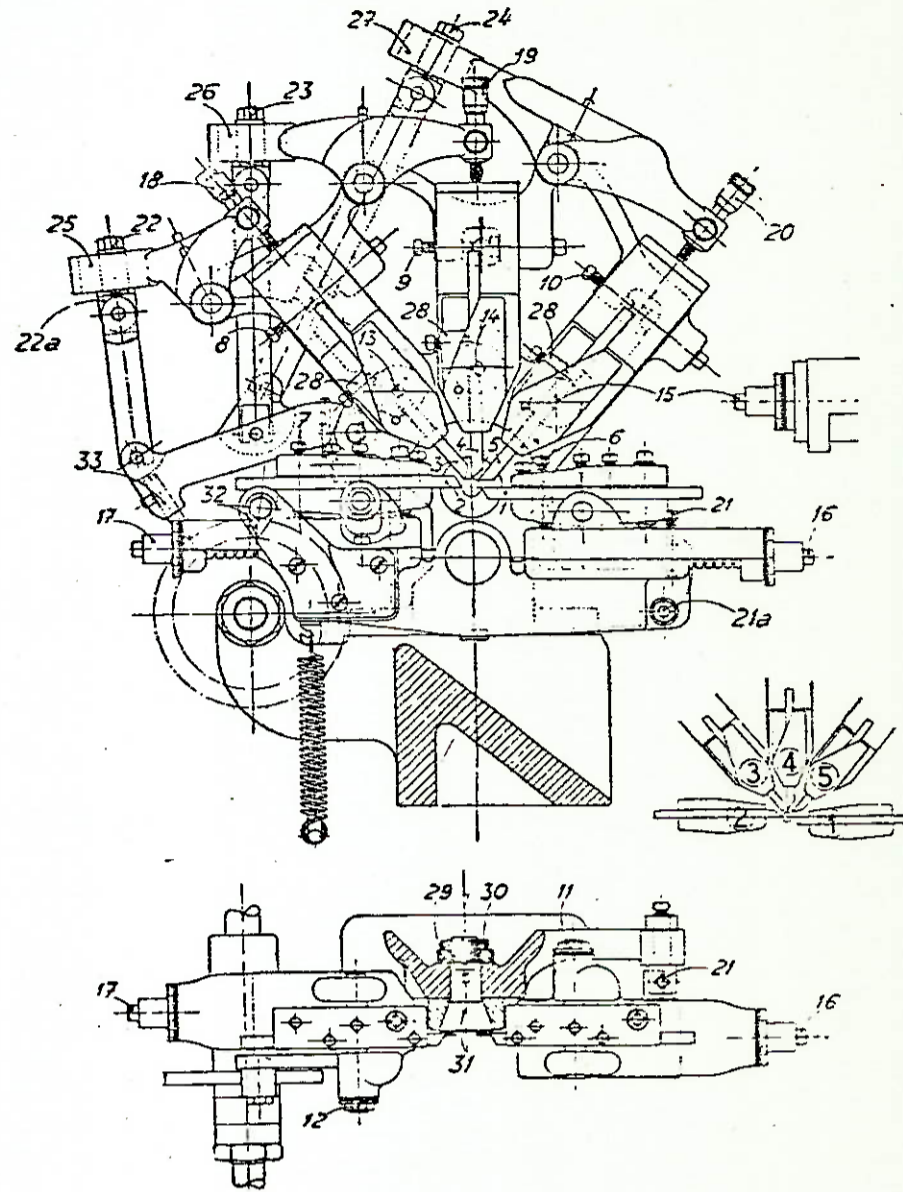


Fig. I. 24.—Vista frontal dos utensílios radiais do tórno automático «Tornos».

1, 2, 3, 4, 5, utensílios radiais; 6, 7, 8, 9, 10, parafusos de centragem dos utensílios indicados com 1, 2, 3, 4, 5; 11, 12, 13, 14, 15, parafusos de regulagem radial dos utensílios; 16, 17, 18, 19, 20, parafusos de regulagem radial dos utensílios; 21, parafuso de parada da balança; 21a, estójo de parada da balança; 22, biela do utensílio 3; 22a, conexão da biela; 23, biela do utensílio 4; 24, biela do utensílio 5; 25, alavanca superior do utensílio 3; 26, alavanca superior do utensílio 4; 27, alavanca superior do utensílio 5; 28, travas dos utensílios 3, 4, 5; 29 e 30, porcas cilíndricas de regulagem do eixo da balança; 31, eixo da balança; 32, bico da balança; 33, bico das alavancas inferiores. Segue legenda na fig. 233.

As ferramentas de torneamento (figuras I.23 e I.24) - estão dispostos em forma de leque, em volta da bucha central - guia-barras. Eles geralmente são cinco, dois dos quais, (os inferiores) são montados sobre a balança e, então vinculados. Esta balança, mono peça, tem um eixo como fulcro (figura I.25).

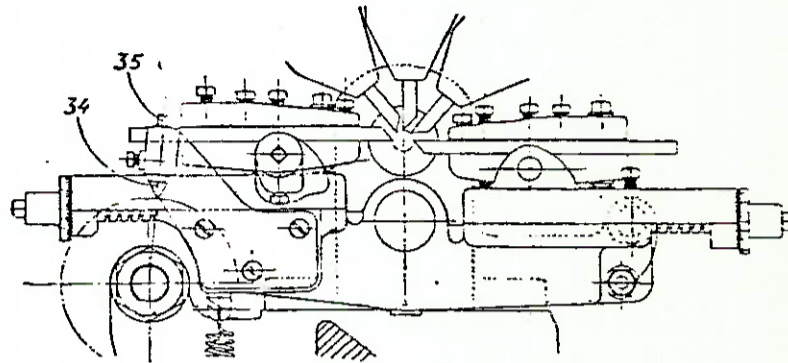


Fig. I.25

As duas ferramentas correspondentes, com os respectivos blocos de suporte, têm um comando único; todos os porta-ferramentas são acionados por um único eixo de cames.

O cabeçote porta-mandril, deslizante sobre o barramento, é comandado por um ou dois cames a disco, ou então por um came em forma de sino, cujos movimentos são transformados em longitudinais por um dispositivo de duas alavancas, em forma de cruz. Este dispositivo permite variar a relação do curso do cabeçote em relação ao curso do cames. Para reduzir os tempos improdutivos há um dispositivo de aceleração que garante um movimento mais rápido do eixo de cames nas fases, como abertura e fechamento da pinça, o retorno do cabeçote, etc. A este tipo de torno pode-se aplicar diversos aparelhos, auxiliares e dispositivos especiais com a finalidade de acabar diretamente a peça sobre a mesma máquina sem que se deva ser retomada para completar a usinagem com outras operações em outras máquinas.

Podem ser aplicados:

a) Aparelhos centrais:

Para furar com um ou mais mandris.

Para abrir roscas simples, direitas ou esquerdas, com tarraxa de ação automática, etc.

Para furar e roscar com dois ou três mandris.

Para fazer entalhos.

b) Aparelhos laterais:

Para centrar

Para abrir fundos nas cabeças de parafusos

c) Aparelhos diversos:

Para copiar

Para ajustar o comando

Para remover o cavaco durante a furação.

O eixo de cames, leva os seguintes cames de comandos:

1º - Came para a os oscilação

2º - Came para o avanço do cabeçote porta-barra

3º - Came para carros radiais

4º - Came para avanço das ferramentas de topo (furação, alargamento, rosqueamento)

5º - Came para o comando de abertura e de fechamento de pinça

6º - Came para o dispositivo de aceleração

Estes tornos automáticos possuem dispositivos de segurança que bloqueiam o eixo de cames no caso de quebra de alguma ferramenta de anomalias nos comandos.

A lubrificação é feita da mesma forma que nos tornos automáticos monofusos vistos anteriormente.

CAPÍTULO II

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE TORNOS REVÓLVER

II.1 - INTRODUÇÃO.

Sendo o propósito de nosso trabalho, uma transformação de um torno revólver em torno automático, deveremos, como já fizemos com os tornos automáticos, fazer algumas considerações construtivas e de funcionamento dos tornos revólver.

Os tornos revólver são apropriados para a produção em série, sendo assim, amplamente equipados com controles sequenciais. A preparação e a execução do trabalho se efetuam separadamente. A preparação equivale à disposição segundo um plano e abrange a fixação e regulação das ferramentas, para que possam trabalhar na sequência prevista pelo plano; a regulação dos encostos para delimitar os percursos longitudinais e transversais das ferramentas, como as velocidades de corte e avanço, também dependem da distribuição programada. As peças resultam iguais nas dimensões e na qualidade, sem qualquer interferência no manipulador, de maneira que até aprendizes podem trabalhar no torno-revólver.

Este tipo de torno possui o eixo principal furado, i. é, o mandril porta-peça que em máquinas de tamanho médio será de 25 a 80mm, determinando-se, assim, as dimensões das barras e também as relações de grandeza do torno; sendo dotado do tradicional carro longitudinal de um torno universal e de um segundo carro (também longitudinal) com um cabeçote ou castelo giratório porta-ferramentas. Este castelo que representa a semi automaticidade do torno tem a possibilidade de girar de um certo grau apresentando uma nova ferramenta toda vez -

que o carro normal longitudinal recuar, sendo possível, assim, executar um ciclo pré-estabelecido de usinagens.

Existem numerosos tipos e tamanhos de tornos revólver, e a título ilustrativo passaremos a descrever alguns tipos bem como suas principais partes.

II.2 - Tornos Revólver com Castelo Horizontal (Figura II.1)

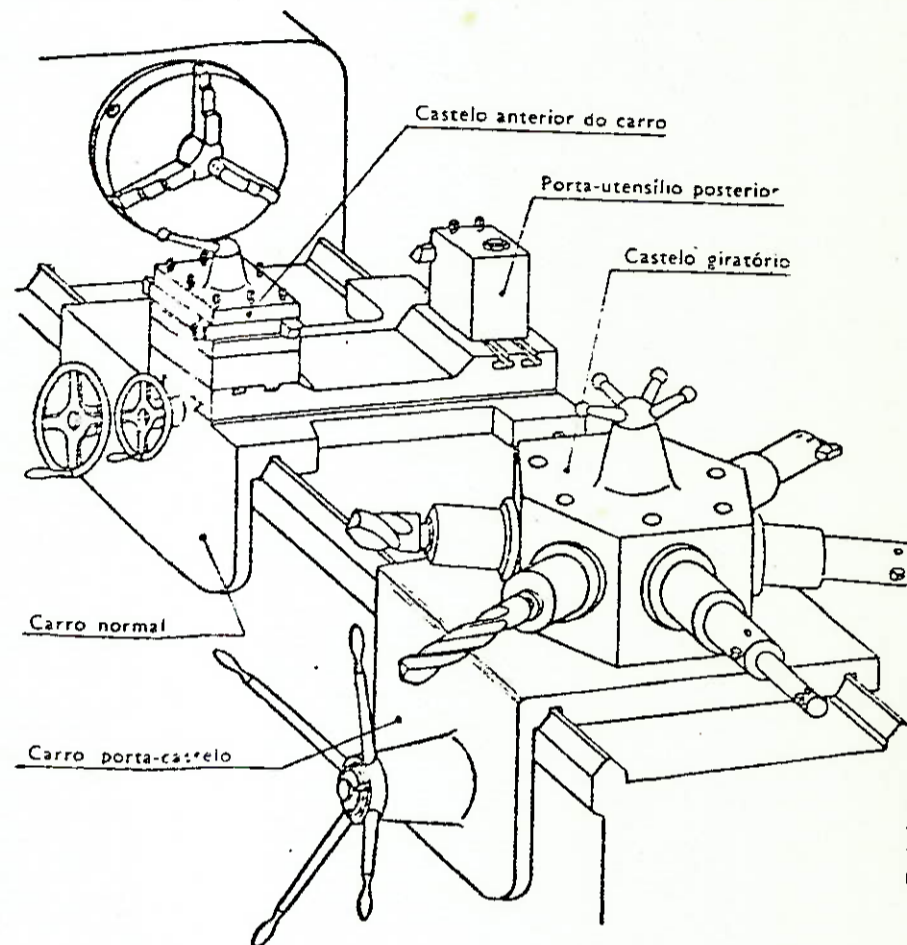


fig.II.1

Este torno revólver tem a característica de cumprir - automaticamente o ciclo completo de usinagem e se parar ao terminar a operação; o carro longitudinal porta-castelo avança segundo uma alimentação pré-estabelecida, depois recua ao término da fase de usinagem e permite que o castelo pode, apresentando uma nova ferramenta. No momento oportuno o carro transversal - desloca-se, avançando com uma progressão regular. Esse ciclo pode ser feito manualmente, o que ocorre em tornos revólver mais simples; essa automatização é objeto de nosso trabalho. Ao término do ciclo completo, para automaticamente qualquer movimento do mandril principal e os carros, a fim de se poder retirar a peça tornedada e montar outra a ser usinada. A nova peça passa a ser autocentrada e fixada entre duas ou três castanhas de uma placa conectada a um dispositivo geralmente pneumático.

II.2.1 - Torno-Revólver com Castelo Horizontal, Automatizado.

Partindo do torno-revólver tradicional, de castelo cujo ciclo de usinagem desenvolve-se manualmente, pode-se chegar a um torno completamente automático que consente uma usinagem - contínua de grande produção.

Essa automatização pode ser feita mediante uma série de aplicações eletro-pneumáticas constituídas de pistões, cilindros, válvulas, etc. O aparelho de comando, atuando em todos os movimentos da máquina, inclusive a mudança no número de repm, na inversão do sentido de rotação (no caso de saída da ferramenta após o rosqueamento), nos movimentos dos carros, nas paradas, na variação dos avanços, no afastamento da ferramenta antes da volta do carro; permite alta produção com baixa mão de obra qualificada.

Esse comando pode ser eletrônico, através de leitura - de uma fita perfurada, ou simplesmente elétrico, com a utilização - de uma ficha de programação, que com os jiros apropriados, -

permite o posicionamento dos pinos de contato com os circuitos elétricos necessários para o desenvolvimento do ciclo programado. O operador introduz nos furos os especiais pinos-tomadas - preparando assim as ligações dos circuitos elétricos que intervirão numa sequência ordenada.

Uma outra automatização proposta, porém mais onerosa, é aquela possibilitada por mudanças de natureza mecânica, com a adaptação de eixos de cames, mudanças nas relações de transmissão, colocação de outros eixos e engrenagens de comando, isto exigirá uma mudança substancial nas características do torno em questão.

II.2.2 - Partes Principais do Torno-Revólver de Castelo Horizontal.

- a)- embasamento - estrutura sobre a qual é posicionado o barramento que leva o carro deslizante entre guias prismáticas.
- b)- carro porta-castelo situado sobre o barramento do torno, - suporta o castelo giratório porta-ferramentas. Esse carro possui um movimento longitudinal de avanço e recuo do castelo (ou seja da ferramenta), e durante o recuo permite que o castelo gire de tantos graus quantos forem necessários para o posicionamento da nova ferramenta. Assim, por exemplo, num castelo hexagonal (seis ferramentas), este - gira de 1/6 de volta, ou seja 60° .
- c)- carro transversal- também sobre o barramento, possuindo geralmente movimentos longitudinais e transversais, como nos tornos paralelos.
- d)- cabeçote - leva o mandril que roda com velocidades variadas de acordo com a necessidade da usinagem. O cabeçote é suportado

tado sobre guias, e o mandril está montado em um eixo principal cujo interior é furado para permitir a alimentação da barra. O mandril possui um dispositivo de centralização e fixação da barra, que pode ser o tradicional de castanhas ou aquele de pinças, semelhantes ao dos tornos automáticos. (Figura I.13).

II.3 - Torno Revólver de Castelo Frontal.

Este tipo difere do anterior essencialmente por ter o castelo-revólver disposto frontalmente, segundo um eixo horizontal. Dessa maneira as ferramentas são posicionadas em frente ao castelo, em tantos furos quantos forem as ferramentas. Também neste tipo, a placa (castelo) gira de uma fração de volta, cada vez que o carro tiver completado seu curso no barramento.

II.3.1 - Partes Principais do Torno-Revólver de Castelo Frontal

- a)- embasamento - é de construção sólida, em gusa, comportando a bacia para recolher o líquido refrigerante e a bomba de circulação. Na parte superior apresentam-se as guias para o deslize dos carros longitudinais e o carro porta-castelo.
- b)- cabeçote motor - é nele contido um conjunto de engrenagens aptas a permitir a variação de velocidades de giro do mandril (Figura II.2).

Para a usinagem de peças, em grande série, é aconselhável a aplicação de um dispositivo suplementar, que permite a variação automática do número de revoluções do man-

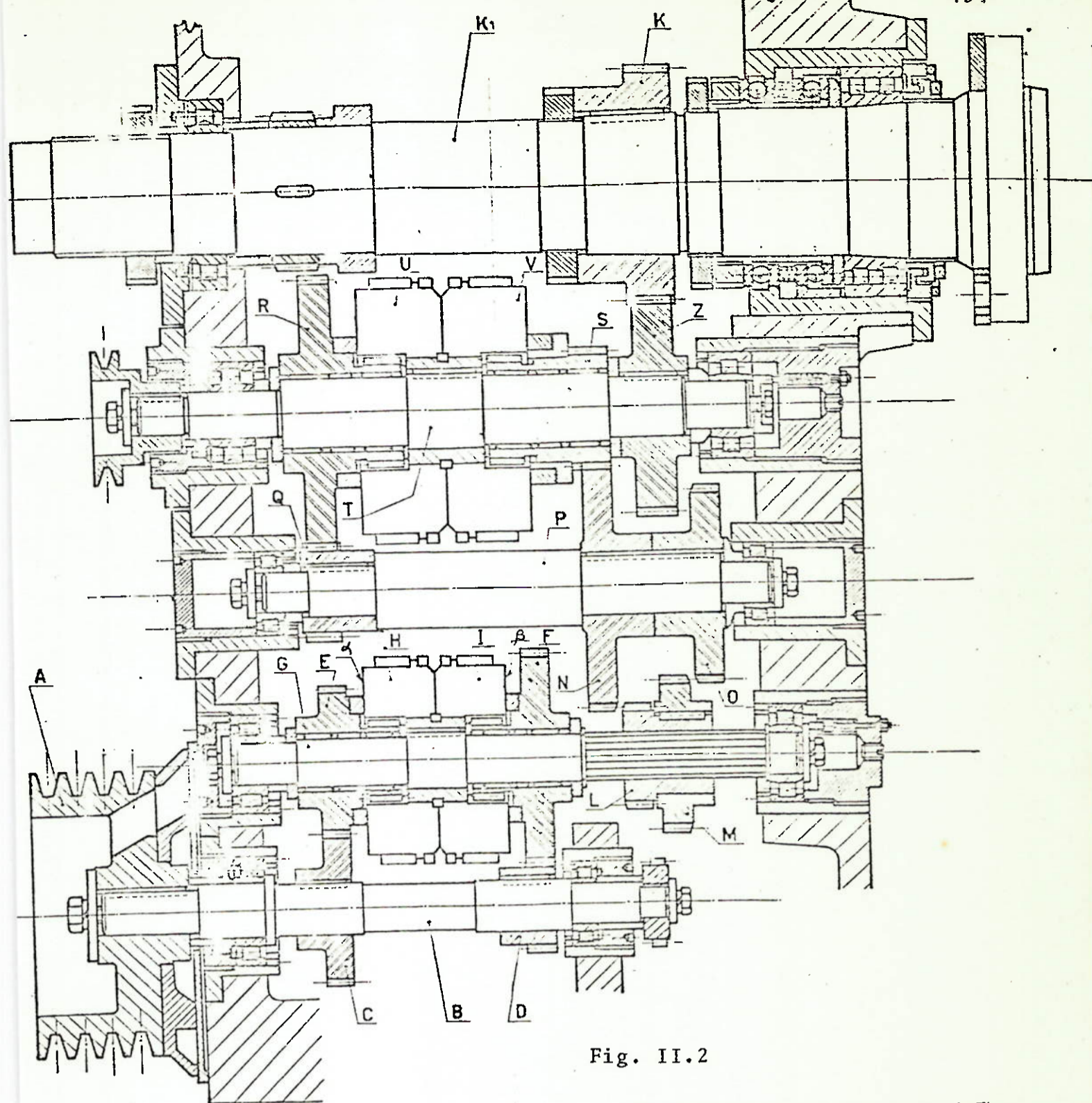
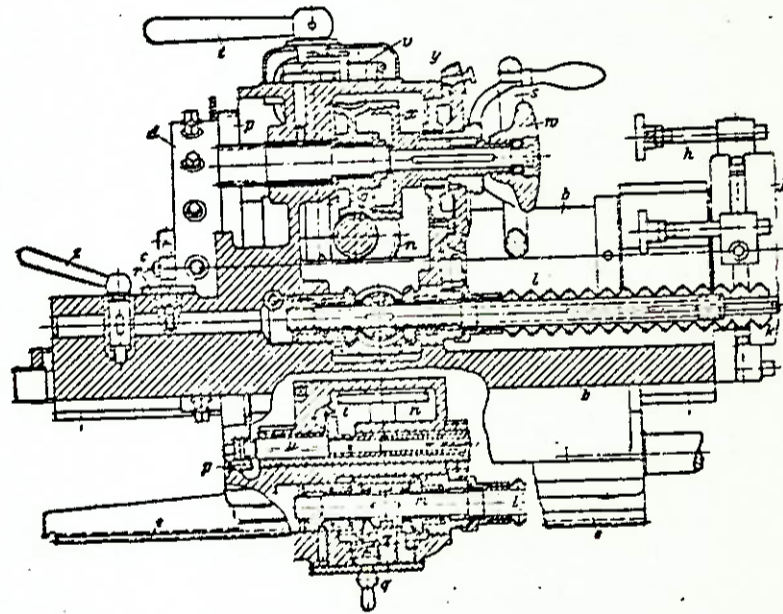


Fig. II.2

— Seção longitudinal do cabeçote do torno semiautomático com castelo frontal. (Pirex 50/200.1 e Pirex 63/230.1 da Firma Pittler).

dril em certas fases de usinagem; estas variações que se processam simultaneamente com a rotação do castelo, tem lugar de acôrdo com um programa anteriormente traçado. Pode-se também realizar a inversão do sentido de rotação do mandril numa determinada posição de ajuste do castelo, quando se executa roscas com machos ou tarraxas.

- c)- mandril porta-peça - (Figura II.3) para o posicionamento das peças (de colocação unitária e sucessiva) emprega-se a normal placa autocentrante, de castanhas, ao passo que, para a usinagem em barra, emprega-se a pinça expansível que prende a barra introduzida no furo central. O sistema de fixação pode funcionar mecânicamente, isto é, por meio de uma bucha deslizante que comanda três arpões atuantes na ponta de um tubo que empurra axialmente a pinça, obrigando-a a fechar a barra que foi lá introduzida. Se o torno for destinado exclusivamente à usinagens em barras, convém equipar a máquina com um dispositivo de fixação de ação pneumática. De qualquer modo, a atuação será sempre axial, em frente a uma bucha, em cuja sede cônica abriga-se a cabeça da pinça tornada flexível por três ou quatro cortes, a bloquear a barra.



d) - Grupo de comando para o Avanço Automático (Fig.II.4) - Esse grupo de comando do avanço automático longitudinal do carro porta-castelo localiza-se no cabeçote do torno. A conexão com o fuso do torno faz-se com uma embreagem eletromagnética, e esse grupo pode ser utilizado também para automatizar o avanço de algum outro carro.

Da Figura II.4, a polia matriz A transmite o movimento à polia acionada B, por meio da correia trapezoidal C, regulada pela polia auxiliar D. O movimento rotatório é recebido pela engrenagem E, que engrena com a acionada F, montada no eixo G, leva em rotação o grupo H, de duas engrenagens, que rodarão com um certo nº de rpm. Para fazer rodar a vara I, que determina o avanço do carro porta-castelo, é preciso engatar uma das duas coroas dentadas da engrenagem dupla L com uma das duas correspondentes coroas, da outra engrenagem dupla H. O engate verifica-se pela manobra da alavanca M que acoplada ao pinhão O, move axialmente a haste P, a forquilha Q, e a dupla engrenagem L. A vara I pode rodar com uma variação contínua de rotações por meio de um variador de velocidade, regulado pela alavanca R.

e) Caixa dos Comandos para o Carro Porta-Castelo (Fig.II.5).

Funcionamento:- o eixo I, retransmite o movimento para a própria caixa. Este eixo leva em rotação as engrenagens A e B, a primeira das quais pode deslizar sobre o cilindro C por meio da forquilha R, comandada pela haste e cremalheira E, pelo pinhão F e pelo eixo G, ligado ao torno H com alça. A engrenagem A acopla-se com a engrenagem livre L para transmitir o movimento de rotação à outra engrenagem M, que aciona o eixo N, o parafuso sem fim O, e então a roda helicoidal P. Por meio de embreagem eletromagnética Q, é possível transmitir a rotação para o eixo R e, então, para o pinhão S, logo à cremalheira T, que passa a ser deslocada juntamente com o porta-castelo, vinculado ao suporte U.

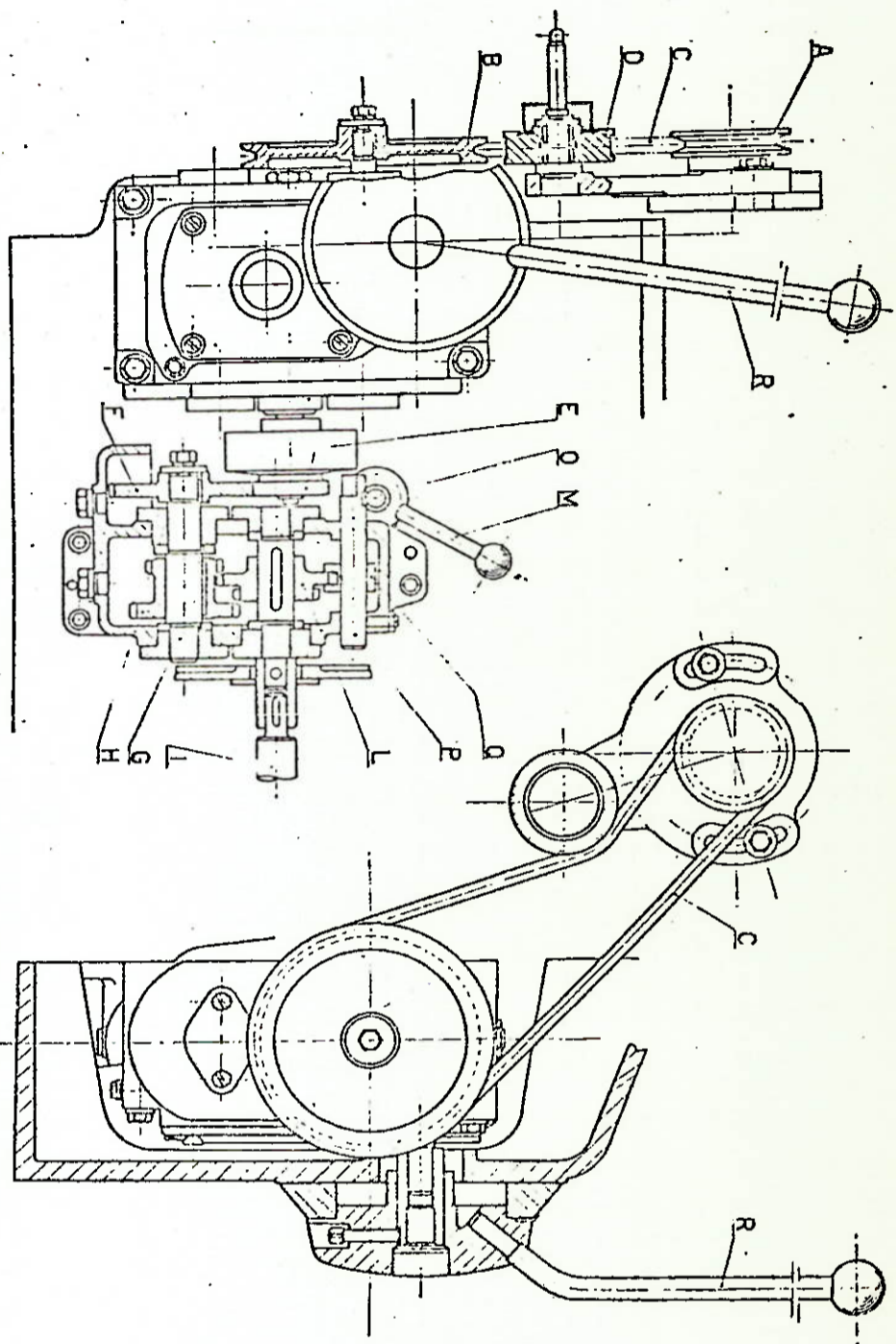


Fig. II.4 - Seções do grupo dos comandos para o avião automático de carro portacabo das turmas Pires 50/2001 e Pires 60/2001 (Produção da Firma Pintera)

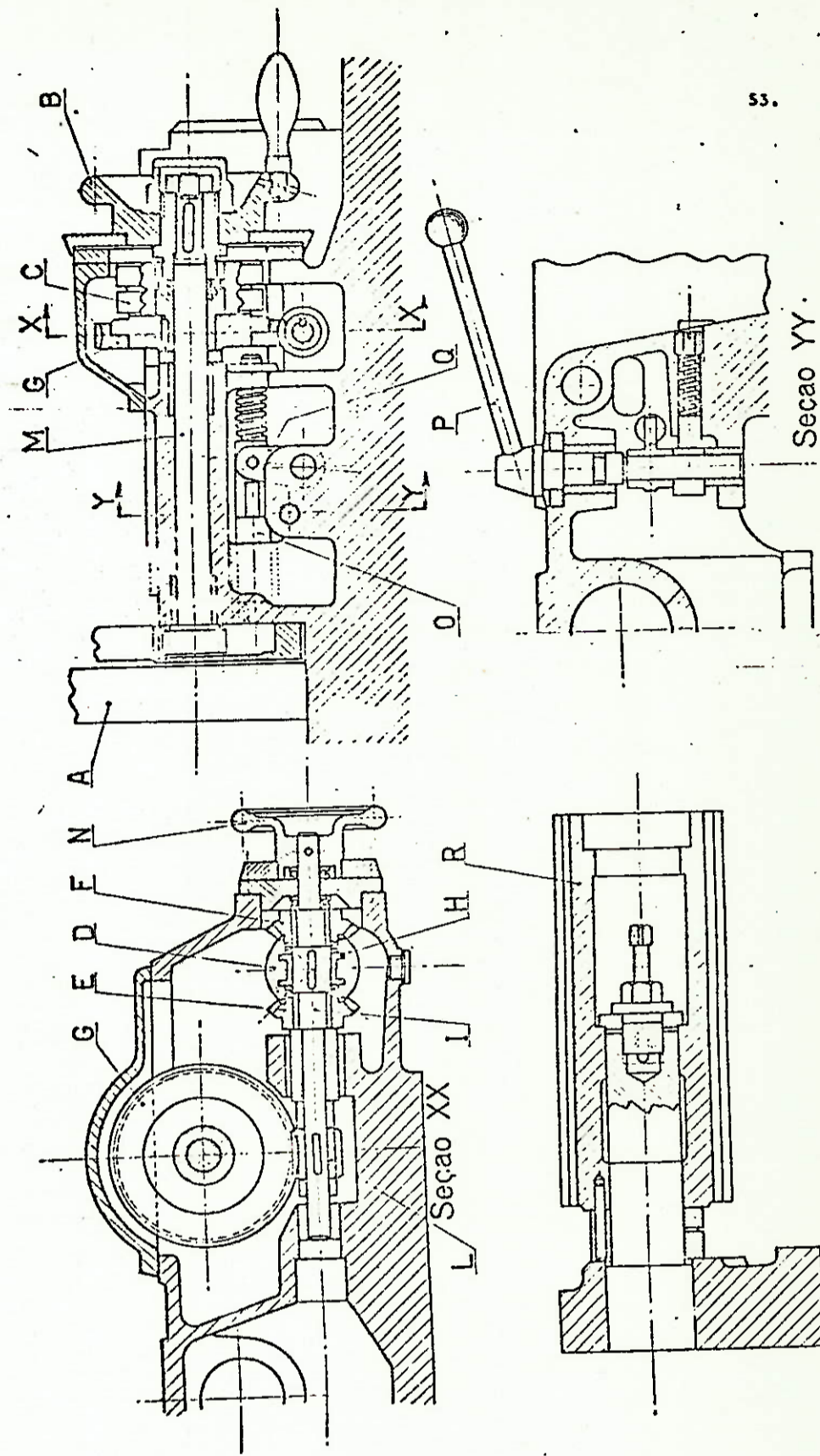


Fig. II. 6 — Diversas seções do trem de porta-caucho dos tornos semiautomáticos Pires 30/200, Pires 45/200, Pires 65/200, Pires 65/250. (Produção da Pirella.)

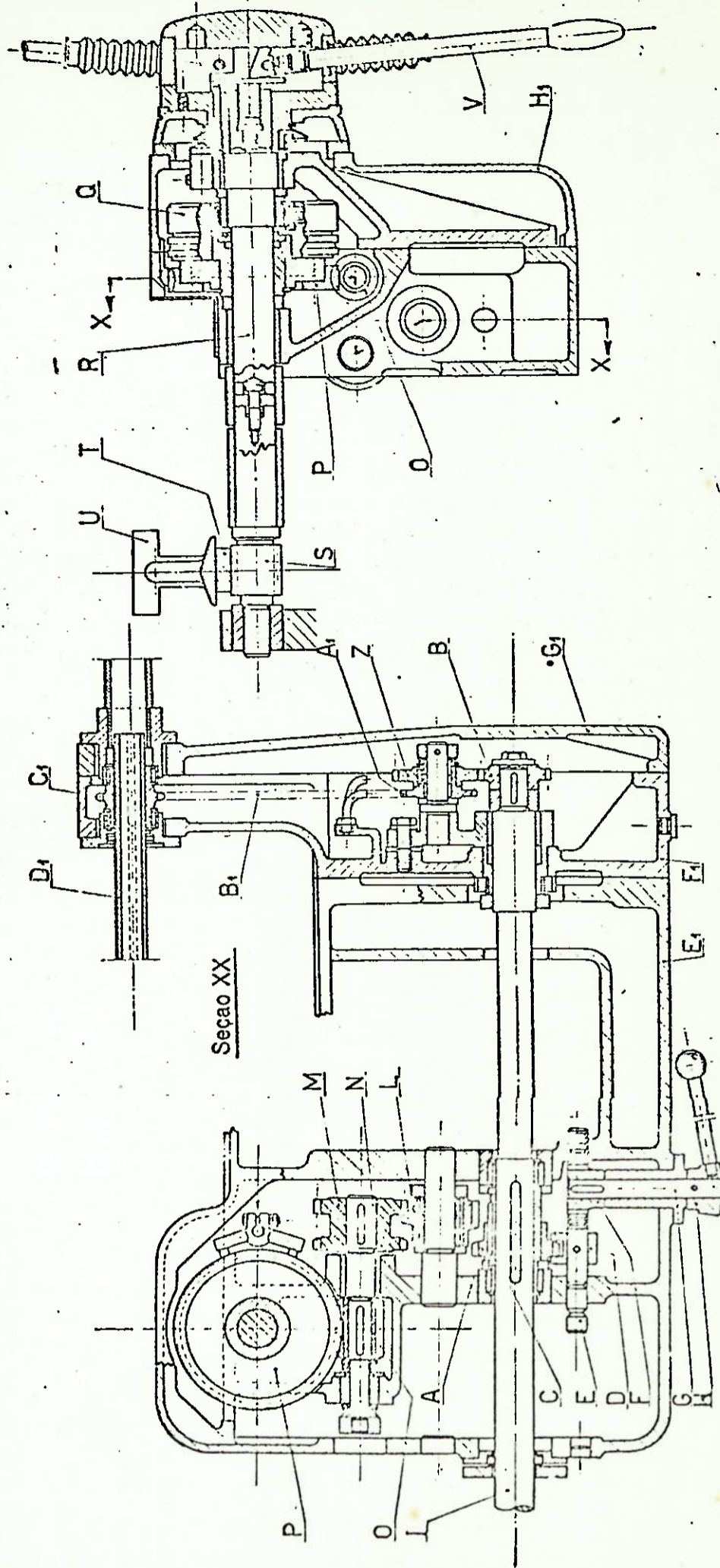


Fig. II.5 - Snytes da caixa de redistribuição dos comandos para o trenó porta-carro do tornon semiautomático Pires 50/200.1 e Pires 63/250.1. (Produção da Piffier.)

O mesmo eixo I comanda a engrenagem B e, então, as duas ou tras Z e A₁, acoplada ao pinhão C, por meio da corrente B₁, faz com que o mesmo gire, e também o eixo D₁, que comanda a rotação automática do castelo.

f)- Carro porta-castelo revólver - (figura II.6).

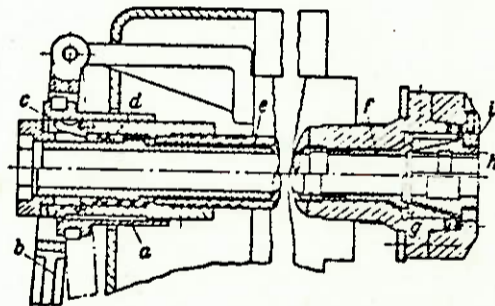
O castelo porta-ferramenta A pode ser comandada manualmente pela rotação do volante B, porém, temos que desengatar - a embreagem eletromagnética C.

A rotação do castelo, que consiste de um movimento transversal (com referência a uma qualquer ferramenta nêle posicionada) pode também ter lugar automaticamente, num sentido ou - no outro, com curso pré-estabelecido, por meio do pinhão cônico D que engrena com os outros dois pinhões gêmeos E e F. Após ter conectado o eletroimã C com a roda helicoidal G, - pode-se fazer deslocar para a direita ou esquerda, o carretel H de dentes frontais, de modo a obter a conexão com um ou outro dos pinhões cônicos F ou E. O carretel H, aciona - o eixo I, o parafuso sem-fim L junto com a roda helicoidal G, o eixo M com seu pinhão extremo, enfim, o castelo A. Para operações de acabamento pode-se operar manualmente o volante N, acionando diretamente o eixo I, o parafuso sem fim L, e os outros órgãos.

A exata apresentação das ferramentas é garantida pelo obturador O, que entra numa das buchas situadas atrás do castelo. Esse obturador pode ser acionado manual ou automaticamente. No primeiro caso atua-se na alavanca D, e no segundo sobre a alavanca Q, durante o recuo do carro porta-castelo. No mesmo carro estão aplicados ao cilindro R, as ranhuras - em que estão colocados os topos ajustáveis que permitem a parada diferente no curso de cada ferramenta.

II.4 - Algumas Formas de Cabeçotes ou Castelos Porta-Ferramentas (Figura II.7).

- a) - Cabeçote em Estrêla de Torno Revólver:- castelo em geral - com seis furos para ferramentas, pode ser deslocado em volta do eixo vertical. Na posição de bloqueio o fuso da ferramenta que se encontra em frente ao eixo, coincide com o eixo da árvore.
- b) - Cabeçote revólver de mesa:- é uma variação do tipo anterior, no qual os porta-ferramentas são colocados na placa de fixação, dependendo das necessidades.
- c) - Cabeçote em revólver de estrela:- o eixo giratório é inclinado, especialmente apropriado para bancas de torno pequenos.
- d) - Cabeçote em revólver de estrela, com eixo giratório horizontal.
- e) - Cabeçote de revólver em forma de tambor. (figura II.8): - em geral há 16 furos para ferramentas e pode ser girado ao redor de um eixo horizontal em posição baixa. o trabalho é transversal, girando o cabeçote ao redor de seu próprio eixo. O furo mais alto para ferramentas é concêntrico ao eixo, quando na posição de bloqueio.
- f) - Cabeçote de revólver lateral:- em geral, possui 6 a 8 furos para ferramentas, girando em torno de um eixo horizontal, à mesma altura e paralelo à árvore do eixo. As ferramentas encontram-se sobre o trilho de suporte.



BIBLIOGRAFIA

- DUBBEL - Manual do Engenheiro Mecânico - Vol.6 - S.Paulo - HEMUS - 1979.
- ROSSI, M. - Máquinas Operatrizes Modernas -
- STIPKOVIC, M. - Engrenagens - São Paulo - McGraw-Hill, 1973.
- DOBROVOLSKI, V. - Elementos de Máquinas - Moscou - Editorial MIR - 1976.
- FERRARI, ALFREDO V.F. - Anatomia do Torno Automático de Acionamentos Mecânicos - Apostila - 1976.
- ZAMPESE, BORIS - Manual de Elementos de Máquinas - EPUSP - 1976.

CATÁLOGOS DE FABRICANTES:

- TRAUBOMATIC IND. E COMÉRCIO LTDA.
- XERVITT IND. E COMÉRCIO DE MÁQUINAS LTDA.
- SKF ROLAMENTOS S.A.