

**TECNOLOGIA
DELLE LAVORAZIONI MECCANICHE**

COLLANA DIRETTA DAI PROFF. A. CHEVALIER E R. NIGRO

A. CHEVALIER - R. JOLYS

**LA
TORNITURA
DEI
METALLI**

FASCICOLO 3

PRINCIPATO

EDITORE

THE BODOLIA

THE LANCET

THE LANCET

**Tecnologia
delle
lavorazioni
meccaniche**

Collana diretta da
**A. CHEVALIER
e R. NIGRO**

Fascicolo

3

La tornitura dei metalli

di

A. CHEVALIER - R. JOLYS

**Principato Editore
Milano**

INTRODUZIONE

Nel corso degli ultimi anni, la tecnica della tornitura è stata influenzata dall'adozione dei carburi metallici per il taglio a grande velocità. I torni, divenuti robusti, precisi e rapidi, esigono oggi, per il loro impiego, operatori abili e istruiti.

Questo fascicolo, dedicato alla tornitura dei metalli, interessa tutti i meccanici, operatori e tecnici; esso si rivolge però particolarmente agli apprendisti tornitori, che potranno studiarlo con profitto sin dall'inizio del loro corso di apprendistato.

Il fascicolo si compone di due parti principali:

La prima è dedicata, dopo brevi cenni storici sulla tornitura, allo studio funzionale degli organi che reggono i pezzi in lavorazione e di quelli che portano gli utensili sul tornio parallelo per sbazzare e filettare, e quindi all'esame dei metodi di lavorazione.

La seconda parte, di carattere essenzialmente pratico, riguarda l'esecuzione dei lavori di tornitura.

È necessario che l'allievo tornitore sia alla fine capace di confrontare e scegliere i procedimenti e gli utensili occorrenti, di determinare gli elementi che più convengono al taglio, di utilizzare nella maniera migliore il tornio e gli utensili accessori che gli sono affidati.

Alcune lezioni complementari sui torni speciali e la tornitura in grande serie indicano le attuali tendenze di questa tecnica e le nuove funzioni che il giovane operaio specializzato può essere chiamato a svolgere.

L'efficacia della tecnologia pratica risiede nella possibilità, per l'allievo, di fare delle constatazioni dirette e di eseguire personalmente dei lavori. A tale fine, gli autori raccomandano vivamente l'impiego generalizzato del metodo sperimentale, presso gli stessi luoghi di lavoro, prima d'iniziare la lezione propriamente detta.

Il rendimento pedagogico è del pari funzione dell'attenzione da parte dell'allievo. Allo scopo di risvegliare e mantenere tale attenzione, ricordiamo l'efficacia delle proiezioni luminose fisse, con cui si possono riprodurre in maniera istantanea sullo schermo (o sul muro), a forte ingrandimento, gli schizzi contenuti nel presente fascicolo.

Allo scopo di facilitare il lavoro dell'allievo, la collezione **Tecnologia delle costruzioni meccaniche** è stata suddivisa in fascicoli e lezioni. Questa suddivisione di carattere pratico non impedisce peraltro, anzi al contrario facilita, i raggruppamenti necessari intorno a un medesimo punto di comune interesse. È a questo fine che, nella misura del possibile, abbiamo riportato, al principio di ciascuna pagina del testo, i riferimenti alle altre lezioni, che sia opportuno consultare negli altri fascicoli della collezione. Nel momento in cui appare questo terzo fascicolo, tali indicazioni non possono, ovviamente, essere complete; lasciamo al lettore di completarle, a mano a mano che appariranno i vari fascicoli.

Infine, il ritrovamento dei vari argomenti del testo e delle illustrazioni è assicurato da indicazioni alfabetiche e numeriche, che agevolano le ricerche, gli approfondimenti e i controlli pedagogici.

Il presente fascicolo *Tornitura dei metalli* si colloca nella collezione **Tecnologia delle costruzioni meccaniche** a fianco di altri fascicoli pubblicati.

A. C.

INDICE

Prima parte		Pag.			Pag.		
1 ^a	Lezione	Il tornio e il tornitore. Cenni storici e nozioni generali	7	22 ^a Lezione	Tornitura su squadra	49	
2 ^a	"	Il pezzo, l'utensile, il tornio. Studio elementare	9	23 ^a	"	Tornitura di pezzi a più assi perpendicolari	51
3 ^a	"	Gli utensili per la tornitura. Modo di usarli e loro forme	11	24 ^a	"	Tornitura conica	53
4 ^a	"	Supporti e portautensili	13	25 ^a	"	Realizzazione delle filettature.. .. .	55
5 ^a	"	L'organo portautensili	15	26 ^a	"	Scelta degli utensili per filettare	57
6 ^a	"	I pezzi torniti	17	27 ^a	"	Tornitura in ripresa, a sbalzo e tra punte	59
7 ^a	"	L'organo portapezzo	19	28 ^a	"	Tornitura in copiatura	61
8 ^a	"	Apparecchiature per la tornitura a sbalzo. Piattaforme e mandrini	21	29 ^a	"	Fabbricazione, controllo e affilatura degli utensili per il tornio	63
9 ^a	"	Apparecchiature per la tornitura tra punte. Punte e trascinori	23	30 ^a	"	Controllo dei pezzi torniti	65
10 ^a	"	Apparecchiature per pezzi deformabili (sottili o lunghi)	25	Terza parte - Complementi			
11 ^a	"	Metodi e apparecchiature per la filettatura	27	31 ^a Lezione	Perfezionamento dei torni	67	
12 ^a	"	Metodi e apparecchiature per la copiatura	29	32 ^a	"	Lavorazione su tornio a revolver e tornio di ripresa	69
13 ^a	"	Preparazione dei lavori	31	33 ^a	"	Lavorazione su tornio automatico	71
14 ^a	"	Determinazione dei procedimenti e degli elementi per il taglio	33	34 ^a	"	Lavorazione su tornio verticale	73
				35 ^a	"	Verifica, installazione e manutenzione del tornio parallelo	75
Seconda parte				Tavole			
15 ^a	Lezione	Operazioni elementari di regolazione	35	Tavola A	Terminologia	4	
16 ^a	"	Operazioni elementari di tornitura	37	Tavola 36	Caratteristiche di un particolare tornio parallelo	76	
17 ^a	"	Tornitura a sbalzo su mandrino a tre morsetti	39	Tavola 37	Catena cinematica del medesimo tornio	77	
18 ^a	"	Tornitura tra punte	41	Tavola 38	Insieme di pezzi torniti (portautensili, alesatore)	78	
19 ^a	"	Tornitura su lunette	43	Tavola B	Tolleranze	79	
20 ^a	"	Tornitura su piattaforma e su mandrino a quattro ganasce	45	Tavola C	Tavola trigonometrica	80	
21 ^a	"	Tornitura di pezzi a più assi paralleli	47	Tavola D	Abachi per il taglio		
				Tavola E	Utensili per la tornitura		} allegate
				Tavola F	Dimensioni dei coni. Conicità		
				Tavola G	Dimensioni delle filettature		

LESSICO

A

Amplificatore (16/2)*: Dispositivo che registra variazioni di lunghezze

Arresto micrometrico (16/2): Arresto a posizione regolabile mediante vite a passo fine e tamburo graduato.

B

Banco (2/2): Trave che regge l'insieme degli organi meccanici del tornio parallelo.

Becco (2/4) (becco dell'utensile): Parte attiva dell'utensile determinante la forma dello spigolo tagliente.

Bilanciamento (6/1) (16): Operazione di ripartizione dei sovrappesanti di un pezzo grezzo.

C

Canotto (2/2): Pezzo cilindrico scorrevole alloggiante la contropunta.

Carburo (29/1) (carburo metallico): Prodotto metallico di grande durezza utilizzato nella fabbricazione degli utensili da taglio molto rapido dei metalli.

Carotaggio (16/3): Taglio circolare, che viene sostituito alla foratura di grande diametro e che permette di recuperare un tassello cilindrico (carota).

Centrare (17/2): Mettere in coincidenza l'asse di un pezzo con quello del mandrino, oppure puntizzare dei centri.

Centri (6/5): Alloggiamenti materializzanti l'asse di rotazione e praticati in genere al centro delle superfici all'estremità del cilindro da tornire.

Colonna manometrica (16/2): Colonna a livello d'acqua variabile registrante su grande scala delle differenze di pressione.

Concentrico (17): Che ha il medesimo centro e, per estensione, il medesimo asse.

Controbattitura (19/4): Martellatura da una parte e dall'altra di un difetto su un pezzo montato tra punte e sostenuto in corrispondenza del difetto.

Controtoppo (2/2) (o toppo mobile): Organo del tornio situato sul banco di fronte al toppo fisso.

Cremagliera (11/5): Ingranaggio rettilineo accoppiato con un pignone.

D

Distanziale (21/6): Pezzo collocato tra elementi paralleli per mantenerli a una determinata distanza o scartamento.

E

Eccentricità (17/5): Distanza tra l'asse del mandrino e l'asse di un pezzo non centrato.

F

Forma (o pelliccia) (18/2): Foglio di metallo, tenero avviluppante un elemento di pezzo da proteggere.

G

Ganascia o morsetto (17/2): Elemento di un organo di bloccaggio a contatto con il pezzo da immobilizzare.

Grano (4/4): Piccolo volume di materia. Si dice di un piccolo utensile pressoché ridotto alla sola parte utile e fissato, per l'utilizzazione, a un portautensili.

Grembiule (2/2): Organo dei carrelli portautensili che ricopre il banco del tornio e scorre su di esso.

Grippaggio (6/5) (18/3): Strappamento superficiale di metallo tra due superfici sfreganti male lubrificate.

I

Inizio della passata (16/1): Inizio della lavorazione di una superficie, su una lunghezza d'avanzamento da 2 a 5 mm.

Interruttore (15/1): Dispositivo che permette d'interrompere una corrente elettrica.

Interasse (21/2): Distanza tra due assi paralleli.

L

Lama (4/4): Pezzo prismatico sottile. Si dice di un utensile sottile a una o due labbra taglienti, fissato per l'utilizzazione su di un portalama.

Lardone (5/6) (15/3) (di regolazione): Blocchetto prismatico collocato tra la slitta e la sua guida per ridurre il gioco.

Leva scorrevole (15/1): Elemento inchavettato avente la possibilità di scorrere sull'albero che lo porta.

Leva selettiva (15/1): Leva che permette il collocamento in sede di un elemento di taglio, fissato *n* oppure *a*.

Lunetta (10/1): Supporto ausiliario a superficie di appoggio cilindrica impiegato per sostenere un pezzo rotante.

M

Mandrino (8/1): Organo di supporto permettente di situare e fissare un pezzo o un utensile. (8/4): mandrino liscio centrato, ricevente un pezzo preventivamente alesato, per tornitura esterna. — Sta ad indicare anche l'albero principale del tornio.

Modulo (13/3): Caratteristica di grandezza di un dente d'ingranaggio. È il rapporto tra il diametro primitivo e il numero dei denti.

Morsetto: vedi ganascia.

N

Naso del mandrino (4/6): Parte anteriore del mandrino del tornio.

O

Ondeggiamento (20/2): Apparente ondeggiamento di una superficie non perfettamente piana.

Operaio qualificato (1/8): Operaio capace di eseguire i lavori riguardanti la sua professione, in base a un disegno tecnico o a istruzioni.

P

Passante (8/3) (20/4): Centratore corto costituente un elemento di riferimento per la lavorazione in ripresa.

Passata (2/3): Asportazione di uno strato di metallo.

Perno di manovella (21/6): Sede della biella in un albero a gomiti.

Pignone satellite (17/2): Pignone rotante intorno a un altro pignone.

Placchetta (3/2): Piccolo prisma di metallo per taglio, che si salda al corpo dell'utensile.

Profondità di passata (16/2): Avanzamento dell'utensile alla profondità di taglio *P*.

Puleggia a gradini (7/5): Gruppo di pulegge giustapposte di diametro crescente.

R

Registrazione del gioco (15/3): Diminuzione del gioco di funzionamento tra due pezzi scorrenti l'uno sull'altro.

Riflessi (1/8): Reazioni nervose applicate all'esecuzione dei gesti abituali.

Rivestimento (27/2): Eccedenza di metallo protettivo lasciato su un pezzo prima del suo trattamento termico.

Rotella (12/3): Piccolo pezzo cilindrico piatto e alesato.

S

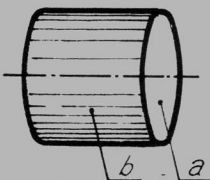
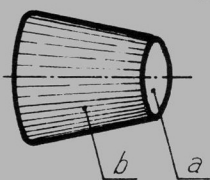
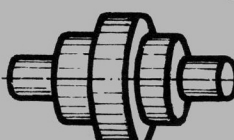

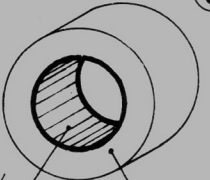
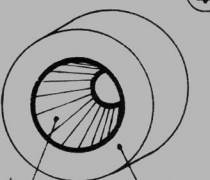
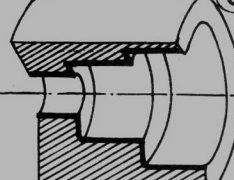
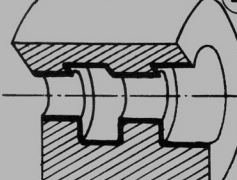
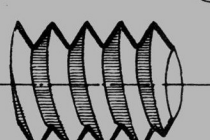
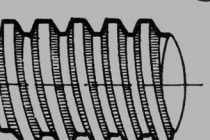
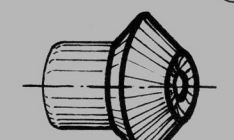
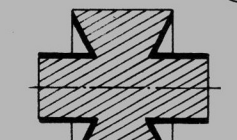
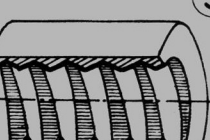
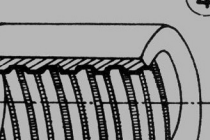
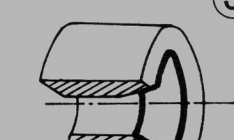
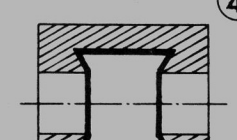

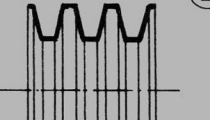
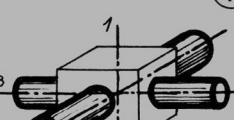
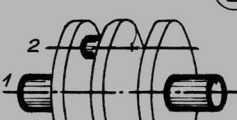
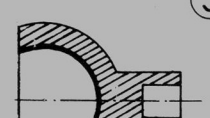

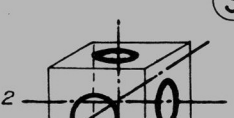

Sagoma (2/4): Verificatore della forma di un pezzo.

Sano (20/4) (pezzo sano): Senza difetti materiali.

Tavola

A

TERMINOLOGIA DELLE PRINCIPALI FORME **realizzate dal tornitore**

<div>1</div> 	<div>2</div> 	<div>I</div> <p>Esterne: 1 - Cilindrica a - faccia all'estremità; b - superficie cilindrica 2 - Tronco di cono a - faccia all'estremità; b - superficie conica Interne: 3 - Anello liscio a - faccia all'estremità; b - superficie cilindrica 4 - Anello conico: a - faccia all'estremità; b - sup. conica</p>	<div>1</div> 	<div>2</div> 	<div>II</div> <p>Esterne: 1 - Asse spallato 2 - Asse svuotato Interne: 3 - Anello spallato 4 - Anello spallato e con vani</p>
<div>3</div> 	<div>4</div> 		<div>3</div> 	<div>4</div> 	
SUPERFICI ELEMENTARI			SPALLATURE E VANI DIRITTI		
<div>1</div> 	<div>2</div> 	<div>III</div> <p>Esterne: 1 - Superficie a filetto triangolare 2 - Superficie a filetto trapezoidale Interne: 3 - Superficie a filetto triangolare 4 - Superficie a filetto trapezoidale</p>	<div>1</div> 	<div>2</div> 	<div>IV</div> <p>Esterne: 1 - Pignone conico 2 - Spallatura a coda di rondine Interne: 3 - Anello con smussatura 4 - Cuscinetto (Scanalatura per regolazione)</p>
<div>3</div> 	<div>4</div> 		<div>3</div> 	<div>4</div> 	
SUPERFICI ELICOIDALI (Filettature)			SPALLATURE E VANI CONICI		
<div>1</div> 	<div>2</div> 	<div>V</div> <p>Esterne: 1 - Impugnatura 2 - Puleggia a gole (per cinghie di tela gommata) Interne: 3 - Rotula per cardano 4 - Flangia antipolvere a feltro</p>	<div>1</div> 	<div>2</div> 	<div>VI</div> <p>Esterne: 1 - Bracci a croce (Assi perp.) 2 - Albero a gomiti (Assi paralleli) Interne: 3 - Dado (Assi perp.) 4 - Matrice (Assi paralleli)</p>
<div>3</div> 	<div>4</div> 		<div>3</div> 	<div>4</div> 	
SUPERFICI DI FORMA			SUPERFICI NON CONCENTRICHE		

Sbalzo (4/1) (18/3): Parte non sostenuta di un pezzo o di un utensile.

Sbilanciamento (20/3): Eccedenza di carico in un punto eccentrico di un pezzo di rivoluzione.

Schematico (2/1): Semplificato, ma tecnicamente completo.

Scollare (18/2): Distaccare bruscamente due pezzi aggiustati.

Scoprimento (27/2): Asportazione del metallo protettivo eccedente dopo trattamento termico di una superficie.

Sede (15/3): Superficie geometricamente perfetta che deve sposare un'altra superficie.

Selezione (2/5): Realizzazione d'una scelta.

Servizio metodi (13/2): Sezione tecnica di un'impresa industriale dove vengono determinati i metodi di lavorazione da applicarsi in officina.

Sfaccettature (15/3): Piccoli segni piatti alteranti una superficie.

Sfacciatura (1/2): Lavorazione di superfici (piane o di rivoluzione, per esempio).

Sigla indicativa (3/7): Simbolo di designazione.

Slitta (2/2): Carrello scorrevole (movimento rettilineo alternativo).

Spallato (6/2) (pezzo spallato): Comportante due o più superfici cilindriche concentriche. Quella di grande diametro è detta spallata (*spalla*); quella di piccolo diametro *collo*.

Spianatura (1/2): Operazione di lavorazione di superfici piane, mediante taglio, su macchina utensile.

Spigolo (3/2): Linea d'intersezione del piano superiore del tagliente con il piano di affilatura in un utensile da taglio.

Sporgenza (17/5) (20/2): Prominenza irregolare sorpassante la superficie normale di un pezzo di rivoluzione.

Strappamento (3/3): Vibrazioni dell'utensile o del pezzo, generanti difetti sulla superficie tagliata.

Supporto di base (6/1): Pezzo nel quale ruota un perno verticale.

Svasatura (6/5): Superficie incavata o alloggiamento praticato su una faccia esterna.

T

Tassello registrabile (19/2): Parte della lunetta che guida o sostiene il pezzo da tornire, senza ostacolare la sua rotazione.

Tastatore (5/5): Estremità che entra in contatto.

Toppo (2/2): Pezzo di ghisa fuso che sostiene un albero rotante.

Torretta (2/2) (piccola torre): Pezzo collocato alla sommità dell'organo portautensile e ricevente gli utensili.

U

Uniformato (Tavola E): Omologato, scelto con esclusione di qualsiasi altro.

Utensile a coltello (3/3): Utensile la cui forma attiva richiama quella di un coltello.

Utensile a paletta (3/3): Utensile richiamante la forma d'una piccola pala.

V

Vibrazione (1/6): Oscillazione molto rapida di piccola ampiezza che può provocare strappamenti.

Volano (1/1): Cilindro piatto e pesante che, messo in rotazione, regolarizza il moto del sistema a cui è collegato.

Z

Zoccolo (2/2): Parte orientabile sostenente la slitta scorrevole superiore.

ABBREVIAZIONI E SIMBOLI

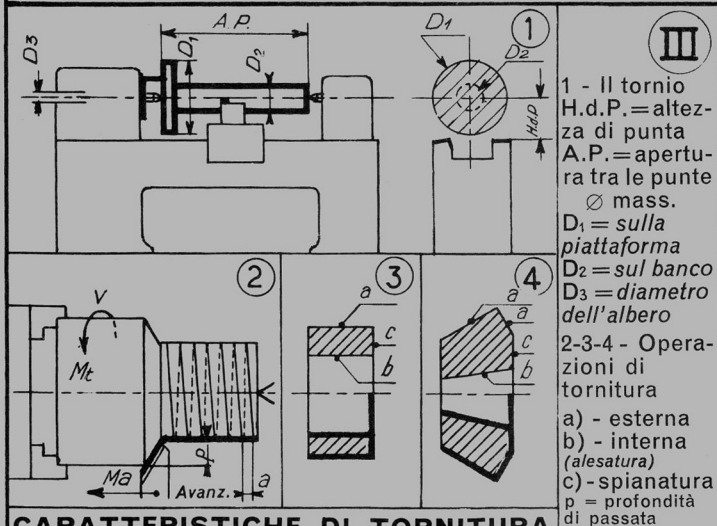
m	Metro	P o p	Passo di filettatura	\hat{b}	Angolo di spoglia superiore
mm	Millimetro	L o l	Lunghezza	\hat{c}	Angolo di direzione
0,1 mm	Decimo di millimetro	H o h	Altezza	\hat{d}	Angolo di taglio
0,01 mm	Centesimo di millimetro	SP	Superficie di partenza	\approx	Circa uguale
0,001 mm	Millesimo di millimetro	SR	Superficie di riferimento	p; kg/cm²	Pressione in kg per cm ²
μ	Micron (0,001 mm)	°C	Grado centesimale	P; CV	Potenza in cavalli vapore
m²	Metro quadrato	$^{\circ}$	Grado di angolo	F	Forza
cm²	Centimetro quadrato	$'$	Minuto di angolo	R	Reazione
mm²	Millimetro quadrato	$''$	Secondo di angolo	Fa	Forza di avanzamento
dm³	Decimetro cubo	V; m/min	Velocità in metri al minuto	Ft	Forza di taglio
cm³	Centimetro cubo	N o n; giri/min	Frequenza di rotazione in giri al minuto	Fp	Forza di penetrazione
dm³/h	Decimetri cubi all'ora	a; mm	Avanzamento per giro o per corsa in millimetri	R; kg/mm²	Carico di rottura in kg per mm ²
h	Ora	p; mm	Profondità di passata in millimetri	HB	Durezza Brinell
min	Minuto	Mt	Movimento di taglio	\sim	Superficie grezza
s	Secondo	Ma	Movimento di avanzamento	∇	Superficie sgrossata
\varnothing D o d	Diametro	Mp	Movimento di penetrazione	$\nabla\nabla$	Superficie finita di utensile
MASS	Dimensione massima	\hat{a}	Angolo di spoglia anteriore o d'incidenza	$\nabla\nabla\nabla$	Superficie finita di utensile di precisione o rettificata alla mola
MIN	Dimensione minima			kg	Superficie lappata
IT	Intervallo di tolleranza			t	Chilogrammo
SI	Sistema Internazionale			AR	Tonnellata (1.000 kg)
					Acciaio per taglio rapido

IL TORNIO E IL TORNITORE

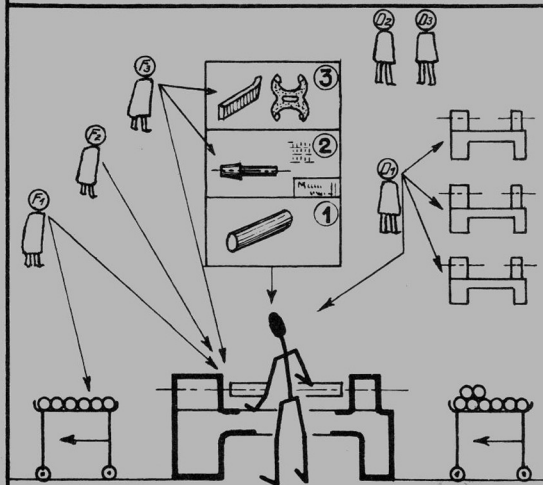
Cenni storici e nozioni generali



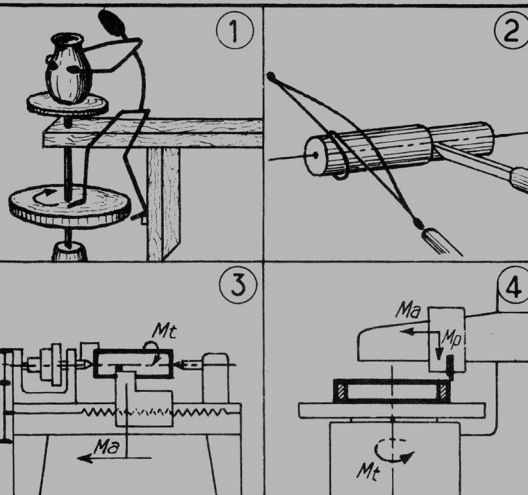
COSTRUZIONE DEL TORNIO



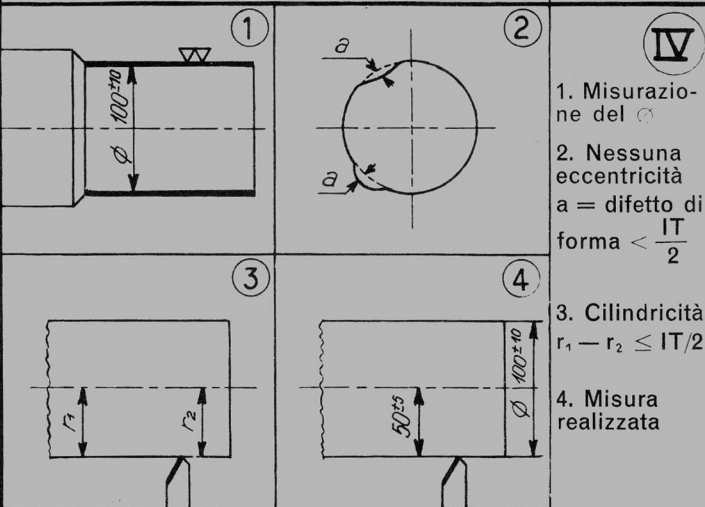
CARATTERISTICHE DI TORNITURA



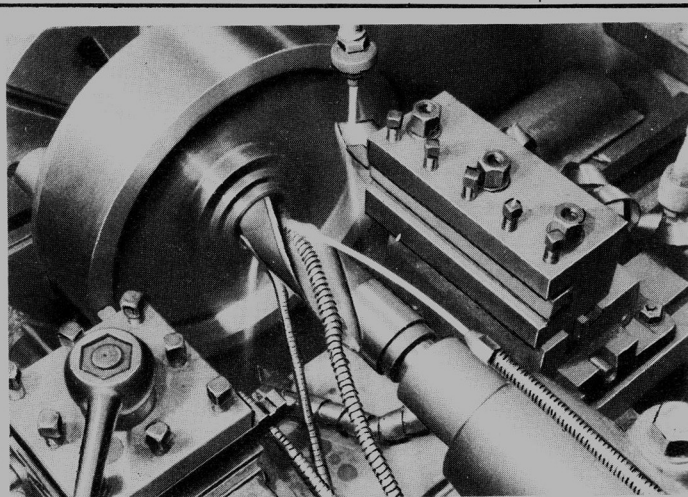
POSTO DI LAVORO « TORNITURA »



EVOLUZIONE STORICA DEL TORNIO



QUALITÀ DELLA TORNITURA



IL TORNIO E IL TORNITORE

Cenni storici e nozioni generali

Vedasi tavola 1;
fasc. I, capitolo 22°

1) CENNI STORICI

Il tornio fu utilizzato fin dall'antichità (*oltre 2.000 anni prima della nostra era*) per produrre superfici di rivoluzione.

Tornio del vasaio (fig. II, 1). Analogamente al suo prodotto, **il vasellame**, questo tornio si ritrova sovente, anche ai nostri giorni, identico a quello di una volta. Al pezzo di terra molle, collocato su una piattoforma girevole, spesso viene data forma dalle sole mani del vasaio (*i suoi utensili*). Nella parte inferiore dell'asse verticale un pesante volano* viene mantenuto in rotazione dal piede del vasaio.

Tornio primitivo orizzontale (fig. II, 2).

L'antico tornio per il legno o la pietra era, come il tornio del vasaio, azionato dalla forza umana. Il pezzo in lavorazione vi girava tra due punte orizzontali e l'utensile veniva azionato a mano o mediante il piede.

I progressi furono dapprima molto lenti, fino all'invenzione della macchina a vapore. L'invenzione del tornio parallelo, con carrello porta-utensile, fatta da Vaucanson, risale al 1760.

Dopo il 1900, i bisogni e le possibilità dell'industria hanno determinato perfezionamenti sempre più rapidi (potenza e precisione). Il tornio orizzontale, divenuto tornio parallelo per sbazzare e filettare (fig. II, 3), viene sovente sostituito da altre macchine: i torni combinati e i torni automatici.

2) TERMINOLOGIA

Si chiama tornitura ogni operazione di sfacciatura* su pezzi rotanti intorno al loro asse.

La macchina-utensile utilizzata dal **tornitore** per **tornire** si chiama **tornio**.

Le principali operazioni di tornitura sono (fig. III, 3 e 4):

La tornitura cilindrica o conica. *Produzione di superfici cilindriche o coniche utilizzando il carrello porta-utensili;*

La spianatura*. *Produzione di superfici piane perpendicolari all'asse del tornio.*

L'alesatura. *Produzione di superfici cilindriche o coniche interne.*

3) CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEL TORNIO PARALLELO (fig. III, 1).

Il tornio è caratterizzato dalle dimensioni massime dei pezzi suscettibili d'essere montati su di esso:

D: diametro; **L**: lunghezza.

HdP: altezza di punta (*distanza dell'asse del mandrino dalla superficie del banco*).

AP: apertura tra le punte (*distanza massima tra punta e contropunta*).

4) GENERAZIONE DELLE SUPERFICI DI TORNITURA (fig. III, 2).

Principio. Per generare una superficie, è necessario applicare al pezzo e all'utensile due movimenti coniugati.

Al pezzo, un movimento rapido circolare di taglio **Mt**.

All'utensile, un movimento lento, rettilineo e uniforme **Ma** (moto di avanzamento).

Il moto **Ma** è perpendicolare al moto di taglio **Mt**. La loro combinazione produce una traiettoria elicoidale corrispondente al solco che l'utensile traccia sul pezzo.

In tal modo, durante la rotazione del pezzo, l'utensile si sposta lentamente, secondo la generatrice della superficie da produrre. Il metallo incontrato dall'utensile viene levato sotto forma di truciolo.

5) UTENSILI PER LA TORNITURA

Per tagliare velocemente e bene i diversi materiali (legno, materie plastiche, metalli leggeri, leghe di rame, ghise, acciai) il tornitore utilizza degli utensili capaci di resistere:

— Allo sforzo di taglio **F**: da 1 a 1.000 kg;

— All'usura per attrito e riscaldamento.

Tali utensili sono fabbricati particolarmente coi seguenti materiali:

1° **Acciaio a taglio rapido**, detto « Acciaio Rapido » (**AR**), scoperto nel 1900 da Taylor (U.S.A.);

2° **Carburo metallico** scoperto nel 1928 negli U.S.A. e in Germania.

Quest'ultimo materiale permette grandi velocità di taglio, anche nei metalli duri come la ghisa, che viene tagliata alla velocità **V** da 100 a 200 m/min.

È da tener presente che il carburo ha un costo molto superiore a quello dell'**AR**.

6) QUALITÀ DEL TORNIO (fig. IV).

La qualità del tornio si misura in base alla precisione dei lavori che esso consente di eseguire. Non è raro lavorare con tolleranze di forma o di dimensioni $\leq 10 \mu$.

Per rispondere a queste esigenze, il tornio dev'essere **preciso e robusto**.

Es.: Si vuole tornire un pezzo cilindrico $\varnothing 100 \text{ mm} \pm 10 \mu$ a superficie finita di utensile $\nabla \nabla$.

Occorre generare una superficie così caratterizzata:

— Di rivoluzione (*nessuna eccentricità dell'asse*);

— A generatrice rettilinea (*guida dell'utensile parallela all'asse del tornio*).

— Di $\varnothing 100 \pm 10 \mu$ (*posizione dell'utensile a $50 \pm 5 \mu$ dall'asse*);

— Superficie $\nabla \nabla$ (*nessuna vibrazione**, rigidità).

Tutti i torni oggi fabbricati possono e debbono presentare queste possibilità al momento del loro acquisto: una buona manutenzione è indispensabile per conservare al tornio le sue qualità originarie.

7) RENDIMENTO DEL TORNIO

Il rendimento si misura in base:

al **numero di pezzi** che si possono tornire nell'unità di tempo (*ora o minuto*);

al **volume del truciolo** che vi si può produrre in 1 ora (h) per unità di potenza installata (un cavallo, **CV**). Questa quantità si chiama produzione e può giungere da 1 a 10 $\text{dm}^3/\text{h CV}$, a seconda della natura del metallo tagliato.

Potenza utile all'utensile in CV
Il rapporto $\frac{\text{Potenza di entrata al motore in CV}}{\text{Potenza utile all'utensile in CV}}$ deve raggiungere l'80% circa sui torni in buone condizioni di funzionamento.

8) GLI OPERATORI (fig. V, VI).

L'evoluzione della tecnica di tornitura si riflette sulle attitudini richieste agli operatori.

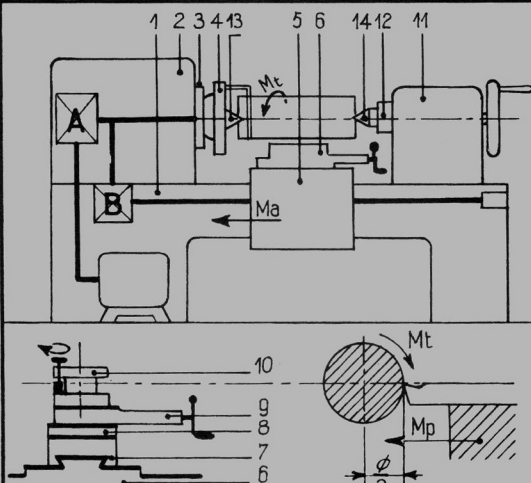
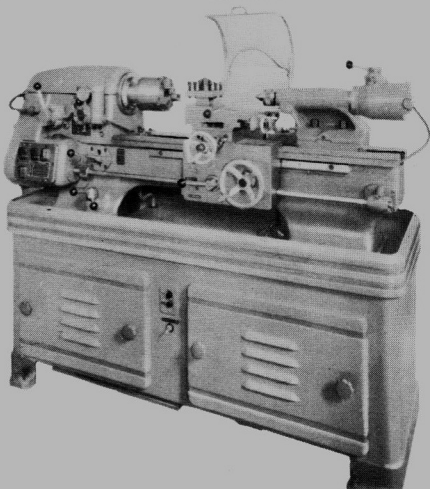
Il tornitore odierno è il conduttore di una macchina potente e rapida. Per dirigerla, deve saper leggere i disegni e manovrare con riflessi* rapidi.

La lavorazione in serie sui torni automatici richiede inoltre l'impiego di specialisti (operai altamente qualificati* e sorveglianti di macchine).

(*) I vocaboli contrassegnati nel testo con asterisco, trovano nel lessico a pag. 3 e 5 la relativa spiegazione.

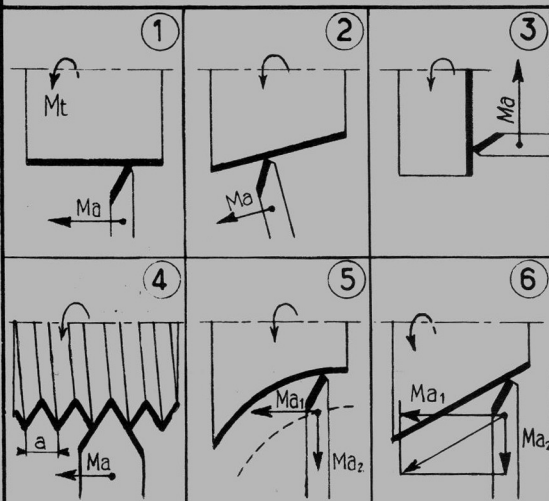
IL PEZZO, L'UTENSILE, IL TORNIO

Studio elementare



- 1 - banco
2 - toppe
3 - albero (mandrino o fuso)
4 - piattaforma
5 - grembiule
6 - corpo di carrello
7 - slitta trasversale
8 - zoccolo
9 - carrello porta utensili
10 - supporto utensile
11 - contro-toppe
12 - manicotto
13 - punta
14 - contro-punta
A) scatole

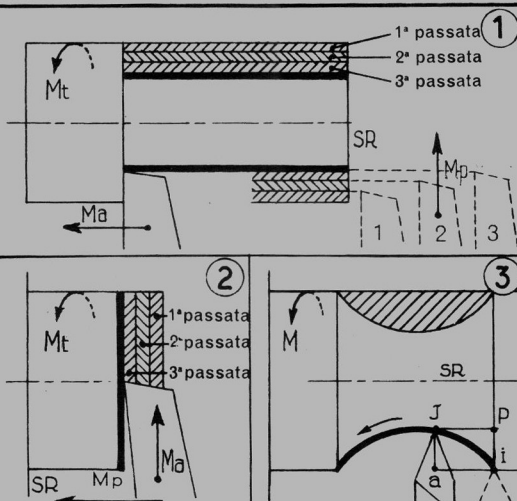
TORNIO PARALLELO



- III
Con un movimento di avanzamento Ma
1- $Ma //$ all'asse
2- Ma obliquo
3- $Ma \perp$ all'asse
4- $Ma //$ all'asse (utens. speciale)
Con 2 movimenti Ma
5- $\frac{Ma_1}{Ma_2} = var.$
6- $\frac{Ma_1}{Ma_2} = constan.$

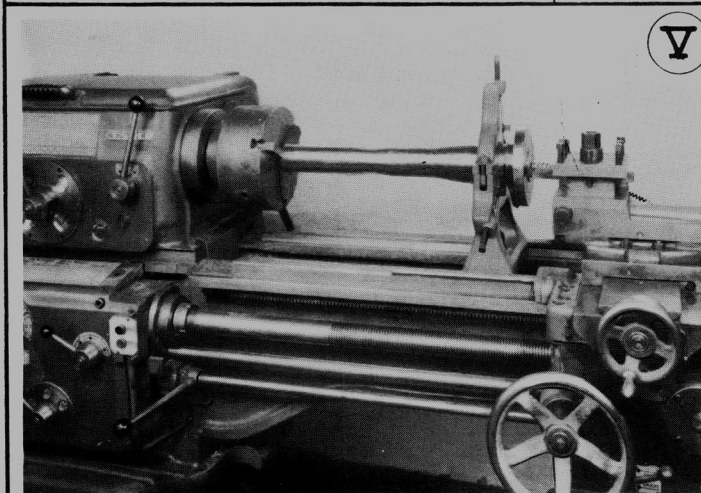
TORNITURA DI SUPERFICI

CATENA CINEMATICA - TERMINOLOG

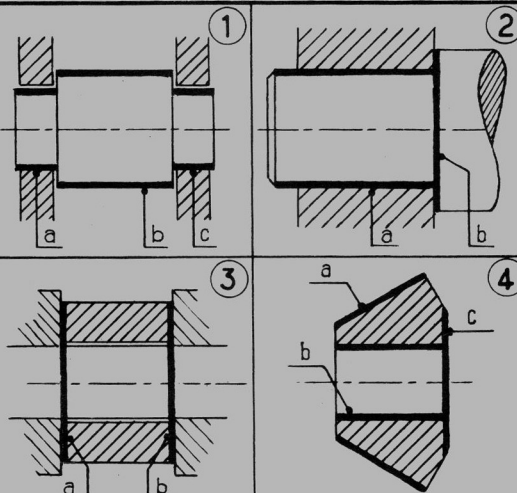


- IV
1 - Tornitura cilindrica in 3 passate
2 - Spianatura di testa in 3 passate
3 - Tornitura d'una superficie di forma

IL PEZZO E L'UTENSILE



LAVORAZIONE SU TORNIO PARALLELO



SUPERFICI ASSOCIATE

- VI
1 - a. b. c. coassiali (asse folle)
2 - a e b perpendicolari (testa d'albero)
3 - a e b parallele (distanziale)
4 - a e b coassiali; b e c perpendicolari (pignone conico)

IL PEZZO, L'UTENSILE, IL TORNIO

Studio elementare

Vedasi tavola 2;
questo fascic. pag. 76
» » » 77

1) CATENA CINEMATICA SEMPLIFICATA DEL TORNIO PARALLELO (fig. II).

Si designa in questo modo la rappresentazione schematica* delle trasmissioni dei movimenti, di taglio *Mt* e d'avanzamento *Ma*, a partire dall'organo motore (*albero di comando o motore elettrico*) fino agli organi ricevitori (*portapezzo e portautensile*).

Catena cinematica = successione di organi.

I diversi punti di ramificazione delle trasmissioni tra il motore e gli organi ricevitori illustrano bene il funzionamento del tornio. La presa di movimento per il comando dell'organo portautensile è fatta sull'organo portapezzi.

2) TERMINOLOGIA (fig. II).

Tornio parallelo per sbazzare e filettare: è questo il nome che viene dato ai torni orizzontali destinati, in origine, alla esecuzione di superfici di rivoluzione e di filettature. Il tornio comprende:

Il banco* (1), sostenente l'insieme.

L'organo portapezzo: il toppo* (2) regge l'albero rotante (o mandrino o fuso); l'albero (3) regge la piattaforma (4) e le punte, che a loro volta sostengono il pezzo da lavorare.

L'organo portautensile: il grembiule* (5) che scorre sul banco; il corpo di carrello (6) fissato al grembiule; la slitta* trasversale (7) che scorre perpendicolarmente al banco; lo zoccolo* orientabile (8); la slitta con guida a squadra (*eventuale*); il carrello portautensile (9); la torretta* quadrata, che sostiene l'utensile (10); il controtoppo* (11), che regge il manicotto scorrevole; il manicotto* (12) che regge la contropunta.

Nota. Numerosi torni sono provvisti di un secondo portautensile, fissato nella parte posteriore della slitta trasversale.

3) FUNZIONAMENTO DEL TORNIO (fig. IV).

Movimenti *Mt*, *Ma*, *Mp*.

I due movimenti perpendicolari: *Mt* (*taglio*) e *Ma* (*avanzamento*) portano l'utensile a produrre una superficie di rivoluzione.

Un terzo movimento *Mp* permette di regolare la posizione dell'utensile in profondità, prima di ciascuna nuova passata. Questa regolazione è fatta prendendo come riferimenti:

L'asse del tornio (*per le superfici cilindriche*);

La superficie della piattaforma portapezzi (*per le superfici piane*). *Mp* è in genere perpendicolare a *Ma*.

Scambio dei movimenti *Ma* e *Mp* (fig. IV).

Tornitura cilindrica (fig. IV, 1). *Ma* è parallelo all'asse, rettilineo, uniforme (*con avanzamento automatico a volontà*).

Mp è perpendicolare all'asse. È comandato a mano tra una passata* e l'altra fino alla dimensione finale.

Spianatura di testa (fig. IV, 2). *Ma* è parallelo alla piattaforma (*perpendicolare all'asse*), rettilineo, uniforme (*avanzamento automatico a volontà*).

Mp è perpendicolare alla piattaforma (*parallelo all'asse*). È comandato a mano tra una passata e l'altra fino al raggiungimento della dimensione finale.

Si constata che occorre avere, secondo i casi, *Ma* parallelo o perpendicolare all'asse e uniforme, *Mp* perpendicolare o parallelo all'asse e comandato a volontà a mano.

Superficie a generatrice qualsiasi (fig. IV, 3). La combinazione dei due movimenti *Ma* e *Mp* durante il taglio è talvolta utilizzata per lavorare superfici di rivoluzione a

generatrici non parallele o non perpendicolari all'asse.

Per passare da *I* a *J* è necessario, evidentemente, spostare simultaneamente l'utensile nel senso *Mp* della distanza *Ip* e nel senso *Ma* della distanza *Ia*.

4) SUPERFICI LAVORATE AL TORNIO (fig. III).

Il tornio è la più universale delle macchine utensili; permette di ottenere tutte le superfici di rivoluzione e talune superfici elicoidali.

Superfici di rivoluzione. La traiettoria della punta dell'utensile si confonde con la generatrice del pezzo.

Traiettoria rettilinea. A seconda dell'angolo α , formato dalla traiettoria di *Ma* con l'asse del pezzo, si ottiene:

$\alpha = 0^\circ$; superficie cilindrica (fig. III, 1);

$\alpha = 90^\circ$; superficie piana perpend. all'asse (fig. III, 3);

$\alpha = 0^\circ$ a 90° : superficie conica (fig. III, 2).

Traiettoria qualsiasi (fig. III). L'utilizzazione combinata dei due carrelli a direzioni perpendicolari permette d'ottenere due moti d'avanzamento, che si combinano.

Se il rapporto tra i due avanzamenti è costante, la superficie generata è conica (fig. III, 6). Se il loro rapporto = 1, il cono prodotto ha un'inclinazione di 45° .

Con un rapporto variabile delle due velocità di avanzamento durante la passata, è possibile imprimere all'utensile una traiettoria di qualsiasi tipo e produrre delle superfici a generatrice curva regolare o qualsivoglia (fig. III, 5).

Nota. Questo principio sarà applicato nella tornitura dei pezzi secondo una data sagoma*, nel procedimento cosiddetto di *copiatura*.

Superfici elicoidali (fig. III, 4). Mentre il pezzo compie un giro, l'utensile si sposta parallelamente all'asse di una quantità *a* = passo dell'elica da produrre.

Il becco* dell'utensile ha forma particolare, che determina il profilo di tale superficie.

Es.: superficie di un filetto di vite.

5) UTILIZZAZIONE DEL TORNIO PARALLELO

Il pezzo viene montato tra le punte (*SR*) e trascinato in rotazione dall'albero, per mezzo di una brida.

L'utensile è montato sulla torretta quadrata (*SR*).

Il moto di taglio *Mt* parte dal motore e arriva all'albero (*pezzo*) dopo selezione* nella scatola delle velocità *A*.

Il movimento d'avanzamento *Ma* parte dall'albero e arriva al carrello (*utensile*), dopo selezione nella scatola degli avanzamenti *B*.

Il movimento di profondità di passata *Mp* è comandato a volontà, a mano, dal tornitore.

6) SUPERFICI ASSOCIATE (fig. VI).

I pezzi meccanici lavorati al tornio sono delimitati da superfici, principalmente cilindriche, coniche o piane. Queste superfici occupano posizioni relative ben definite. Sono in genere coassiali o perpendicolari. È per questa ragione che si raccomanda di lavorare secondo le medesime *SR*, senza smontare il pezzo:

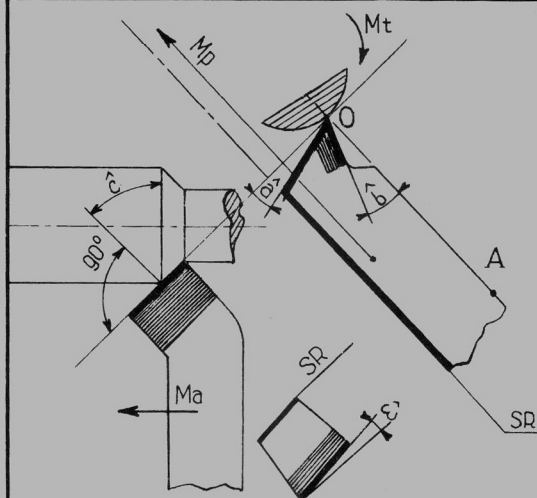
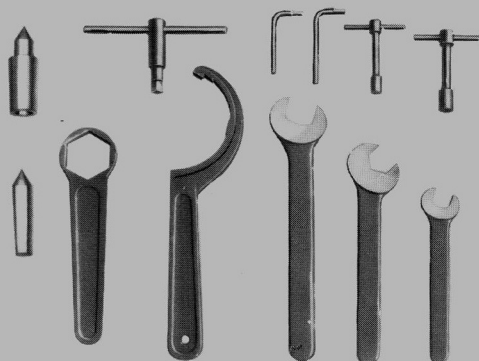
1° Tutte le superfici coassiali.

2° Tutte le superfici piane necessariamente perpendicolari a superfici di rivoluzione.

Chiameremo **superfici associate** le superfici che conviene lavorare di seguito, senza smontare il pezzo.

Nota. Nella lavorazione in serie, risulta talvolta economico non osservare questa regola relativa alle superfici associate. Si applica allora il metodo detto della *lavorazione in ripresa* o *lavorazione per operazione*.

GLI UTENSILI PER LA TORNITURA **Modo di usarli e loro forme**



II

OA//SR
 OA//MP

\hat{a} - angolo di
 spoglia ante-
 riore o d'inci-
 denza

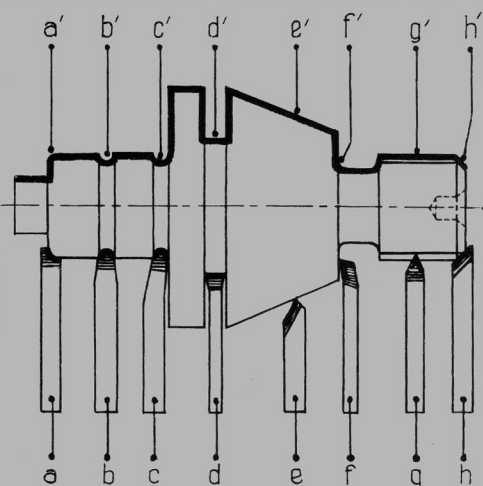
\hat{b} - angolo di
 spoglia supe-
 riore

\hat{c} - angolo di
 direzione

$\hat{\omega}$ - angolo di
 obliquità

CHIAVI DI SERVIZIO DI UN TORNIO

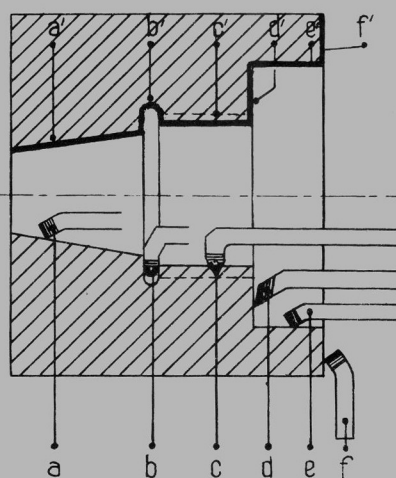
ANGOLI DI AFFILATURA



III

Utensili
 a-a smussare
 b/c - per gole
 d-a scanalare
 e/h - a sgrossare
 f - a spianare
 g - a filettare

Operazioni
 b'/c' - gola
 d' - scanala-
 tura
 e'-sgrossa-
 tura
 f' - raccordo
 g' - filettatura
 h' - smussa-
 tura



IV

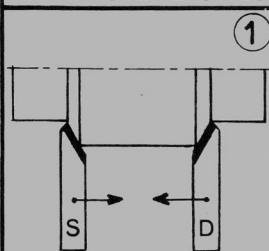
Utensili

a-a sgrossare
 b - per gole
 c - a filettare
 d-a spianare
 e-a sgrossare
 f - a passare
 g - a forare

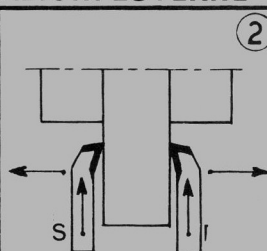
Operazioni
 a'e'-alesatura
 b' - gola
 c' - filettatura
 d'f' - spiana-
 tura

UTENSILI E OPERAZIONI ESTERNE

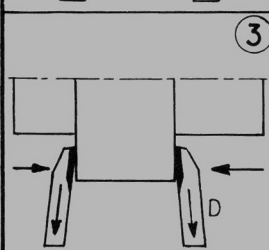
UTENSILI E OPERAZIONI INTERNE



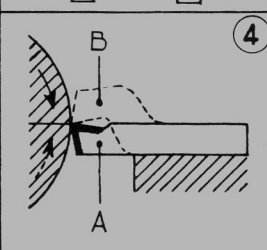
1



2



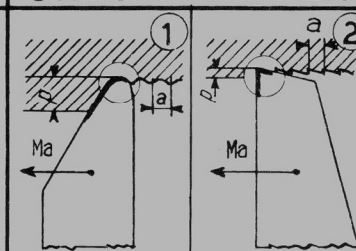
3



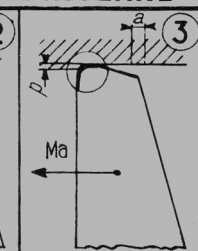
4

1 - Senso Ma
 D - a destra
 S - a sinistra
 2 - Spianatura
 (utensili a
 spianare)
 D - a destra
 S - a sinistra
 3 - Spianatura
 (utensile a
 coltello)
 D - a destra
 S - a sinistra
 4 - Senso Mt,
 A - al diritto
 B - al rovescio

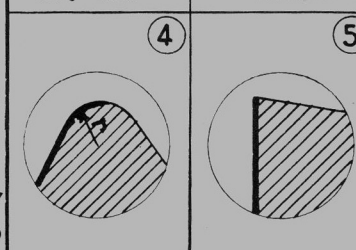
V



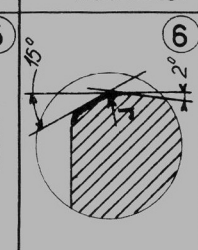
1



2



3



4

1/4 - Utensile
 a sbossare;
*difetto: forma
 alterata*

2/5 - Utensile
 per arroton-
 dare; *difetto:*
superficie
striata

3/6 - Utensile
 di finitura

VI

SENSO DEGLI UTENSILI PER IL TORNIO

I TRE TIPI D'UTENSILI

GLI UTENSILI PER LA TORNITURA

Modo di usarli e loro forme

Vedasi tavola 3;
fasc. I, cap. 10°, tav. E;
questo fasc., 27° cap.

1) QUALITÀ DEGLI UTENSILI PER IL TORNIO

Un buon utensile deve permettere:

- Una lavorazione precisa della superficie (*forma e stato della superficie prodotta*);
- Una grande produzione di truciolo (V, a e p massimi);
- Una lunga durata di taglio tra due riaffilature;
- Un buon rendimento meccanico (*economia di potenza*).

Il truciolo bene tagliato si forma regolarmente e si svolge senza rompersi.

L'utensile comprende: il **becco** e il **corpo**.

2) BECCO DEGLI UTENSILI PER IL TORNIO (fig. II).

La sua forma dipende da tre elementi:

Natura delle superfici da produrre, da cui derivano la forma e la direzione dello spigolo* tagliente.

\hat{c} = angolo di direzione.

Lo spigolo (*o la tangente allo spigolo*) è parallelo, perpendicolare o obliquo alla traiettoria (Ma) dell'utensile.

Natura del metallo da tagliare, da cui dipendono gli angoli \hat{a} di spoglia anteriore (o d'incidenza) e \hat{b} di spoglia superiore.

Natura del metallo costituente il becco.

Gli utensili a placchetta* di carburo metallico tagliano a velocità molto grande (da 100 a 500 m/min) e la loro temperatura può raggiungere gli 800 °C.

Gli utensili in acciaio rapido tagliano a velocità minore (da 20 a 60 m/min) e non devono superare i 500 °C.

In corrispondenza dei suddetti due valori della temperatura, il truciolo si svolge in maniera differente. Ne risultano angoli di affilatura diversi per l'**AR** e i carburi.

3) VALORI DEGLI ANGOLI DI AFFILATURA DEGLI UTENSILI PER IL TORNIO (fig. II).

Angoli di spoglia anteriore \hat{a} e di spoglia superiore \hat{b}

Materiali lavorati	AR		Carb.		Materiali lavorati	AR		Carb.	
	\hat{a}	\hat{b}	\hat{a}	\hat{b}		\hat{a}	\hat{b}	\hat{a}	\hat{b}
Legno	10°	50°			Acciaio R 40	6°	30°	5°	15°
Caucciù	10°	50°			" R 60	6°	20°	5°	15°
Alluminio	10°	35°	10°	0°	" R 80	4°	10°	5°	12°
Ottone	6°	20°	4°	12°	" R 120	4°	10°	5°	6°
Bronzo	4°	10°	4°	8°	Ghisa	6°	20°	5°	8°

Gli angoli \hat{a} e \hat{b} vanno considerati in rapporto al piano assiale del tornio. Vengono misurati direttamente sull'utensile, prendendo per **SR** il suo proprio piano di base.

Spigolo di taglio. Angolo di direzione \hat{c} (fig. II).

La forma dello spigolo è determinata dalla linea della sua proiezione sul piano di base. In questo piano, la perpendicolare allo spigolo e la perpendicolare a Ma formano l'angolo \hat{c} .

Raggio dello spigolo all'estremità (fig. VI, 1, 4).

Fatta eccezione per gli utensili a coltello* (NF. E. 66.314) e di quelli a paletta* (NF. E. 66.326) lo spigolo è curvo alla sua estremità. Il raggio all'estremità rende il becco meno sensibile al riscaldamento di taglio. $r = 0,5 \div 3$ mm.

Obliquità dello spigolo: $\hat{\omega} = 0^\circ \div 10^\circ$.

Si tratta dell'angolo formato dallo spigolo con il piano di base **SR**. Esso facilita lo scorrimento del truciolo ed evita lo strappamento*.

4) CORPO DEGLI UTENSILI PER IL TORNIO

Numerosi utensili, pur avendo il becco identico (stesso spigolo e stessi angoli di affilatura), sembrano diversi, per il fatto che la forma del corpo varia dall'uno all'altro.

Questa differenziazione dipende dalle dimensioni e dalla posizione delle superfici da ricavare. Per esempio:

1° Per lavorare una superficie cilindrica interna (*alesatura*) occorre un utensile a corpo allungato e di sezione talvolta ridotta (*utensile per alesare o utensile per interni*).

2° Per spianare una superficie, occorre frequentemente utilizzare un utensile con corpo riportato (*utensile a gomito*).

Sezione del corpo dell'utensile. Si evitano le flessioni e le vibrazioni dell'utensile adottando corpi di forte sezione.

Sezioni rettangolari: $12,5 \times 22$ oppure 16×28 .

Sezioni circolari: $\varnothing 8, 10, 12, 16, 20, 25$.

5) SENSO DI TAGLIO DELL'UTENSILE (fig. V, 4).

Il buon uso della macchina utensile porta a far girare l'albero sia al diritto sia al rovescio. Quando l'albero gira al diritto, la piattaforma gira in senso antiorario rispetto ad un osservatore che guardi la piattaforma.

6) SENSO DI AVANZAMENTO DELL'UTENSILE (fig. V, 1, 2, 3).

L'esecuzione di due superfici simili, ma disposte simmetricamente, giustifica l'impiego di due utensili simili ma simmetrici; utensile a destra **D** e utensile a sinistra **S**.

Il tornitore che osservi dal suo posto l'utensile in azione distinguerà pure tre specie d'utensili, a seconda del senso del loro impiego:

- **Utensile destro**, che si sposta da destra a sinistra;
- **Utensile sinistro**, che si sposta da sinistra a destra;
- **Utensile destro e sinistro**, che può spostarsi in entrambi i sensi, nel piano assiale.

7) TERMINOLOGIA

Gli utensili sono caratterizzati da:

— **La funzione:** natura o nome dell'operazione da effettuare;

— **Il senso di avanzamento:** **Ma** a destra o a sinistra;

— **La forma del corpo:** diritto o piegato a gomito, per alesare, ecc.;

— **La sezione del corpo:** rettangolare, quadrata o circolare;

— **La natura del metallo di taglio:** **AR** o carburo.

Es.: L'utensile per tornire, destro, diritto, $12,5 \times 22$ AR, per tagliare la ghisa, porta il numero 66.311 D.

Ora, tutti gli utensili per tornio sono contraddistinti da una sigla indicativa*, che comincia con **E. 66.3...** La parte significativa del numero **E. 66.311 D** sarà dunque **11 D**.

Nota. Il nome principale dato all'utensile è desunto in genere dalla sua funzione o, talvolta, dalla sua forma attiva.

Utensile per sbazzare (**63.311**): che esegue una sbazzatura.

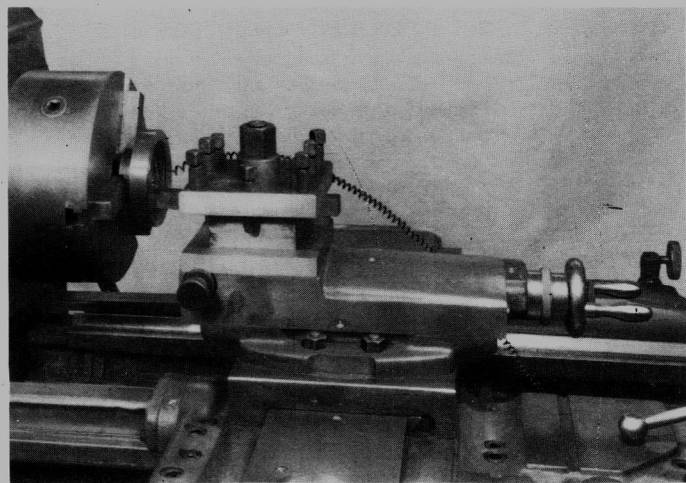
8) OPERAZIONI ELEMENTARI (fig. III e IV).

A ciascuna operazione elementare corrisponde di norma un utensile determinato. Questa regola non è però assoluta. Taluni utensili si prestano a impieghi diversi: utensile per passare e utensile a coltello per superficie cilindrica. Utensile per spianare e utensile a coltello per superficie piana.

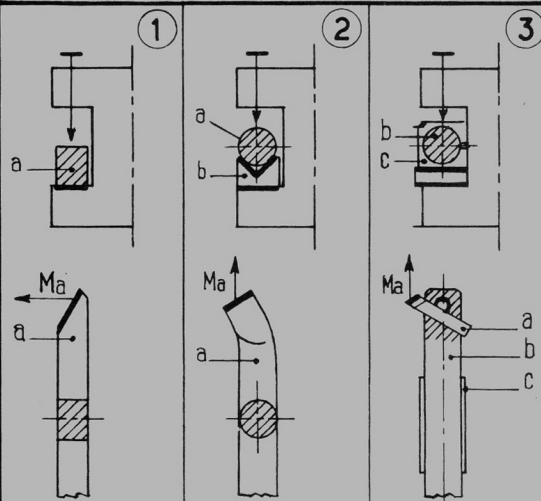
9) I TRE TIPI D'UTENSILI (fig. VI).

Vengono catalogati a seconda dell'orientamento dello spigolo e la grandezza del raggio **r**.

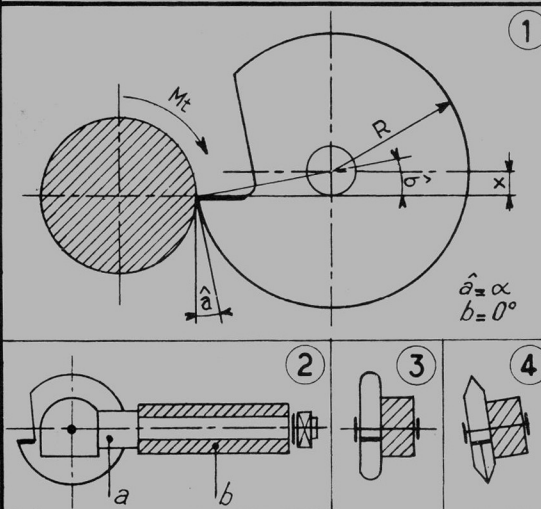
SUPPORTI E PORTAUTENSILI



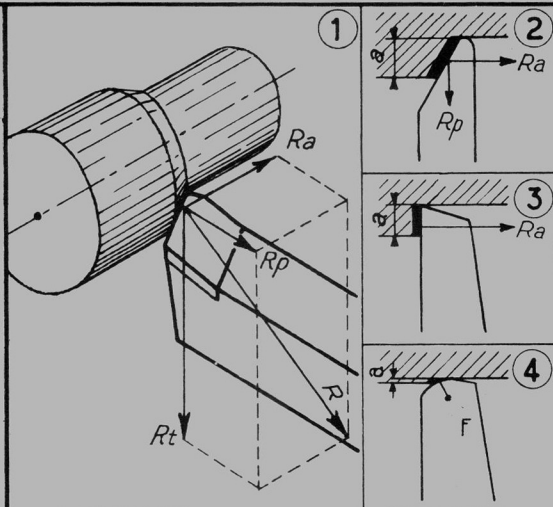
TORRETTE QUADRATA



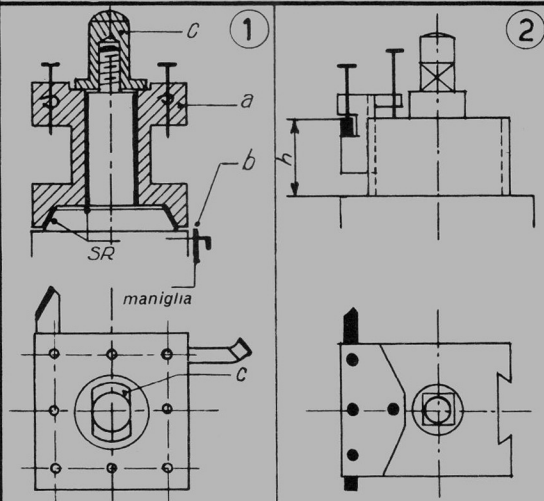
MONTAGGI DIRETTO E INDIRETTO



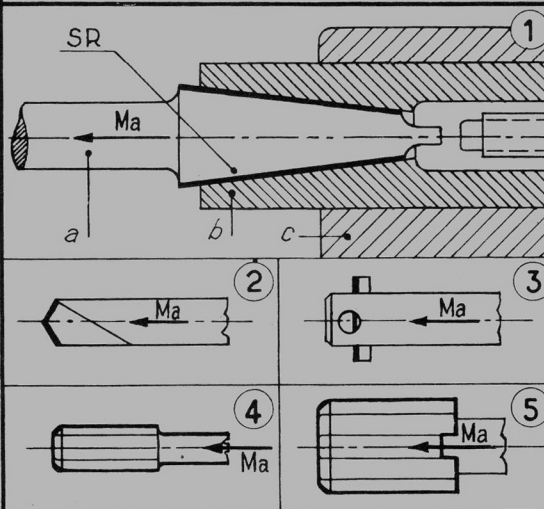
UTENSILE A ROTELLA (profilo costante)



SCOMPOS. DELLO SFORZO DI TAGLIO



TORRETTE PORTAUTENSILI



UTENSILI DI CONTROTOPPO

II

1 - Tornitura
 R = risultante degli sforzi sull'utensile

2 - Spigolo obliquo (difetti di forma)

3 - Spigolo radiale (forma corretta)

4 - Spigolo per finitura

III

1 - Montaggio diretto
 a - utensile monoblocco
2 - Montaggio su supporto a «V»
 a - utensile AR
 b - supporto a V
3 - Montaggio su portautensile
 a - grano AR
 b - barra
 c - supporto

IV

1 - Torretta quadrata

a - corpo
 b - arresto
 c - dado

2 - Torretta ad altezza regolabile
 h = altezza regolabile

V

1 - Rotella o utensile circolare
 \hat{a} = angolo di spoglia anteriore
 $x \approx \frac{R}{10}$
2 - Portarotella equipaggiata
 a - stelo
 b - corpo
3 - Rotella per gola semicircolare
4 - Rotella per filettare

VI

1 - Schema di montaggio
 a - utensile
 b - manicotto
 c - corpo

2 - punta a forare

3 - utensile per lamatura

4 - alesatore monoblocco

5 - manicotto alesatore

1) PRINCIPIO

Il supporto viene intercalato tra l'utensile e l'organo portautensile. Esso assicura la trasmissione integrale dei movimenti di avanzamento e di penetrazione (*traiettorie utensile = generatrice del pezzo*).

Funzione del supporto dell'utensile.

Offre all'utensile una posizione corretta, attraverso il contatto delle **SR**, eventualmente con l'interposizione di uno spessore, per regolare l'altezza. Lo spigolo tagliente si trova nel piano assiale durante la passata.

Esso unisce l'utensile al blocco portautensile per bloccaggio (*torretta*) o aderenza (*sede conica del controtoppo*).

Resiste alla forza di taglio (regolare al minimo la parte a sbalzo* dell'utensile).

Sbalzo tollerabile $\leq 2 h$.

(h = altezza o diametro del corpo dell'utensile).

Nota. Gli utensili per alesare hanno in genere uno sbalzo $> 2 h$ e di conseguenza sono soggetti a flessione.

2) GRANDEZZA E INFLUENZA DELLA FORZA DI TAGLIO (fig. II).

Grandezza della forza di taglio.

La forza **F**, fornita dal motore, permette la formazione del truciolo. Il suo valore dipende dalla resistenza della materia da tagliare. È altresì proporzionale alla sezione **S** del truciolo.

$F \simeq 100$ kg per truciolo di ghisa, per $S = 1$ mm².

$F \simeq 150$ kg per truciolo d'acciaio, per $S = 1$ mm².

Durante il taglio, l'utensile si flette, al pari del pezzo, qualora l'uno o l'altro siano poco resistenti. Ne derivano dei difetti di forma sulle superfici ottenute.

Influenza della forza **F** e della forma dello spigolo sulla superficie ottenuta.

F è sempre perpendicolare allo spigolo di taglio. Tre casi:

Forza **F notevole e spigolo obliquo** (fig. II, 2). Convienne per sbazzatura rapida: stato della superficie e precisione mediocri.

Forza **F media e spigolo tagliente perpendicolare alla superficie intagliata** (fig. II, 3). Convienne per la semifinitura e la regolarizzazione della forma. La superficie è striata, ma geometricamente corretta.

Forza **F debole e spigolo obliquo con curva alla sommità** (fig. II, 4). Convienne per la finitura. La precisione della forma è conservata. La superficie è liscia (levigata).

Nota. Queste diverse osservazioni valgono per tutti i tipi d'utensili d'impiego esterno e interno.

L'utensile per alesare d'ordinario si flette.

L'alesatore di sbazzatura o di finitura a diverse labbra semimetriche non si flette (*nonostante lo sbalzo*), per il fatto che gli sforzi sui diversi becchi si equilibrano. Preferire l'alesatore all'utensile per alesare.

3) MONTAGGIO DIRETTO DELL'UTENSILE SUL SUO SUPPORTO (fig. III, 1).

Questa semplice soluzione è adottata in genere con gli utensili per esterni.

La posizione è assicurata dal contatto delle **SR** (con l'interposizione di spessori, se necessario). La **SR** dell'utensile (piano di base) è lavorata.

La regolazione dello spigolo in altezza è facilitata dall'impiego dell'apposita sagoma, oppure riferendosi a una delle punte.

Il bloccaggio si effettua per mezzo di tre viti ugualmente serrate. **Forza di bloccaggio:** da 100 a 1.000 kg (*collocare una ranella di protezione tra vite e utensile*).

4) MONTAGGIO INDIRETTO DELL'UTENSILE SUL SUO SUPPORTO (fig. III, 2, 3).

Taluni utensili non possono essere fissati direttamente al supporto. In tal caso si colloca tra utensile e supporto il **portautensile**.

Utensile per interni, di sezione circolare;

Utensile per esterni, di debole sezione circolare o quadrata (*grano**) o rettangolare (*lama**).

La posizione dello spigolo tagliente in altezza è determinata dal contatto delle **SR** dei diversi elementi costitutivi:

Grano	{ Questa sovrapposizione giustifica una fabbricazione molto accurata dei diversi elementi dei portautensili e in particolare delle loro SR .
Stelo porta-grano	
Supporto dello stelo	
Supporto dell'utensile	
Spessore eventuale	

Il bloccaggio dei vari elementi del portautensile viene effettuato di preferenza mediante un solo dispositivo di bloccaggio.

L'impiego di grani e lame collocati in portautensili è economico.

5) UTENSILI CON ESTREMITÀ SALDATA

La parte attiva in **AR** o in carburo, è fissata al corpo dell'utensile in maniera definitiva.

Tutti gli utensili per esterni in carburo e la maggior parte di quelli in **AR** sono con estremità fissata con saldatura.

6) PORTAUTENSILI A REGOLAZIONE RAPIDA

Principio. Ciascun utensile appartiene a un blocco che può essere tolto e rimesso per l'impiego, quando necessario, senza che occorra nuova regolazione.

Torretta quadrata (fig. IV, 1).

La torretta quadrata riceve 2, 3 o 4 utensili da presentare, successivamente, sul pezzo in lavorazione. È sufficiente, per passare dall'uno all'altro utensile, sbloccare la torretta e farla girare (90° intorno all'asse verticale). L'arresto nella posizione voluta durante la rotazione è automatico.

È possibile determinare la posizione relativa di ciascun utensile in relazione al «naso del mandrino»* o in relazione all'asse e di ritrovare questa posizione (*sul tamburo graduato corrispondente*).

Portautensili Wojcik

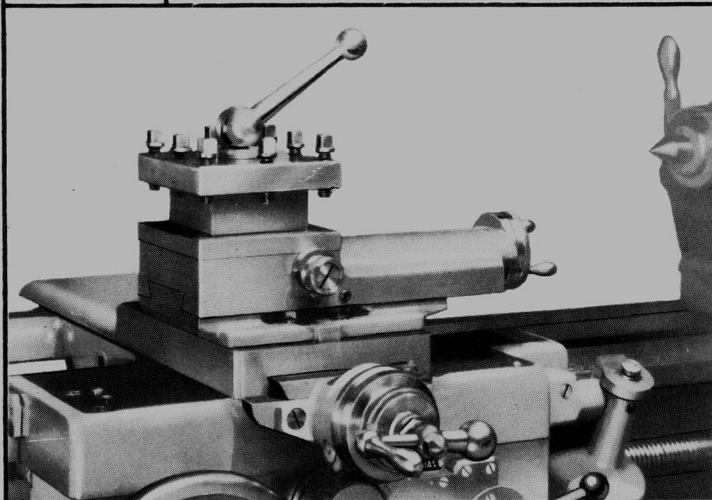
Ciascun utensile è montato a una buona altezza su un supporto particolare e può essere affilato senza che occorra separarlo dal suo supporto. A ciascuno dei supporti corrisponde un riferimento di posizione su un tamburo graduato, ciò che permette una regolazione molto rapida, in vista del conseguimento delle dimensioni dei pezzi in lavorazione.

7) PORTAUTENSILI SPECIALI (fig. V).

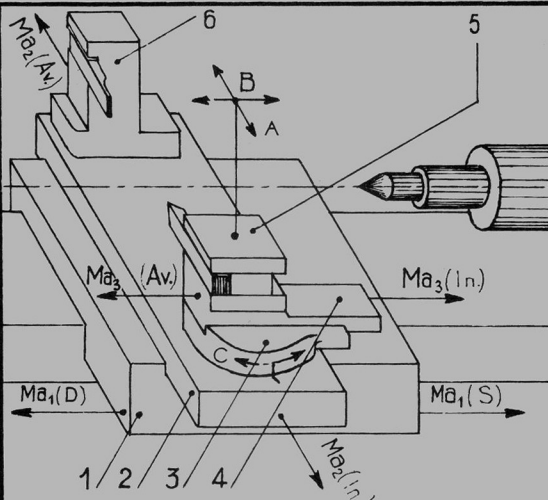
Agli utensili per esterni monoblocchi vengono sostituiti sovente dei portautensili a grani adattati, analoghi ai portautensili per alesare già studiati. Esistono altresì degli utensili a rotella, che interessano le seguenti operazioni: gola, incavatura, filettatura, superfici zigrinate, ecc.

8) PORTAUTENSILI MONTATI SUL CONTROTOPPO (fig. VI), per operazioni di foratura, alesatura, ecc.

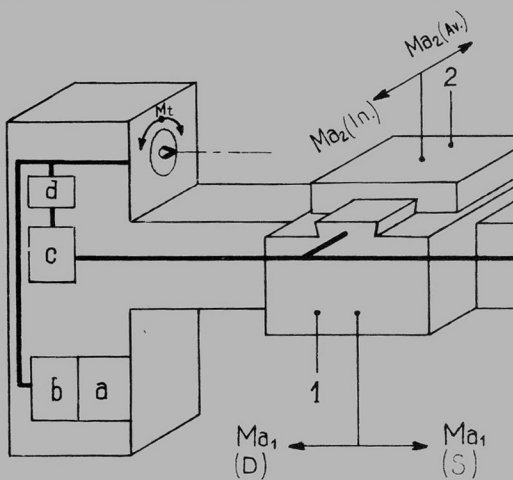
L'ORGANO PORTAUTENSILI



L'ORGANO PORTAUTENSILI

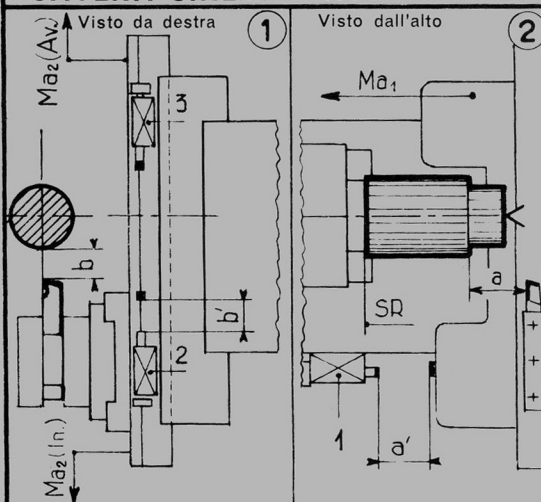


- II
- Ma_1 e Ma_2 = avanzamento automatico
 Ma_3 = avanzamento a mano
- 1 - corpo del carrello
 2 - slitta trasversale
 3 - zoccolo orientabile
 4 - slitta superiore
 5 - torretta
 6 - supporto In.



- III
- a - motore (rotazione D e S)
 b - scatola velocità
 c - scatola avanzamenti
 d - invertitore
- 1 - corpo del carrello Ma_1
 2 - slitta trasversale Ma_2
- Movimenti di avanzamento automatici

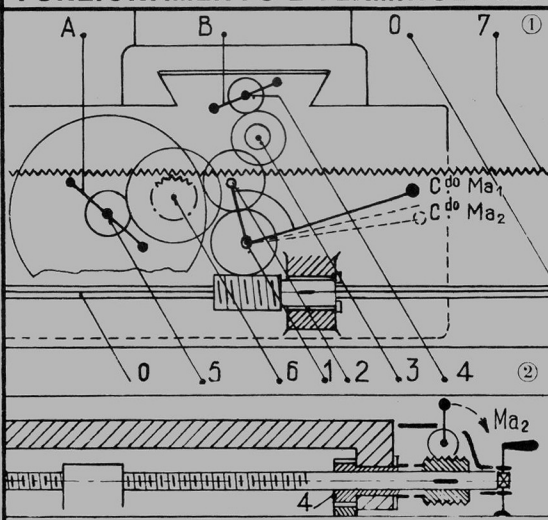
CATENA CINEMATICA AVANZAM.



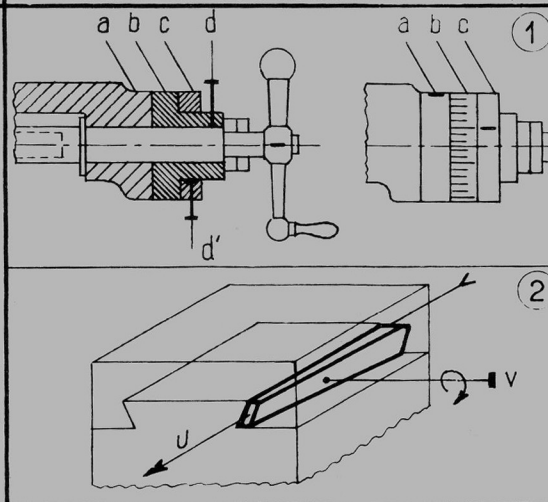
- V
- 1 - Regolazione trasversale arresti 2 e 3
 b = b'
- 2 - Regolazione longitudinale: arresto 1
 a = a'
- (1. Sul banco o sulla barra
 2 e 3 - Sul corpo del carrello)

REGOLAZ. CORSE DELLE SLITTE

FUNZIONAMENTO E TERMINOLOGIA



- IV
- 1 - Comando all'asse Ma_1 a mano (A)
 Ma_1 automatico (0.1.2.5.6.7)
 Comando all'asse Ma_2 a mano (B)
 Ma_2 automatico (0.1.2.3.4)
 0 = barra
 7 = cremagliera
- 2 - Particolare dell'innesto secondario di Ma_2

SCHEMA DEI COMANDI Ma_1 e Ma_2 

- VI
- 1 - Tamburo graduato
 a - indice fisso
 b - graduazione
 c - riferimento mobile
 dd' = viti d'arresto
- 2 - Lardone conico
 u - senso dello spostamento di riduzione del gioco.
 V - bloccaggio.

CONTROLLO DEGLI SPOSTAMENTI

L'ORGANO PORTAUTENSILI

Vedasi tavola 5

1) PRINCIPIO

L'organo portautensili del tornio parallelo assicura lo spostamento dell'utensile in un piano orizzontale, in tutte le direzioni e in tutti i sensi.

La punta attiva dell'utensile deve effettuare la sua *traiettorie* nel piano che contiene l'asse di rivoluzione.

Funzionamento. Il supporto dell'utensile è fissato a un gruppo di slitte sovrapposte, che scorrono su guide orizzontali diversamente orientate.

L'osservazione di un tornio parallelo mostra la necessità e l'esistenza dei seguenti scorrimenti (fig. II):

A. Scorrimento parallelo all'asse del tornio;

B. Scorrimento perpendicolare all'asse del tornio;

C. Scorrimento obliquo all'asse del tornio (*angoli variabili*).

Note. 1. Gli scorrimenti **A** e **B** combinati consentono di realizzare tutte le traiettorie conformi alle generatrici di superfici di rivoluzione.

2. L'utilizzazione di **C** facilita la tornitura conica e altri lavori (*il suo orientamento è regolabile a volontà*).

3. Gli utensili il cui spigolo sia conforme alla generatrice della superficie da produrre (*utensili di forma*) utilizzano un solo scorrimento, fino alla penetrazione dell'utensile alla profondità desiderata. L'utensile lavora allora **a tuffo**.

2) TERMINOLOGIA (fig. II).

L'organo portautensili comprende l'insieme degli elementi montati sul corpo del carrello.

3) CATENA CINEMATICA (fig. III).

Il moto di avanzamento (**Ma**) automatico del porta utensile è possibile in due direzioni e per ciascuna nei due sensi:

— **Parallelamente all'asse** mediante la traslazione del corpo del carrello **Ma¹** a destra (**D**) e a sinistra (**S**).

— **Perpendicolarmente all'asse** mediante traslazione della slitta trasversale **Ma²** in avanti (**Av**) e indietro (**In**).

Ma può ugualmente ottenersi mediante comando a mano (*nel caso di tornitura conica, la slitta superiore è in posizione obliqua*). L'avanzamento **a** è allora irregolare: **Ma³** (fig. II).

Il movimento di penetrazione (**Mp**), in genere perpendicolare a **Ma**, viene effettuato a mano (*salvo la tornitura in copiatura*).

La trasmissione del movimento **Ma** è assicurata tra la scatola degli avanzamenti e il corpo del carrello dalla cosiddetta barra.

Nota. Quando il tornio parallelo è equipaggiato per l'esecuzione di filettature, occorre caratterizzare **Ma** per mezzo di valori **a** rigorosamente uguali al **passo** dei filetti da produrre. Per ottenere questo risultato, si utilizza un comando indipendente, costituito da una *madre-vite* molto precisa, il cui passo serve da riferimento a quello dei filetti da produrre. La madre-vite genera filetti il cui passo raggiunge l'approssimazione di circa 10 μ . Il suo proprio passo è di 3, 4, 5, 6 o 12 mm.

4) FUNZIONAMENTO DEGLI AVANZAMENTI E DELLE PENETRAZIONI (fig. IV).

Avanzamenti automatici, longitudinali e trasversali del portautensili.

Sono indicati sul tornio, insieme col procedimento per selezionarli nella scatola degli avanzamenti.

Il loro valore si esprime in millimetri per giro dell'albero,

di preferenza secondo la serie Renard **Ra.5** ($0,1 \div 2,5$ mm).

Nota. Abbastanza frequentemente, gli avanzamenti **a** sono pure stabiliti in base al passo **SI**, per esempio: **a** = 0,1 **passo** nel senso longitudinale, **a** = 0,05 **passo** nel senso trasversale.

Avanzamenti a mano (a) e penetrazione (p)

(fig. VI, 1).

I movimenti **Ma** e **Mp**, quando siano comandati a mano, vengono controllati per mezzo di tamburi graduati solidali con i volantini di manovra.

A ogni giro del volantino corrisponde un giro della vite e il carrello porta utensile si sposta di un passo.

Es.: Per 3 graduazioni del tamburo a 50 divisioni con vite di comando avente passo di 5 mm, lo spostamento del carrello

$$= \frac{5 \text{ mm} \times 3}{50} = 0,3 \text{ mm.}$$

Nota. Il secondo portautensile, montato talvolta dietro la slitta trasversale, è sottoposto esclusivamente ai movimenti **Ma** e **Mp** di quest'ultima.

Sicurezza. Il dispositivo meccanico d'innesto degli avanzamenti è predisposto con un sistema di sicurezza, che impedisce l'effettuazione simultanea di diversi movimenti automatici del porta utensile (*filettatura e tornitura*).

5) DISPOSITIVO DI REGOLAZIONE DELLE CORSE (**Ma** e **Mp**) (fig. V).

Il controllo visuale degli spostamenti (*corse*) attraverso la lettura dei tamburi graduati è vantaggiosamente sostituito dall'impiego di arresti.

L'operatore viene avvertito che l'utensile è arrivato a fine corsa dall'entrata in contatto del tastatore* (*solidale con l'utensile mobile*) con il corpo dell'arresto (*solidale con la guida fissa*).

Precisione nell'impiego degli arresti.

Dipende dalla sensibilità degli arresti e dalla costanza della pressione tra tastatore e corpo dell'arresto, al momento del loro contatto.

Si comprende che l'arresto fisso ordinario non sarebbe conveniente che nel caso della sbazzatura (precisione: 100 μ).

Arresto di precisione con tastatore a pressione costante.

Il tastatore fisso è sostituito dall'asta di un comparatore a quadrante. Dopo la regolazione, la posizione dell'ago sulla graduazione **O** indica all'operatore il limite della corsa (precisione: 5 μ).

Arresto senza contatto (sistema pneumatico).

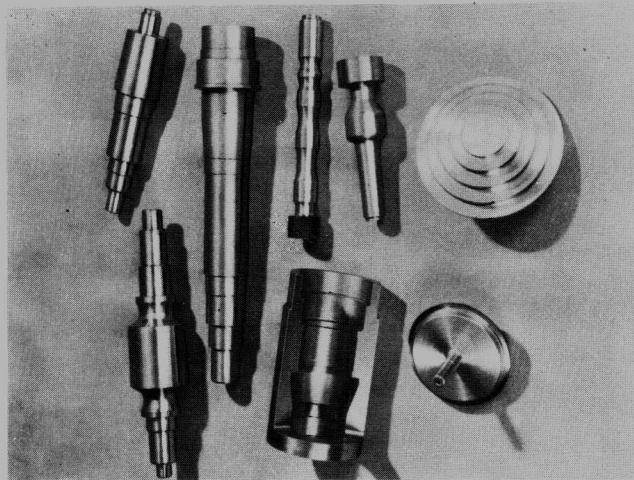
Il tastatore è sostituito da un ugello di uscita dell'aria. L'avvicinarsi dell'ugello al corpo dell'arresto riduce l'orificio di uscita dell'aria. Dopo regolazione, l'indicazione del limite di corsa appare all'operatore sulla colonna d'acqua di un tubo manometrico. Il rapporto di amplificazione può raggiungere e sorpassare il valore di 1.000 (precisione: 1 μ). L'operazione è detta « senza contatto ».

6) DISPOSITIVO DI REGOLAZIONE DEI GIOCHI (fig. VI, 2).

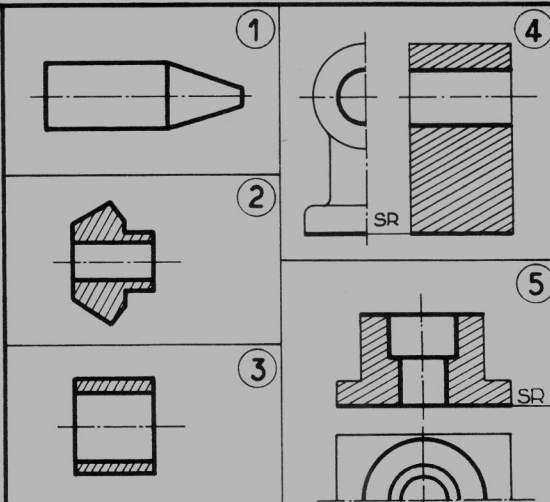
Soltanto la slitta cui è devoluto il movimento d'avanzamento **Ma** deve scorrere con dolce attrito, senza gioco sensibile (*grazie al lardone* di regolazione*). Le altre slitte sono bloccate nella loro guida (*da adatto dispositivo*).

Ciò permette di realizzare un insieme rigido (*salvo lo scorrimento desiderato*). Tra il pezzo e l'utensile non debbono esistere, durante il taglio, che due movimenti: **Mt** ed **Ma**.

I PEZZI TORNITI



PEZZI TORNITI



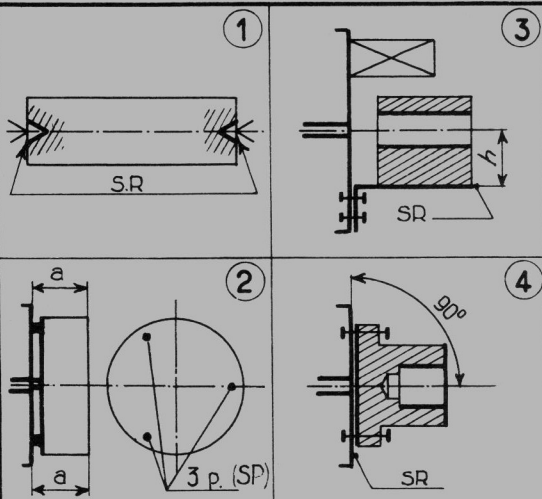
PEZZI TORNITI

II

Pezzi interamente torniti

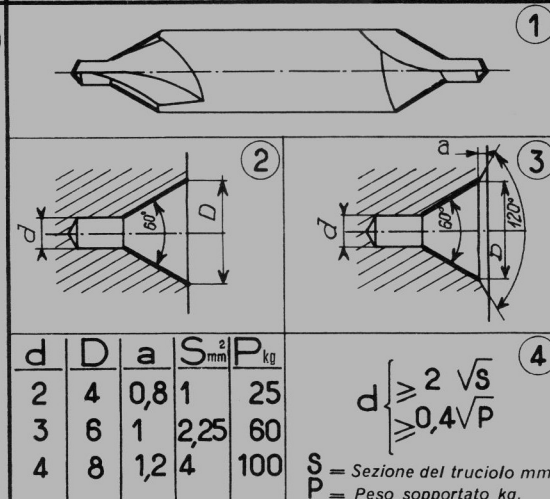
- 1 - albero
2 - pignone conico (prima dell'intagliatura)
3 - manicotto

Pezzi parzialmente torniti (pezzi fusi)
4 - supporto
5 - supporto di base



III

- 1 - Pezzo tra punte
SR = 2 centri
2 - Pezzo grezzo su piattaforma
SP = 3 punti
3 - Pezzo con base fresata
SR - Superficie d'appoggio su squadra
4 - Come 3
SR - Superficie d'appoggio su piattaforma



IV

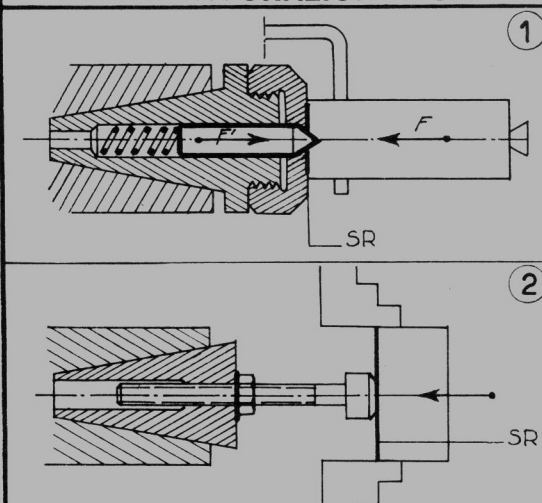
- 1 - Punta a centrare
2 - Centro ordinario
 $d = \varnothing$ nominale
3 - Centro protetto
 $d = \varnothing$ nominale
 $a =$ protezione
4 - Dimensioni dei centri in funzione di S e P.

$$d \geq \frac{2 \sqrt{S}}{0,4 \sqrt{P}}$$

S = Sezione del truciolo mm²
P = Peso sopportato kg.

INIZI DI LAVORAZIONE E SR

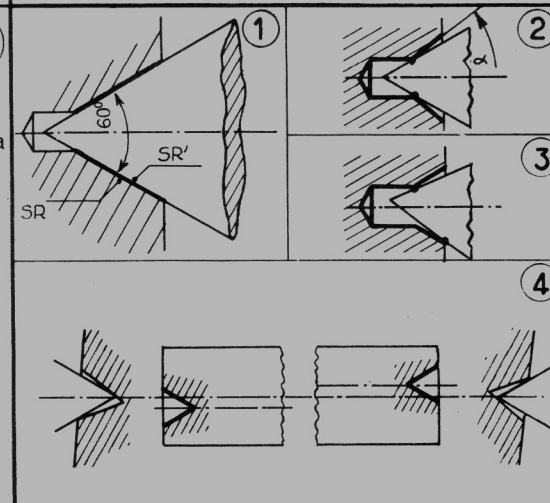
NORMALIZZAZIONE DEI CENTRI



V

- 1 - Punta fissa a molla
 $F > F'$

- 2 - Arresto assiale regolabile



VI

- 1 - Appoggio corretto
 $SR = SR'$
2 - Errato
 $\alpha \neq 60^\circ$
3 - Errato (asse male orientato)
4 - I due centri non sono sul medesimo asse

DISPOSITIVI DI ARRESTO SU SR

FORMA E ALLINEAMENTO DEI CENTRI

1) CLASSIFICAZIONE DEI PEZZI SEMPLICI TORNITI (fig. II).

I pezzi che entrano nelle costruzioni meccaniche comportano assai frequentemente diverse superfici di rivoluzione lavorabili economicamente al tornio.

Lavorazione completa al tornio. Quando tutte le superfici lavorate sono coassiali.

Es.: albero, rullo, puleggia, manicotto.

Occorre partire dal grezzo per collocare il pezzo (*bilanciamento**, v. § 4).

Lavorazione parziale al tornio. Quando la tornitura da eseguire si effettua nella successione di altre operazioni, quale la fresatura o la piallatura.

Es.: supporto, cuscinetto, supporto di base*.

In generale, si prendono allora come riferimento per la tornitura delle superfici già lavorate su altre macchine.

2) SUPERFICI DI PARTENZA (SP) PER LA TORNITURA DI PEZZI GREZZI (fig. III)

Principi. 1° L'asse di rotazione del pezzo deve coincidere con quello del tornio.

2° Il pezzo deve rimanere in posizione conveniente e costante lungo tale asse durante il taglio.

Occorrono quindi al pezzo dei punti di appoggio, che lo collochino in posizione. Essi vengono chiamati **punti di partenza** per la lavorazione, e possono costituire, a seconda dei casi: un asse di partenza, o una superficie di partenza, o un asse e una superficie di partenza abbinati.

Casi principali:

Pezzo cilindrico e lungo (fig. III, 1).

Es.: Albero semplice o spallato*.

Occorre un asse di partenza che sarà materializzato dai centri. Il pezzo sarà tornito tra le punte.

Pezzo cilindrico e corto (fig. III, 2).

Es.: Puleggia.

Occorre una superficie di partenza e un asse. Il pezzo sarà tornito su piattaforma o su un mandrino a ganasce.

3) SUPERFICI DI RIFERIMENTO (SR) PER LA TORNITURA DI PEZZI PARZIALMENTE LAVORATI AL TORNIO (fig. III).

Principi. Le superfici lavorate in precedenza servono come riferimento, dato che sono definitive; da cui il loro nome: superfici di riferimento.

In generale, i pezzi vengono montati insieme accostando le loro **SR**, e la superficie di contatto più grande costituisce la superficie di riferimento principale (**SR₁**). Dopo la lavorazione della **SR₁**, su fresatrice o piallatrice, il pezzo viene inviato alla tornitura, per l'esecuzione delle superfici di rivoluzione. Casi principali:

L'asse di tornitura è parallelo a una SR₁, lavorata in precedenza (fig. III, 3).

Es.: Porta-cuscinetto. La base **SR₁** dev'essere collocata parallelamente all'asse del tornio e a una distanza per lo più molto precisa da tale asse. Il pezzo sarà tornito su piattaforma provvista di una squadra di montaggio.

L'asse di tornitura è perpendicolare a una SR₁, lavorata in precedenza (fig. III, 4).

Es.: Supporto di base. La base **SR₁** deve essere collocata allora perpendicolarmente all'asse del tornio. Il pezzo sarà tornito su piattaforma dopo centratura.

4) BILANCIAMENTO DEI PEZZI

Prima di montare il pezzo sul tornio, occorre assicurarsi che il materiale sia convenientemente ripartito e in quantità sufficiente. In tutti i punti dove passerà l'utensile di taglio deve esistere un'eccedenza di materiale, chiamata sovrappessore (da 1 a 5 mm).

Nel caso di pezzi provenienti dalla fonderia, il modellista e il fonditore sono stati resi edotti del sovrappessore da prevedere, mediante indicazioni riportate sui disegni.

Es.: Per indicare un sovrappessore di 3 mm si scrive: 3 $\frac{3}{4}$.

Il bilanciamento del pezzo può richiedere, in via eccezionale, il tracciamento dei suoi piani principali.

In genere, bastano alcune misurazioni con il righe.

5) CENTRATURA DEI PEZZI

Questa operazione consiste nel praticare, in corrispondenza dell'asse, alle estremità dei pezzi cilindrici da tornire tra punte, degli alloggiamenti conici a 60°, in cui possano entrare le **SR** delle punte. Tali alloggiamenti sono chiamati **centri*** e costituiscono le **SR** dei pezzi.

Forma dei centri (fig. IV, 2, 3).

Centro ordinario. Conicità 60° (eccezionalmente 90° per i pezzi molto pesanti).

La sola superficie conica è **SR**. Una successiva cavità cilindrica riceve l'olio di riserva, per la lubrificazione delle superfici sottoposte ad attrito (*lato contropunta*).

L'impiego di punte rotanti su sfere o rulli sopprime la necessità della lubrificazione. La cavità cilindrica rimane peraltro necessaria, allo scopo di lasciar libera l'estremità della punta.

Centro protetto. Nei centri ordinari, l'entrata della superficie conica (**SR**) è molto vulnerabile agli urti. Inoltre, viene modificata dalla spianatura eventuale delle estremità del pezzo. Si rimedia a questo inconveniente, proteggendo la superficie conica mediante una svasatura*.

I centri protetti sono raccomandati in tutti i casi in cui il pezzo deve essere ricollocato diverse volte tra le punte.

Scelta della dimensione dei centri (fig. IV, 4).

Le punte del tornio e le **SR** dei centri che su tali punte si adagiano sopportano sforzi elevati:

1° Il peso del pezzo in sede (*ripartito sulle due punte*);

2° Lo sforzo di taglio (*concentrato talvolta su una sola punta, quando l'utensile è al termine della passata*).

Di conseguenza, risultano per le punte:

— Fatiche di attrito, da cui il rischio di grippaggio*.

— Fatiche di taglio, da cui il rischio di rottura.

I centri sono caratterizzati nella loro dimensione dal diametro della cavità cilindrica (fig. IV, 4).

Il centro ordinario o protetto per la tornitura viene ottenuto per mezzo di una **punta a centrare normale** o di una **punta a centrare protetta**. Questi **utensili di forma** producono una cavità riproducendo la forma della loro estremità (fig. IV, 1).

Condizioni per il buon lavoro dei centri (fig. VI).

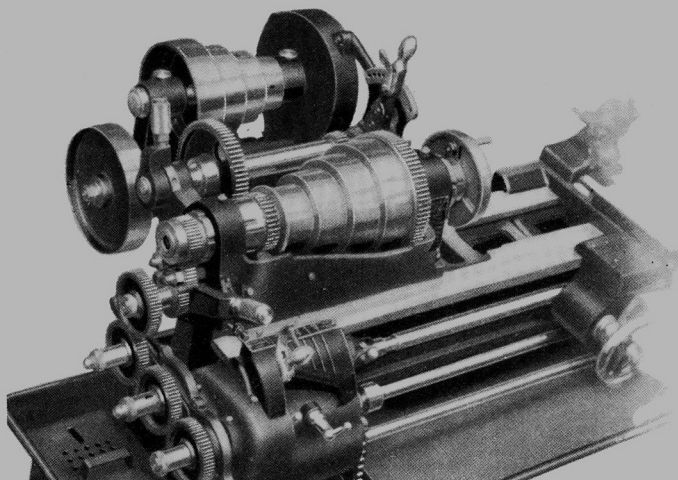
Le **SR** dei centri debbono sposare le **SR** delle punte portanti il pezzo da tornire. Per ottenere ciò è necessario che:

1° Ciascun centro abbia la sua **SR** corretta (*conicità 60°*).

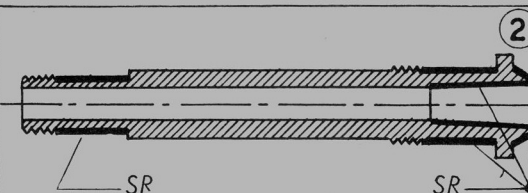
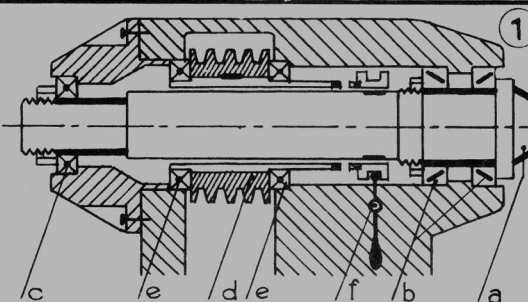
2° Gli assi dei due centri siano in perfetta corrispondenza.

Nota (fig. V). L'esecuzione preventiva di **SR** piane alle estremità del pezzo, centrato o no, permette in seguito di lavorare con arresto su **SR** in condizioni molto economiche.

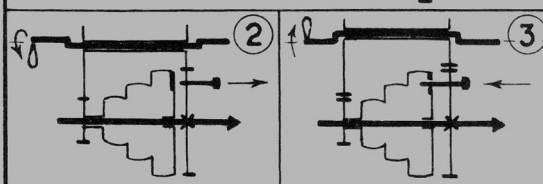
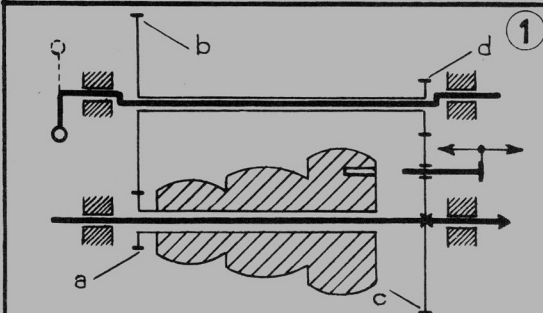
L'ORGANO PORTAPEZZO



COMANDO CON RUOTISMI



TOPPO DEL TORNO

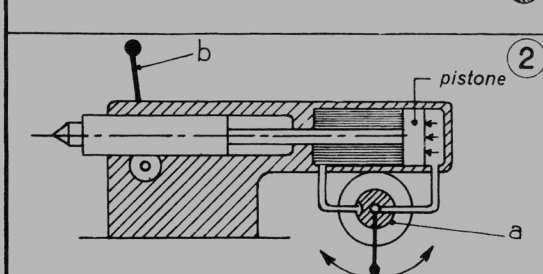
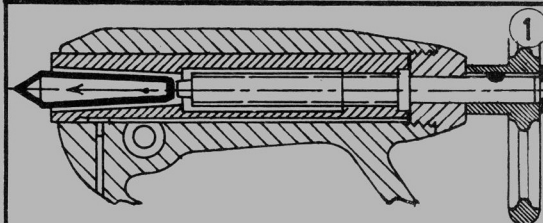


SCHEMA DI RUOTISMO DEL TORNO

1 - Schema di ruotismo
Coefficiente di riduzione =
$$= \frac{c \times b}{a \times d}$$

2 - Ingranaggi in presa. Spina disinnestata

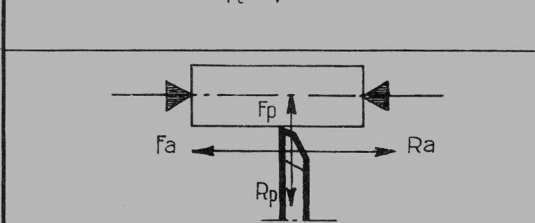
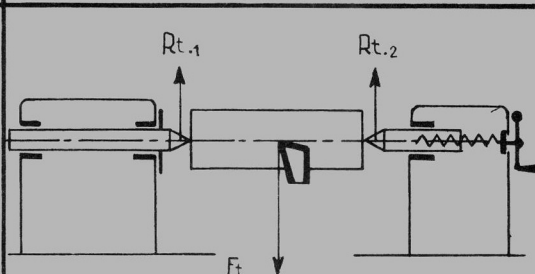
3 - Ingranaggi disinnestati. Spina innestata



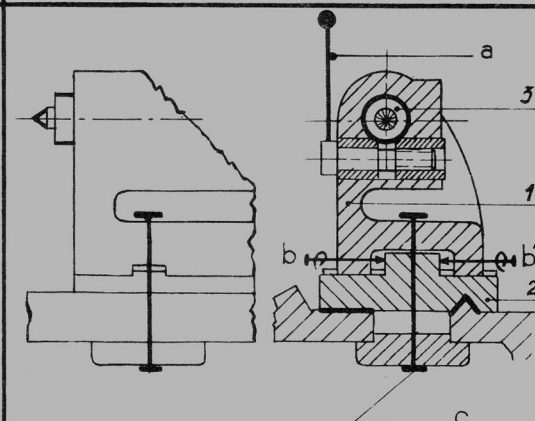
CONTROTOPPO DEL TORNO

1 - Il manicotto è all'inizio della corsa. La contropunta è staccata

2 - Principio di un controtoppo idraulico
a - distributore
b - bloccaggio



SFORZI E REAZIONI DI TAGLIO



REGOLAZIONE E BLOCCAGGIO DEL CONTROTOPPO

II
a - mandrino
b - cuscinetti a rulli conici (anteriori)
c - cuscinetto a sfere (posteriore)
d - puleggia indipendente
e - cuscinetti a sfere della puleggia
f - innesto
2 - mandrino isolato

IV
Sforzi
 F_t = di taglio
 F_a = d'avanzamento
Reazioni
 R_{t1} = punta
 R_{t2} = contropunta
 R_a = avanzamento
 R_p = penetrazione
Nota: Il peso del pezzo si aggiunge a F_t

VI
a - bloccaggio del manicotto
b-b' - 2 viti di regolazione assiale
c - bloccaggio sul banco

1 - corpo
2 - zoccolo
3 - manicotto

L'ORGANO PORTAPEZZO

Vedasi tavola 7

1) PRINCIPIO

L'organo portapezzo del tornio parallelo riceve il movimento di rotazione **Mt** e lo trasmette al pezzo.

L'asse di rotazione è parallelo al movimento longitudinale di avanzamento **Ma** del corpo del carrello portautensile e perpendicolare a quello **Ma** della slitta trasversale.

2) TERMINOLOGIA

Toppo fisso e controtoppo formano l'organo portapezzo.

Il toppo fisso, o testa motrice o fantina (fig. II), comprende:

- Il corpo, disposto in posizione fissa dal costruttore;
- L'albero principale del tornio, detto mandrino, che gira nel corpo del toppo, e termina nella sua parte anteriore col naso del mandrino;
- La punta (*rotante*) bloccata all'estremità del mandrino.

Il controtoppo o toppo mobile (fig. V) fronteggia il toppo fisso e comprende:

- Il corpo, bloccato a volontà sul suo zoccolo;
- Lo zoccolo, bloccato a volontà sul banco;
- Il manicotto, che scorre nel corpo (*normalmente il suo asse coincide con quello del mandrino*);
- La punta fissa (*che non gira*) o contropunta, bloccata all'estremità del manicotto.

3) COLLOCAMENTO IN SEDE DEL PEZZO

Un montaggio corretto è caratterizzato da:

- La **coincidenza** delle **SR** del pezzo con quelle del portapezzo (*punte o piattaforma*);
- Un **trascinamento** positivo del pezzo da parte del mandrino.

Queste due condizioni vengono realizzate in maniera diversa a seconda della forma del pezzo.

Montaggio a sbalzo. Il pezzo, rigorosamente solidale con il mandrino durante il taglio, forma con esso un blocco unico. Gli assi del pezzo e del mandrino devono quindi coincidere.

Montaggio tra punte. Il pezzo montato tra punte si trova in posizione corretta quando la punta del controtoppo si trova lungo l'asse del mandrino. Il pezzo che gira folle sulle punte dev'essere in tal caso vincolato al mandrino per mezzo di due elementi: la **brida** e il **disco menabrida**.

4) INFLUENZA DEGLI SFORZI DI TAGLIO (fig. IV).

Esame del caso normale: tornitura esterna, al diritto, utensile a destra.

Lato mandrino: **Rt¹** solleva il naso del mandrino (*cuscinetto*). **Fa** respinge il mandrino longitudinalmente (*arresto*). **Fp** respinge il mandrino trasversalmente (*cuscinetto*).

Lato manicotto: **Rt²** solleva l'estremità del manicotto. **Fa** ha effetto nullo. **Fp** respinge l'estremità del manicotto trasversalmente. (Gli effetti si aggravano in funzione dell'allontanamento del naso del mandrino dal manicotto).

Nota 1. Il peso del pezzo si esercita dalla parte opposta della reazione di taglio **Rt**, quando si tagli al diritto.

Nota 2. Quando si taglia al rovescio, il peso del pezzo si aggiunge a **Rt**. Il mandrino è allora costantemente spinto contro il cuscinetto di testa, ciò che sopprime la tendenza allo strappamento.

5) FUNZIONAMENTO DEL MANDRINO

Il movimento di rotazione **Mt** proveniente dal motore arriva al mandrino dopo essere passato attraverso una scatola delle velocità.

In generale, il motore gira a 1.500 giri/min a destra o a sinistra (*con invertitore della corrente elettrica*). La scatola delle velocità permette di modificare tale numero di giri.

Le velocità sono indicate sull'incastellatura del tornio, al pari del procedimento per selezionarle nella scatola delle velocità.

A. Gamma di velocità di rotazione del mandrino.

Nei torni paralleli, la gamma delle velocità di rotazione viene stabilita in base ai termini d'una progressione geometrica delle serie Renard.

Es.: 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3200 giri/min.

B. Determinazione della velocità di rotazione.

$$\text{Es.: } V = 100 \text{ m, } D = 32 \text{ mm}$$

$$n = \frac{100.000}{3,14 \times 32} = 1.000 \text{ giri/min}$$

Questo numero di giri è disponibile sulla macchina. Lo studio particolareggiato della scelta di **n** viene effettuato alla Lezione 14^a.

Nota. Taluni torni antichi sono provvisti di mandrino comandato per mezzo di una « puleggia a gradini* » e ruotismo riduttore di velocità (*tre o quattro velocità sulla puleggia e altrettante sul ruotismo*) (fig. III).

Tale dispositivo comporta i seguenti inconvenienti:

- 1° Poche velocità angolari e male scaglionate;
- 2° Scorrimento delle cinghie;
- 3° Perdita di tempo per cambiare la velocità.

6) FUNZIONAMENTO DEL CONTROTOPPO

(fig. V e VI).

Una vite, comandata per mezzo di volantino a mano, fa avanzare o retrocedere il manicotto in direzione del toppo. A fine corsa, ritorno del manicotto; l'estremità della vite appoggia sulla parte posteriore della punta e la stacca dal suo alloggiamento (*cono Morse numero 3 o 4*).

Regolazione della distanza tra le punte. Viene effettuata in due tempi:

- 1° Approssimativo: posizione del corpo sul banco;
- 2° Definitivo: scorrimento del manicotto.

Allineamento con l'asse del mandrino. Si ottiene per traslazione del corpo del controtoppo sul suo zoccolo (*movimento orizzontale perpendicolare all'asse*).

Bloccaggio del controtoppo. Si effettua in due tempi.

- 1° Bloccaggio del corpo sul banco;
- 2° Bloccaggio del manicotto nel corpo.

Funzionamento del controtoppo come portautensile per interni.

Utensili di dimensioni fisse, montati al posto della contropunta, possono forare, alesare, lamare, filettare, ecc.

Vi è un solo movimento possibile dell'utensile, **Ma** parallelo all'asse del tornio, in direzione del naso del mandrino. Viene comunicato a mano mediante l'azionamento del volantino.

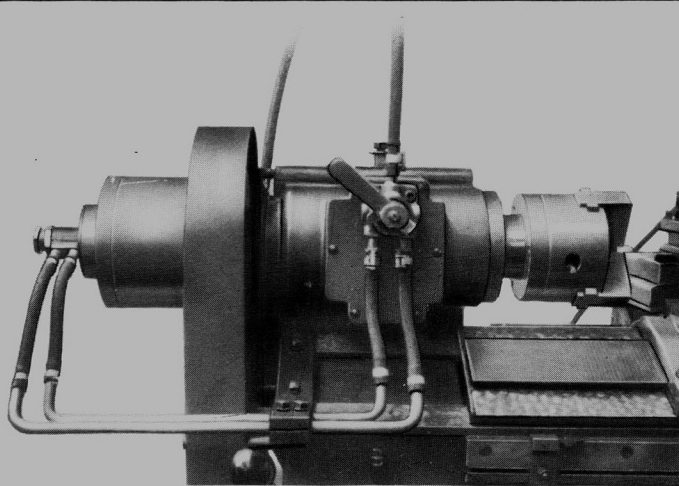
7) REGOLAZIONE DEI GIOCHI

I giochi eccessivi del mandrino o del manicotto rendono impossibile qualsiasi lavoro di precisione (*forma, dimensioni, stato delle superfici*). È indispensabile regolarli.

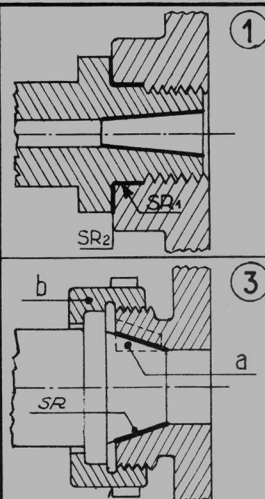
Lato mandrino. I due cuscinetti sono a regolazione di gioco, come pure il dente di arresto.

Lato manicotto. Lo scorrimento nel corpo dev'essere di qualità: **H7-g6**. Durante il taglio, l'insieme del controtoppo è bloccato.

APPARECCHIATURE PER LA TORNITURA A SBALZO



MANDRINO PNEUMATICO

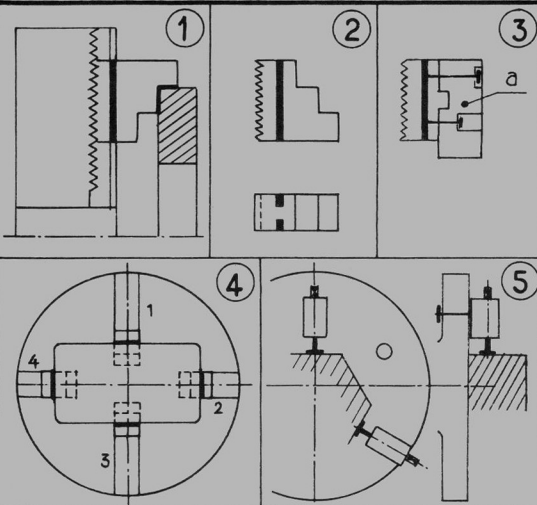


NASI DI MANDRINI

1 - Naso filettato

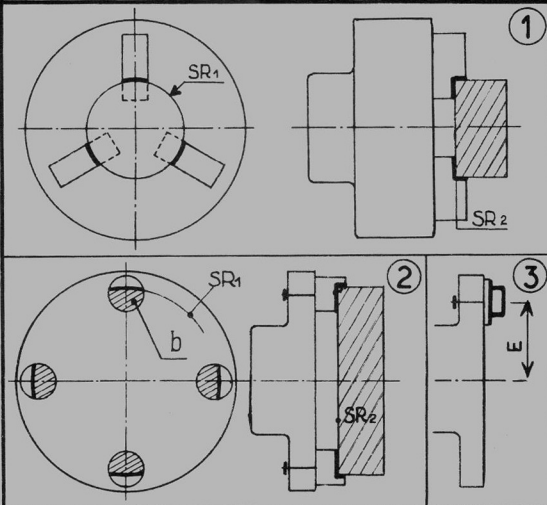
2 - Naso conico francese
a - trascinatore
b - chiusura

3 - Naso conico americano
a - chiavetta
b - dado di bloccaggio



PARECCHI PER PEZZI GREZZI

1 - Mandrino a serraggio concentrico (ganascia per interni)
2 - Ganascia dura per esterni
3 - Ganascia smontabile
a - blocco di acciaio dolce
4 - Piattaforma a 4 ganasce indipendenti
5 - Ganasce a pompa su piattaforma.

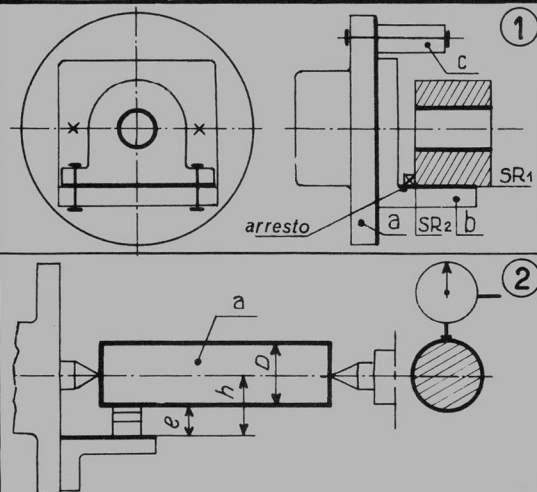


MANDRINI e Piattaforme per RIPRESA

1 - Mandrino a 3 ganasce dolci (lavoro in ripresa)

2 - Piattaforma con centratore di ripresa
b - testa di bullone tornita in sede

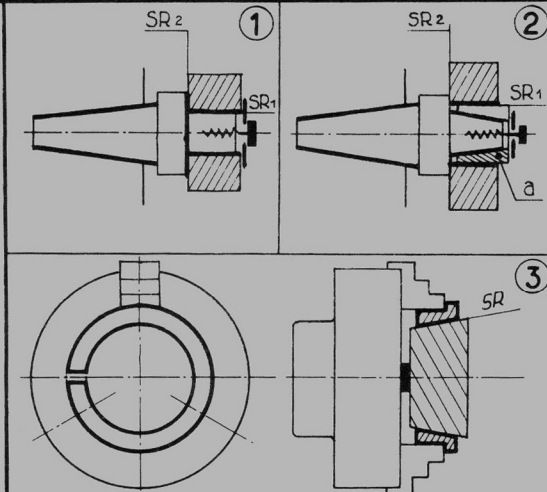
3 - Piattaforma con centratore eccentrico



TORNITURA SU SQUADRA

1 - Tornitura di un supporto
a - piattaforma
b - squadra
c - contrappeso
arresto

2 - Regolazione della squadra
a - mandrino cilindrico campione
e = serie di spessori = $h - \frac{D}{2}$



ATTREZZATURA PER RIPRESA A SBALZO

1 - Mandrino liscio con arresto

2 - Mandrino espansibile con arresto
a - boccia conica spaccata

3 - Anello spaccato alesato conico

APPARECCHIATURE PER LA TORNITURA A SBALZO Piattaforme e mandrini

Vedasi tavola 8
capitoli 17°, 22° e 23°
in questo fascicolo

1) CONDIZIONI PER IL SUPPORTO DEI PEZZI A SBALZO (fig. II).

I pezzi di rivoluzione corti ($L < D$) sono mantenuti sul portapezzo fissati a una sola estremità. L'altra è libera, a sbalzo.

Il supporto del pezzo costituisce, con l'albero, un insieme solidale, non sregolabile. Si tratta di un vincolo rigido, che unisce i pezzi all'albero. Esso permette di realizzare il blocco: albero-supporto del pezzo (vedasi tavola 7).

Dal lato naso del mandrino. Due soluzioni:

Una SR cilindrica di centratura associata a una SR piana costituente l'arresto (fig. II, 1).

Una SR conica, costituente il sistema sia di centratura sia d'arresto (fig. II, 2, 3). La soluzione 2 è migliore.

Dal lato pezzo. La varietà dei pezzi meccanici (forme e dimensioni) porta a utilizzare una grande varietà di supporti. Si ritrovano sempre, peraltro, sui supporti:

SR_1 di centratura
 SR_2 di arresto

con le chiusure corrispondenti

I supporti sono quindi caratterizzati dalla loro forma, le loro SR , il loro funzionamento. Vengono chiamati mandrini* e piattaforme (si noti che qui la parola mandrino ha significato diverso da quello finora attribuitole).

2) MANDRINI E PIATTAFORME PER PEZZI GREZZI (fig. III).

Il pezzo aderisce agli arresti o almeno è in piano, con la sua SP perpendicolare all'asse. A seconda della regolarità della forma si usano supporti diversi per il pezzo.

Mandrino a tre ganasce dure a chiusura concentrica (mandrino autocentrante) (fig. III, 1, 2, 3).

Le ganasce (o morsetti) sono di acciaio temperato, a chiusura simultanea (concentrica). Il pezzo è mantenuto nel piano perpendicolare all'asse dai tre gradini delle ganasce (SR_2). Le tre superfici di contatto (SR_1) parallele all'asse costituiscono al tempo stesso degli appoggi per la centratura e dei punti di chiusura.

Le ganasce sono reversibili, il che permette di serrare pezzi cilindrici pieni all'esterno e pezzi cilindrici cavi all'interno. Diametri dei mandrini: 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500.

Piattaforma a quattro ganasce indipendenti (fig. III, 4).

Le ganasce sono temperate e in genere reversibili. Ciascuna può essere serrata isolatamente, da cui la possibilità di serrare pezzi di varia forma (supporto a zoccolo rettangolare, pezzi eccentrici, ecc.).

Piattaforma a fori (fig. III, 5).

Reca dei fori ovalizzati o feritoie che permettono il passaggio dello stelo di bulloni. Su queste piattaforme possono essere montati pezzi di forme molto diverse. Diametri delle piattaforme: \varnothing : da 230 a 800.

3) MANDRINI PER PEZZI LAVORATI IN PRECEDENZA PARZIALMENTE (fig. IV, 1).

Le superfici lavorate prima dell'operazione considerata costituiscono SR . Debbono essere conservate in perfetto stato, in particolare senza segni di serraggio. Di conseguenza le SR corrispondenti del supporto saranno perfettamente lisce e lavorate con precisione.

Le ganasce, in tal modo preparate a seconda della necessità, sono di acciaio $R = 60 \text{ kg/mm}^2$ (da cui l'espressione: *ganasce dolci*).

Lavoro in ripresa tra ganasce dolci (fig. IV, 1).

Il montaggio tra ganasce dolci permette di collocare in sede i pezzi da tornire in maniera molto rapida (tempo da 0,2 a 1 minuto per un pezzo da 1 a 3 kg).

Gli errori di posizione sul mandrino e di centratura rispetto all'asse dell'albero sono limitati a 10μ circa. Si possono pertanto, nei lavori in serie, montare successivamente tutti i pezzi per una sola operazione, quindi rimontarli di nuovo per le operazioni successive, sempre in base alle medesime SR (da cui l'espressione: *tornitura in ripresa*). Il mandrino utilizzato è quello a tre ganasce già studiato.

Le ganasce temperate sono state sostituite da blocchi di acciaio ordinario, nei quali si pratica un segno di riferimento costituente la SR_1 (centratura) e SR_2 (posizionamento).

Lavoro su squadra (fig. V).

Questo procedimento interessa i pezzi il cui asse di tornitura sia parallelo a una superficie piana lavorata in precedenza (SR_1).

Es.: Alesatura di un cuscinetto la cui base sia già spianata.

Sulla piattaforma a fori, viene regolata e fissata una squadra, a una distanza dall'asse uguale all'altezza dell'asse del cuscinetto (precisione di $h \simeq 10 \mu$). Prima di bloccare il pezzo, è opportuno prevedere degli arresti che fissino la sua posizione sulla faccia della squadra (non dimenticare l'equilibramento).

Lavoro su passante* o centratore (fig. IV, 2, 3).

La lavorazione di pezzi comportanti, in una lavorazione precedente, una superficie cilindrica SR_1 , preceduta da una superficie spianata perpendicolare SR_2 , può essere fatta in ripresa.

Su centratore (fig. IV, 2): per i pezzi con sede cilindrica esterna.

Il centratore è costituito da almeno tre appoggi di acciaio dolce, fissati sulla piattaforma a fori. Si pratica un'incastratura a seconda della necessità (\varnothing e profondità), ciò che fornisce le SR_1 e SR_2 .

Su passante: i pezzi con alesaggio.

Il passante è fissato all'estremità dell'albero o sulla piattaforma a fori, e in seguito tornito a seconda della necessità.

Nota 1. La lavorazione su centratore o su passante assomiglia alla lavorazione su ganasce dolci, per quanto riguarda la messa in posizione del pezzo. All'opposto, il serraggio deve essere assicurato da un dispositivo supplementare (brida o vite).

Nota 2. In certi casi, il passante o il centratore su appoggi sono eccentrici rispetto all'asse del tornio, allo scopo di realizzare su un medesimo pezzo diverse superfici di rivoluzione ad assi paralleli (per es.: una biella) (fig. IV, 3).

4) MANDRINI* LISCI A SBALZO PER PEZZI ALESATI IN PRECEDENZA (fig. VI, 1, 2).

Questo tipo di supporto conviene per i pezzi comportanti diverse superfici coassiali, di cui una alesata.

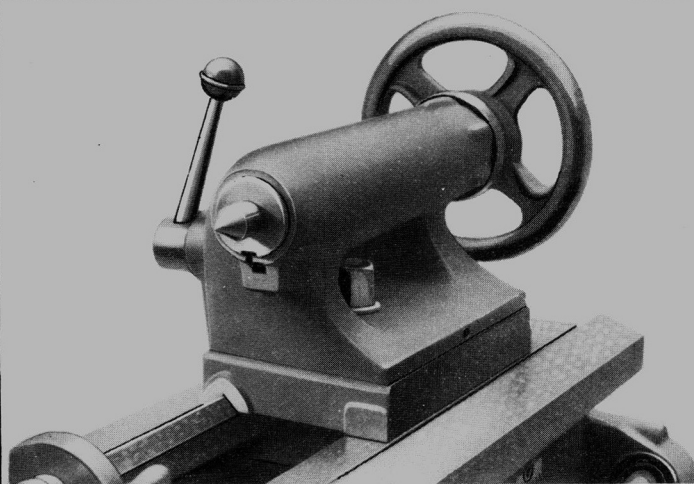
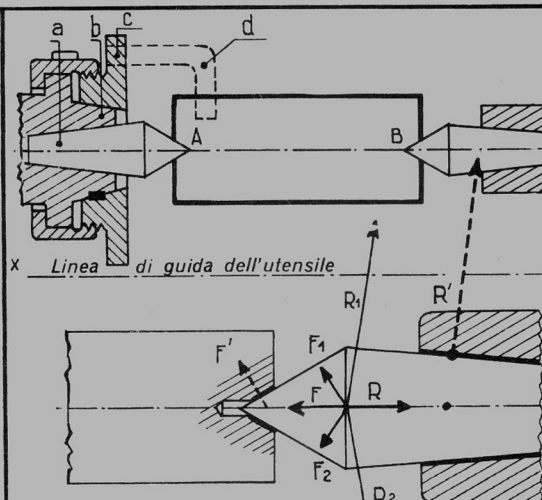
Dopo tornitura dell'alesaggio SR_1 e della faccia anteriore SR_2 su mandrino a ganasce temperate, la ripresa viene effettuata su mandrino liscio per l'esecuzione delle altre superfici lasciate grezze.

Primo caso. Mandrino liscio con serraggio all'estremità (fig. VI, 1). Il trascinamento ha luogo per aderenza della faccia spianata SR_2 alla spalla del mandrino.

Secondo caso. Mandrino a espansione (fig. VI, 2): il trascinamento ha luogo per aderenza dell'alesaggio SR_1 alla parte esterna di una boccola a espansione (diametro variabile).

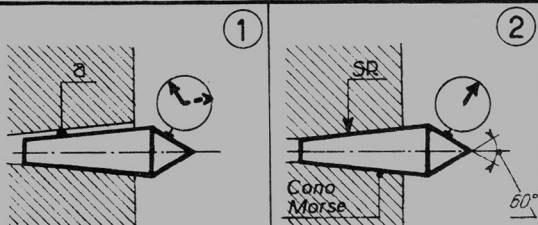
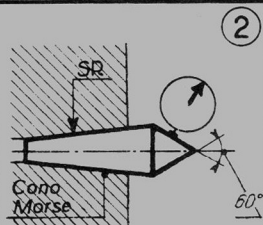
I mandrini di ripresa a coda conica sono di preferenza di acciaio trattato e rettificato (tolleranza di eccentricità $\simeq 10 \mu$).

APPARECCHIATURE PER LA TORNITURA TRA PUNTE Punte e trascinatori

**CONTROTOPPO**

II

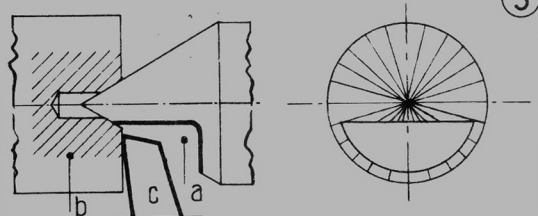
a - punta
b - albero
c - piattaforma
a.b.c. - blocco
c.d. - non
rigido
F = pressione
R = reazione
F' = pressione
centro
(scorrimento)
R' = pressione
manicotto
(aderenza)
 $R_1 > F_1$

MONTAGGIO DEL PEZZO - PRESSIONE**1****2**

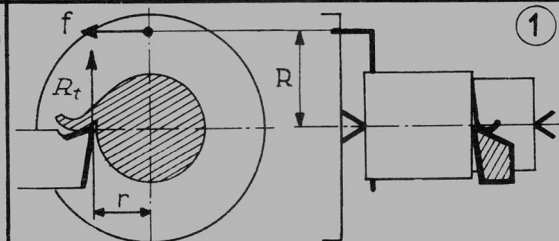
III

1 - Punta
eccentrica
a - grano

2 - Punta bene
montata: SR
in contatto

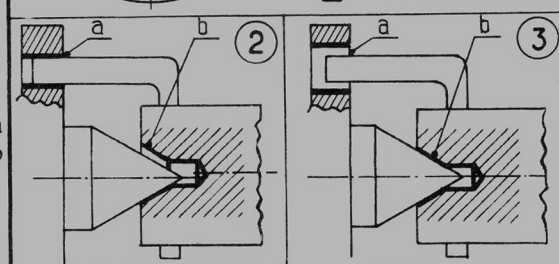
**3**

3 - Punta
disimpegnata
a - disimpegno
b - pezzo
c - utensile

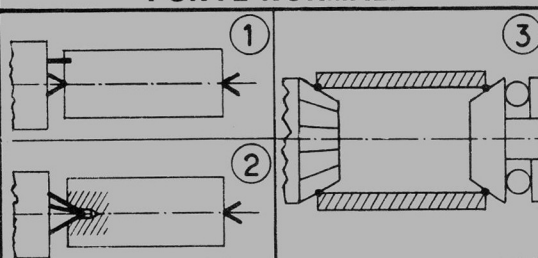
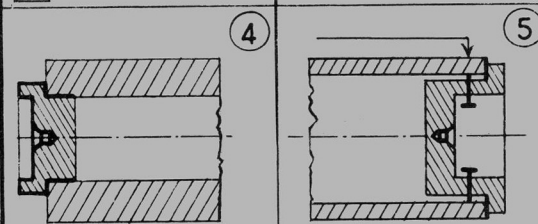
PUNTE NORMALI**1**

IV

1 - Sforzi
 R_t = di taglio
 f = di trasci-
namento
 $R_t \times r = f \times R$

**2**

2 - Montaggio
errato
a - senza
gioco
b - gioco

LA BRIDA DI TRASCINAMENTO**1****2**

V

Trascina-
menti

1 - mediante
sperone

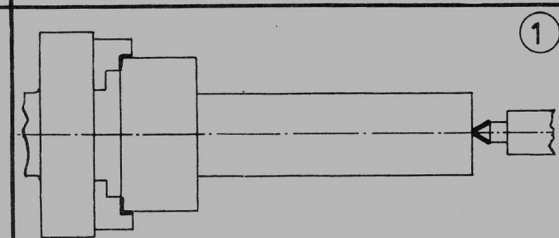
2 - mediante
punta pirami-
dale

3 - mediante
punta tronca
sfaccettata

Centraggi

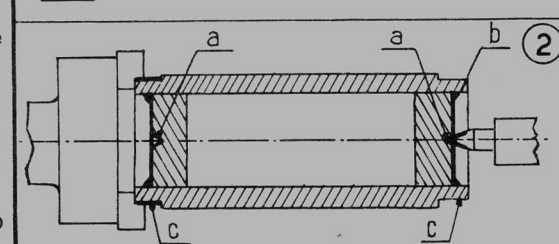
4 - Dischetto
di centratura
su misura

5 - Scodellino
regolabile

DISPOSITIVI SPECIALI DI MONTAGGIO**1**

VI

1 - Tornitura
d'un pezzo
pesante e
lungo

**2**

2 - Tornitura
d'un pezzo
cavo
a - dischetto
b - punto di
saldatura
all'arco
c - sedi
per ripresa

MONTAGGI MISTI

APPARECCHIATURE PER LA TORNITURA TRA PUNTE Punte e trascinatori

Vedasi tavola 9
capitolo 18° in questo
fascicolo

1) PRINCIPIO (fig. II).

I pezzi di rivoluzione di lunghezza $L > 4 D$ vengono torniti tra punte.

Le punte sostengono il pezzo in sede. Un dispositivo di trascinamento collega il pezzo all'albero rotante.

L'asse tra le due punte deve coincidere con l'asse dell'albero. Questo asse comune è parallelo allo spigolo della guida del banco (*dopo regolazione dei topi, AB è parallelo a xy*).

2) PUNTE DI SOSTEGNO DEI PEZZI (fig. III).

Superfici di riferimento delle punte. Sono coniche, ciò che favorisce la concentricità e la rigidità dei gruppi (albero-punta rotante e manicotto-contropunta).

Lato albero e lato manicotto: Tronco conico, con cono Morse n. 3 ÷ 5, il più robusto possibile per accrescere le **SR** (*aderenza per attrito*).

Lato pezzo: Conico a 60°. **SR** efficace per le posizioni assiale e longitudinale. La conicità di 60° non provoca aderenza. Il pezzo montato può girare folle sulle punte.

La punta viva o rotante lato toppo e la punta fissa o contropunta lato controtoppo possono essere di forma identica (*coda al cono Morse, punta a 60° di conicità*). Va notato nondimeno che soltanto la contropunta è sottoposta ad attrito.

Punte vive.

Sono di acciaio **R** = 80 kg, qualità **6** e **SR** ∇∇∇. Dopo accurato montaggio nel naso del mandrino, la punta dev'essere verificata nella sua concentricità per mezzo del comparatore.

Nota. Nei torni di precisione mediocri (*cono interno dell'albero fuori asse*) può essere utile rettificare in sede il cono della punta.

Contropunte o punte fisse:

Sono d'acciaio temperato e rettificato, qualità **6** e **SR** ∇∇∇.

Contropunta ordinaria conforme alla punta viva (*lubrificare*).

Contropunta ad estremità disimpegnata (fig. III, 3), utilizzata durante la spianatura di facce in estremità. Il disimpegno è dalla parte dell'utensile.

Contropunta su cuscinetti a rotolamento. Allo scivolamento delle **SR** è sostituito il rotolamento. La contropunta su sfere o rulli è molto utile nei lavori di tornitura poichè:

Durante la sbazzatura lo **sforzo** di attrito è ridotto, nonostante uno sforzo di taglio elevato. Nella finitura a grande velocità, la **potenza** di attrito è ridotta, nonostante una grande velocità di taglio.

3) TRASCINATORI DI PEZZI TRA PUNTE (fig. IV).

Caratteristiche generali dei trascinatori.

Il trascinatore è un vincolo non rigido, che unisce l'albero al pezzo. Un accoppiamento rigido formante un blocco solo albero-pezzo presenterebbe, nel caso di tornitura tra punte, i seguenti rischi:

Possibilità di flessione delle punte in caso di bloccaggio del trascinatore, con cattiva aderenza delle **SR** pezzi-punte (fig. IV, 2).

Pressione assiale della contropunta difficile da apprezzare. Il pezzo deve poter girare folle senza gioco sulle punte.

All'inizio del lavoro, il trascinamento del pezzo s'inizia bruscamente. Si avverte un rumore d'urto. **Brida** è il nome abituale dell'elemento di trascinamento montato sul pezzo da tornire tra punte.

Costituzione normale dei trascinatori.

Due elementi:

Dischi menabrida, analoghi alle piattaforme a fori già studiate, ma di diametro più piccolo. Sono muniti di una luce (*per brida a gomito*) o d'un dito di trascinamento (*per brida diritta*).

I trascinatori bloccati all'estremità del pezzo e provvisti di coda. Sono di due tipi:

1° Le brida per $\varnothing \leq 100$: a coda diritta o con gomito (*sicurezza*).

2° Collari per $\varnothing > 100$.

(*Per le grandi velocità, equilibrare i trascinatori*).

4) TRASCINAMENTI SPECIALI TRA PUNTE (fig. V).

La presenza della brida o del collare all'estremità del pezzo rende impossibile la passata fino a tale estremità. Per evitare questo inconveniente, possono essere utilizzate le seguenti soluzioni:

(fig. V, 1). Praticare all'estremità del pezzo un piccolo foro, che permetta il trascinamento diretto, senza brida (*lavori di finitura*).

(fig. V, 2). Impiegare una punta trascinatrice ad estremità piramidale. Gli spigoli della piramide sposano le generatrici del foro di centraggio e vi si imprime. La funzione posizionamento e la funzione trascinamento del pezzo si identificano.

Questo dispositivo rapido conviene per la tornitura di finitura di piccoli alberi poco precisi.

Impiego di scodellini di centratura (fig. V, 4 e 5).

I pezzi lunghi preventivamente alesati o forati debbono talvolta essere montati o ripresi tra punte.

Vengono muniti allora di scodellini portanti un centro a 60°.

Scodellino su misura, per ripresa su alesaggio preciso.

Scodellino regolabile, per montaggio d'un cilindro cavo.

Nota. In certi casi è possibile impiegare dalla parte del toppo una **grossa punta** a estremità piramidale (fig. V, 3). Si può adottare allora una **punta tronca**.

5) MONTAGGIO MISTO TRA PIATTAFORMA O MANDRINO E CONTROPUNTA (fig. VI).

Questo dispositivo è frequentemente adottato per:

Pezzi semi-lunghi $L > 2 D$ (*possibilità di tagliare un grosso truciolo senza flessione del pezzo*).

Pezzi pesanti (fig. VI, 1) (*le flessioni dell'albero risultano ridotte*).

Pezzi poco rigidi (*l'eventuale strappamento risulta attenuato*).

Montaggio del pezzo

Lato piattaforma (vedasi lezione 8ª), ganasce dure, ganasce dolci, ecc.

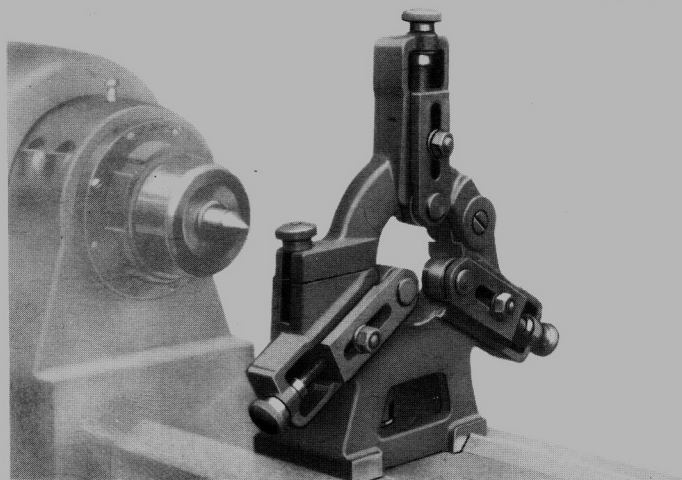
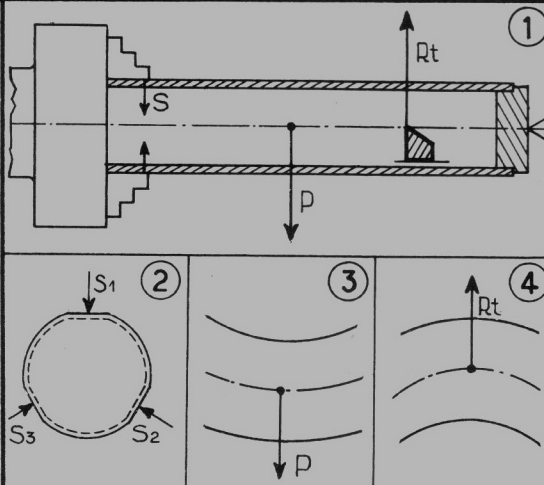
Lato contropunta. Impiegare di preferenza una contropunta a rotolamento per i pezzi pesanti.

Esecuzione del centro.

Viene effettuato in genere prima dell'operazione di taglio, quando il pezzo è montato a sbalzo.

Nota. Quando il pezzo è lungo, i centri praticati prima di ogni altra operazione consentono di realizzare una sede a una delle estremità per l'ulteriore ripresa tra ganasce dolci e contropunta (fig. VI, 2).

APPARECCHIATURE PER PEZZI DEFORMABILI (sottili o lunghi)

**LUNETTA FISSA****II**

1 - Deformazioni di un pezzo lungo e sottile

Sforzi:

S - serraggio

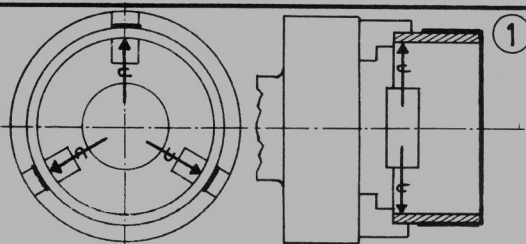
P - peso

Rt - reazione al taglio

2 - effetto di S

3 - effetto di P

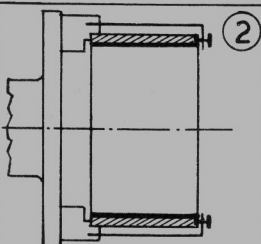
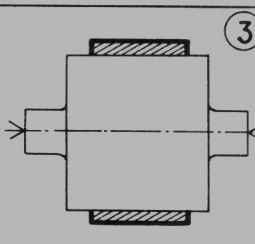
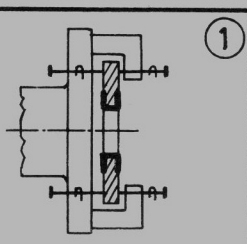
4 - effetto di Rt

DEFORMAZIONE DEI PEZZI SOTTILI**1****III**

Fasi

1 - Faccia anteriore e \varnothing esterno (sgrossatura)
2 - Alesatura (finitura) in ripresa

3 - \varnothing esterno e facce (finitura) su mandrino
Nota. Tornitura fatta su pezzo sgrossato

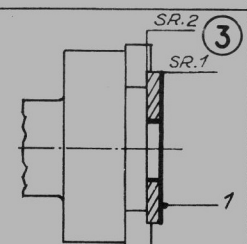
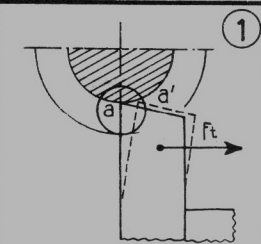
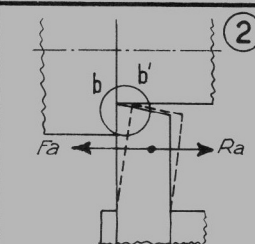
**2****3****TORNITURA DELLE BOCCOLE SOTTILI****1****IV**

Fasi

1 - Alesatura e facce (sgrossatura)
2 - \varnothing esterno (finitura) faccia 2 (sgrossatura)
3 - faccia n. 1 e alesatura (finitura)

4 - faccia n. 2 (finitura)

Nota. Dopo (1) tutte le operazioni sono fatte in ripresa.

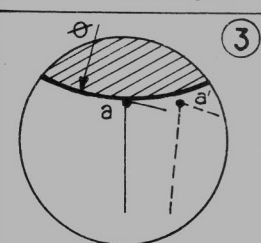
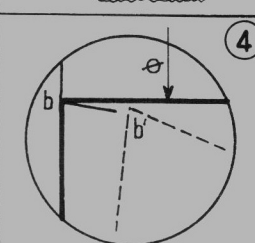
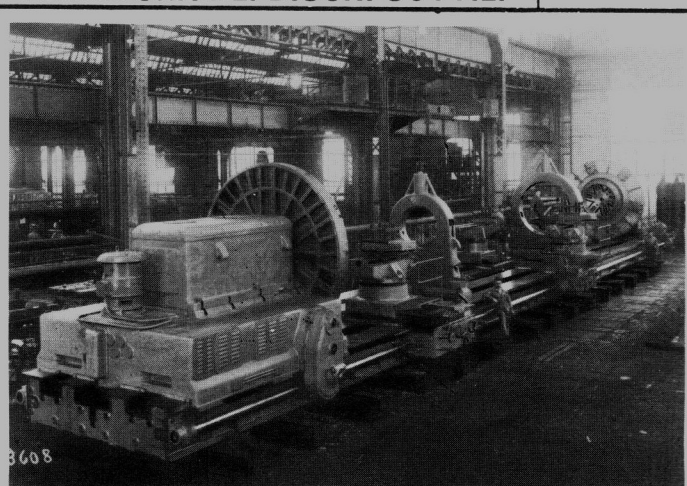
**2****TORNITURA DEI DISCHI SOTTILI****1****2****V**

Lavorazione con utensile a coltello

1/3 - Influenza di F_t a passa in a'

2/4 - Influenza di F_a b passa in b'

Le deformazioni dovute a F_t e F_a con utensile a coltello hanno poco effetto sul \varnothing

**3****4****UTENSILE PER PEZZO DEFORMABILE****GRANDE TORNIO PARALLELO**

APPARECCHIATURE PER PEZZI DEFORMABILI (sottili o lunghi)

Vedasi tavola 10
capitolo 19° in questo
fascicolo

1) GENERALITÀ

I pezzi lunghi e i pezzi sottili possono deformarsi nel corso della tornitura e le apparecchiature hanno per scopo di sopprimere (o ridurre) tali deformazioni. Permettono di tagliare il truciolo senza strappamento.

A. Costatazione dei difetti e delle loro cause (fig. II).

a) **Lo sforzo di chiusura S** schiaccia i pezzi sottili. Ne risulta, dopo l'apertura delle ganasce, un difetto di forma (le superfici cilindriche divengono poligonali).

b) **Il peso del pezzo P** provoca la sua flessione.

In generale, i difetti appaiono dopo lo smontaggio, al controllo della forma. Talvolta, il pezzo vibra durante il taglio.

c) **La reazione al taglio Rt** fa flettere il pezzo in rotazione. L'effetto massimo si ha in corrispondenza della posizione dell'utensile a metà distanza tra le punte ($Rt = Ft$, sforzo di taglio).

(Le superfici generate cilindricamente sono deformate: fuso, barile, imbuto).

B. Principi da osservare.

Sforzi di chiusura.

— Situare i punti di appoggio di fronte ai punti di chiusura e moltiplicarli allo scopo di ridurre l'intensità di ciascun singolo sforzo.

Sforzo di taglio.

— Ridurre la sua influenza sul pezzo tagliando con utensile ad angolo $\hat{c} \approx 90^\circ$.

— Sostenere il pezzo dalla parte opposta dello sforzo per mezzo di una lunetta*.

Peso e forma del pezzo.

— Sostenere il pezzo.

— Rinforzare le parti poco resistenti.

C. Regole generali.

— La precisione di forma e di dimensioni dev'essere raggiunta nella finitura. A tale fine occorre:

a) Sgrossare cominciando dalle estremità a $+1$ mm, con il sistema più economico, e con una tolleranza di forma $\pm 100 \div 200 \mu$.

b) Finire in misura con deboli sforzi di imbrigliamento e di taglio, utilizzando le apparecchiature convenienti.

2) APPARECCHIATURA PER I PEZZI SOTTILI

A. Corone sottili (fig. III) (carter, pezzi cavi).

— Armare il pezzo per renderlo più rigido;

— Costituire dei punti di appoggio di fronte ai punti di chiusura.

B. Dischi sottili (fig. IV).

— Sgrossare ovunque a 1 mm, moltiplicando i punti di serraggio e d'appoggio.

— Riprendere il pezzo, tenendo conto, durante il primo rimontaggio, delle deformazioni esistenti e costituire delle SR le più grandi possibili (fig. IV, 1).

— Finire appoggiandosi sulle SR (fig. IV, 2, 3, 4).

3) APPARECCHIATURA PER I PEZZI LUNGI ($L > 8 D$)

A. Operazione localizzata. Operazione interna alla estremità del pezzo od operazione esterna lontano dalle punte.

Occorre impiegare una **lunetta fissa**, situata il più vicino possibile al punto dell'operazione.

a) Lavorazione all'estremità.

Es.: foratura all'estremità di un albero.

Il pezzo è preparato su montaggio misto (un'estremità nel mandrino, l'altra su lunetta fissa).

b) Lavorazione esterna sulla lunghezza.

Es.: Incavatura nel mezzo di un albero.

Il pezzo viene montato tra punte e con una lunetta fissa.

Per rendere possibile l'appoggio della lunetta è talvolta necessario ricorrere a un falso appoggio.

La lunetta fissa è montata sul banco del tornio.

B. Operazione su una parte lunga.

Es.: Albero di macchina.

Il pezzo viene montato tra punte. Dopo l'inizio della passata, una **lunetta** mobile viene collocata e regolata sulla superficie cilindrica tagliata.

La lunetta mobile è montata sulla slitta trasversale e si sposta con essa parallelamente all'asse del tornio. Essa segue perciò l'utensile.

4) SCELTA DELL'UTENSILE PER LA FINITURA DEI PEZZI DEFORMABILI (fig. V).

Utilizzare utensili:

1° Che taglino a grande velocità trucioli di piccola sezione (*debole sforzo di taglio*);

2° Con spigolo tagliente perpendicolare alla generatrice del pezzo tagliato: $\hat{c} = 90^\circ$.

Un leggero spostamento per flessione dell'utensile in un piano verticale non altera sensibilmente il diametro ottenuto.

Una flessione dell'utensile a coltello nel piano orizzontale non modifica sensibilmente la distanza della punta dell'utensile dall'asse del pezzo.

Nota 1. I pezzi a sbalzo sono quattro volte più sensibili agli sforzi di taglio dei pezzi tra punte.

Nota 2. I pezzi di piccola sezione sono molto sensibili alla flessione sotto l'azione dell'utensile.

Questa fatica di flessione è inversamente proporzionale al cubo del diametro del pezzo (D^3) e semplicemente proporzionale allo sforzo stesso F .

Nota. I suddetti rilievi si applicano in maniera analoga ai corpi degli utensili, per quanto concerne:

1° La loro lunghezza a sbalzo (*il momento di flessione è proporzionale alla lunghezza*);

2° La loro sezione.

(La fatica di flessione è inversamente proporzionale al cubo del diametro negli utensili a corpo cilindrico, al cubo del lato, negli utensili a corpo quadrato).

La vibrazione dell'utensile flessibile si aggiunge a quella del pezzo e favorisce lo strappamento.

5) VALORI PRATICI MASSIMI DELLA SEZIONE DEL TRUCIOLO per i pezzi cilindrici montati tra punte:

Pezzi corti $L \leq 8 D$

$$S \text{ mm}^2 \leq 0,032 \frac{D^3}{L}$$

Esempio:

$$D = 40, \quad L = 200,$$

$$S \text{ mm}^2 \leq 0,032 \frac{D^3}{L} \leq 10.$$

Pezzi lunghi $L > 8 D$

$$S \text{ mm}^2 \leq 2 \frac{D^5}{L^3}$$

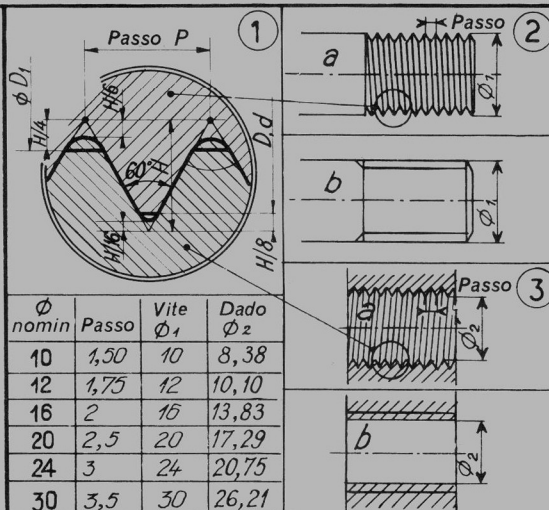
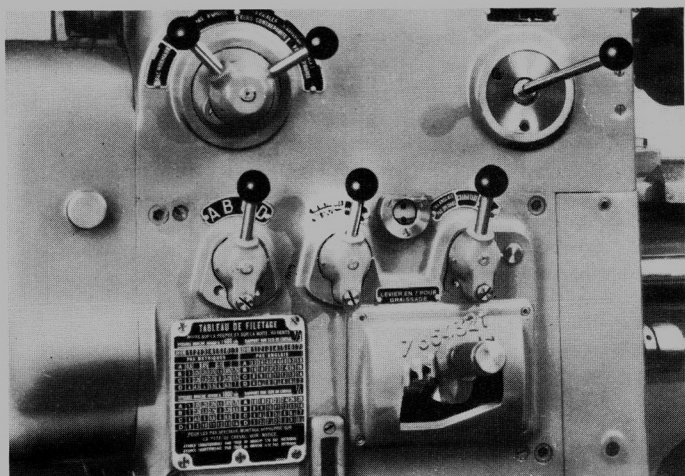
Esempio:

$$D = 20, \quad L = 400,$$

$$S \text{ mm}^2 \leq 2 \frac{D^5}{L^3} \leq 0,1.$$

Nella finitura, è buona regola conservare un avanzamento abbastanza grande $a \geq 0,2$, allo scopo di ottenere un taglio netto del truciolo.

METODI E APPARECCHIATURE PER LA FILETTATURA



II

1 - Filettat. M

A = vite
B = dado
 $h = 0,866 p$

2 - Vite

a - immagine
b - disegno tecnico

 $p_1 = \text{nom.}$

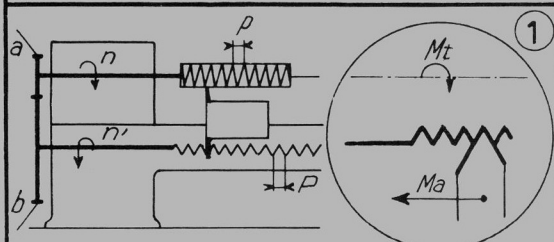
3 - Dado

a - immagine
b - disegno tecnico

$p_2 = p_1 - 1,083 p$
= alesatura

SCATOLA DEGLI AVANZAMENTI E DEI PASSI

FILETTATURA M « Sistema internaz. »



III

1 - Filettatura su tornio a testa di cavallo

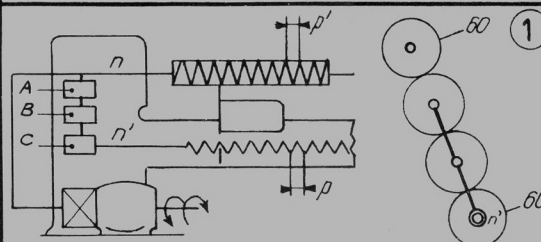
$\frac{p}{P} = \frac{n'}{n} = \frac{a}{b}$
 n e $n' = n^\circ$ giri/min.
 a e $b = n^\circ$ denti

2 - Filettatura a 2 ruote

$\frac{p}{P} = \frac{n'}{n} = \frac{a}{b}$

3 - Filettatura a 4 ruote

$\frac{p}{P} = \frac{n'}{n} = \frac{a \times c}{b \times d}$



IV

Filettatura su tornio moderno

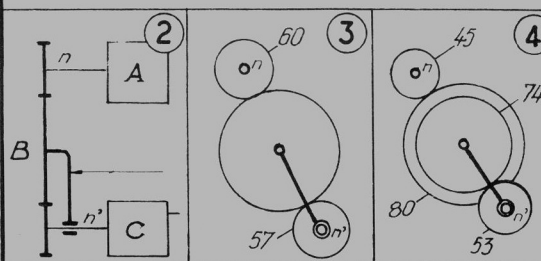
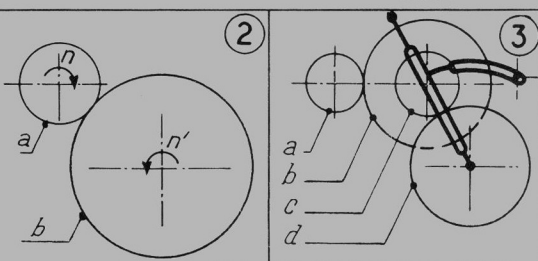
A - Invertitore
B - Treno di ruote amovibili
C - Scatola delle filettature

1 - Cinematica dell'insieme

2 - Gruppo A.B.C.

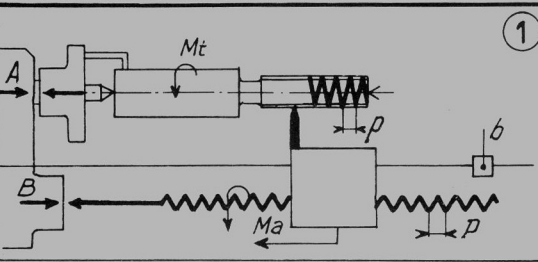
3 - $\frac{25,4}{x} = p$

4 - $\frac{3,1416}{x} = p$



APPARECCHIATURA PER FILETTARE

MONTAGGI CLASSICI PER FILETTATURA



V

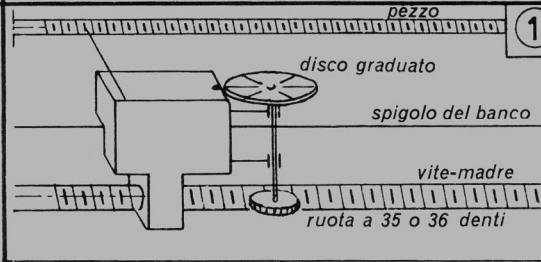
1 - Filettatura su riferimenti

A - riferimenti (toppo-albero)
B - riferimenti (scatola-vite-madre)

b - arresto di partenza
2 - Filettatura su lunghezza predeterminata

bb' = arresti
L = multiplo del minimo comune multiplo (Pep)

$L > l$



VI

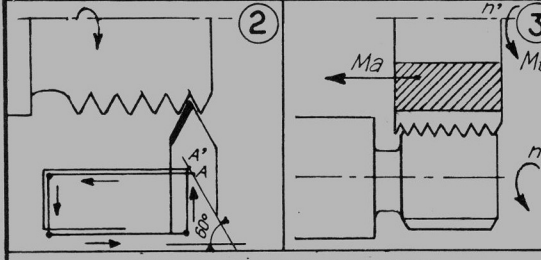
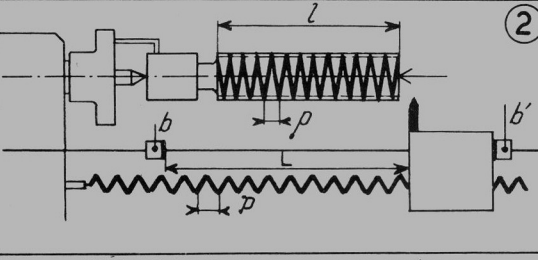
1 - Indicatore d'innesto per filettatura su tornio

2 - Schema di filettatura automatica

« AA' » posizioni di A a ciascun inizio di passata

3 - Filettatura con fresa

$Ma = p$ per $n = 1$



METODI DI FILETTATURA

METODI MIGLIORATI

METODI E APPARECCHIATURE PER LA FILETTATURA

Vedasi tavola 11
capitolo 25° in questo
fascicolo

1) DEFINIZIONE DELLA FILETTATURA

Dicesi filettatura una linea elicoidale generata da due movimenti uniformi rispetto a un asse: l'uno di rotazione (**Mt**), l'altro di traslazione (**Ma**). La filettatura viene eseguita:

Su un cilindro: **vite**; in un alesaggio: **dado**.

Caratteristiche del filetto (fig. II).

— **Diametro** \varnothing_1 (ottenuto con passate successive dell'utensile).

— **Passo del filetto**: $p = a$ (avanzamento per giro).

— **Profilo del filetto** (considerato nella sezione piana contenente l'asse dell'elemento filettato). (Vedasi tavola G).

— **Senso** **D** (a destra) o **S** (a sinistra).

2) REALIZZAZIONE DEL PASSO (fig. III).

Il pezzo gira (**Mt**). L'utensile avanza (**Ma**). È necessario che l'avanzamento sia uguale al passo da produrre: $a = p$.

Impiego della vite-madre. I torni paralleli per filettare sono provvisti di una vite-madre, che genera il passo delle filettature da produrre. Questa vite-madre viene sostituita alla barra per produrre l'avanzamento: $p =$ passo della vite-madre.

La chiocciola della vite-madre è solidale col carrello portautensili. Si compone di due parti suscettibili d'essere ravvicinate o allontanate (*innesto e disinnesto*).

3) METODI PER L'OTTENIMENTO DEL PASSO DA PRODURRE (fig. IV, 1).

Passo normalizzato SI (Vedasi tavola G).

Scegliere nella scatola delle filettature il passo da produrre. Il ruotismo **B** non deve produrre nè moltiplicazioni nè demoltiplicazioni. Si ha, in effetti:

Velocità di rotazione dell'albero

Velocità di rotazione all'uscita di **B** = 1.

Passi speciali. Moltiplicare per un coefficiente appropriato tutti i passi della scatola degli avanzamenti, ricorrendo al ruotismo correttore **B**.

a) **Passo espresso in pollici** (*filettature inglesi*) (fig. IV, 3)

Es.: $p = \frac{25,4}{6} = 4,233$ o 6 filetti per « pollice ».

Si selezionerà nella scatola il passo $p = 4$, dopo intervento del ruotismo correttore, il che darà allora il rapporto:

$$\frac{25,4}{6 \times 4} = \frac{25,4}{24} \approx \frac{60}{57} = \frac{n'}{n}$$

b) **Passo contenente il fattore π** (*vite per ruota tangente*).

Medesimo procedimento (fig. IV, 4).

Es.: $p = 2\pi = 6,28$ (*per ruota con modulo 2*). Selezionare $p = 8$ dopo intervento del ruotismo correttore.

Nota. Sui vecchi torni, sprovvisti di scatola delle filettature, si collega direttamente l'albero con la vite-madre (fig. III). Filettatura a 2 ruote (fig. III, 2) o a 4 ruote (fig. III, 3). Occorre:

$$\frac{n' \text{ vite-madre}}{n \text{ pezzo}} = \frac{\text{Passo } p}{\text{Passo } P} = \frac{a}{b} \quad \text{oppure} \quad = \frac{a \times c}{b \times d}$$

in cui **a**, **b**, **c**, **d**, numero dei denti degli ingranaggi.

4) POSIZIONE DELL'UTENSILE NEL FILETTO

Per rientrare a colpo sicuro nel solco è sufficiente che le posizioni relative dell'utensile e del pezzo si ripetano in maniera identica al momento dell'innesto della vite-madre. Dato che l'utensile si trova ogni volta collocato nella medesima posizione di partenza, entrerà nel filetto qualora la vite-madre e il pezzo abbiano fatto ciascuno un numero intero di giri. Questa condizione viene soddisfatta seguendo diversi metodi:

Filettatura su riferimenti senza arresto dell'albero.

Il controllo delle posizioni angolari dell'albero e della vite-madre è realizzato da due gruppi di riferimenti. Dopo la passata, il carrello disinnestato viene ricondotto alla posizione di partenza sul suo arresto. Innestare la passata successiva nell'istante in cui i due gruppi di riferimenti si trovano di fronte simultaneamente (fig. V, 1).

Nota. Quando p è sottomultiplo di P non occorre prendere alcuna precauzione, dato che l'utensile si ricolloca necessariamente nel filetto.

Filettatura su una lunghezza prestabilita con arresto dell'albero.

La rotazione dell'albero (**Mt**) è collegata allo spostamento dell'utensile (**Ma**) durante tutta la corsa utile di lunghezza **L**. Alla fine, il tornio viene arrestato e il carrello ricondotto alla posizione di partenza sul suo arresto (fig. V, 2) (*ritorno a mano*).

Qualora **L** sia multiplo nello stesso tempo di **P** e p , l'albero e la vite-madre avranno compiuto entrambi un numero intero di giri.

Scegliere **L** in modo che:

$L >$ della lunghezza da filettare e multiplo di **P** e p .

Es.: $P = 4$, $p = 2,5$, lunghezza da filettare = 32, minimo comune multiplo di 4 e 2,5 = 20.

Si prenderà $L = 40 = 20 \times 2$.

5) APPARECCHIO INDICATORE D'INNESTO PER FILETTATURA (fig. VI, 1).

Si tratta di un dispositivo che controlla i tre movimenti: rotazione dell'albero, rotazione della vite-madre, spostamento longitudinale del carrello portautensile. Indica all'operatore gli istanti nei quali l'innesto del carrello sia possibile nel corso della passata (*divisione girevole di fronte al riferimento fisso*).

Funzionamento. Un asse porta a una delle estremità una ruota (35 o 36 denti) in presa sulla vite-madre. L'altra estremità reca un disco graduato (5 divisioni per la ruota di 35 denti) (4, 6, 9 divisioni per la ruota di 36 denti).

— Quando l'albero è arrestato, la vite-madre svolge il ruolo di cremagliera* nei confronti della ruota di 35 o 36 denti trascinata dal carrello. Quando la vite-madre gira, svolge il ruolo di vite senza fine nei confronti della ruota di 35 o 36 denti.

Es.: Eseguire il passo $p = 1,5$ e $P = 5$.

Il minimo comune multiplo di 1,5 e 5 è 15. Adottando la ruota di 36 denti ($36 = 1,5 \times 24$), si potrà innestare a ciascun intervallo di 3 denti, vale a dire ad ogni $\frac{1}{12}$ di giro del disco graduato.

Nota. Non è necessario determinare il punto d'inizio della filettatura.

Tutti i passi **SI** (*salvo 5,5*) sono sottomultipli di 35 o di 36 e possono essere realizzati perciò con l'apparecchio indicatore.

6) FILETTATURE SU MACCHINE SPECIALI

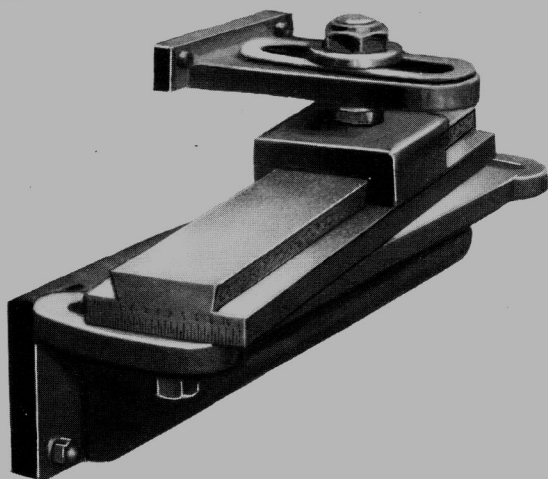
Procedimento CRI-DAN (fig. VI, 2).

La filettatura viene effettuata passata per passata, come sul tornio parallelo, ma l'insieme delle riprese di passata si effettua automaticamente.

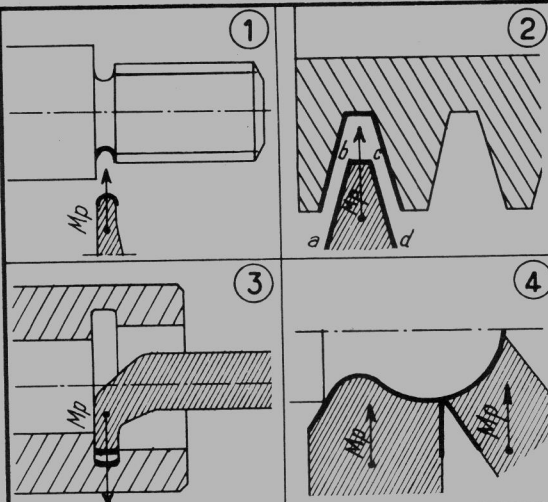
Dispositivo di fresatura (fig. VI, 3).

Una fresa a profilo costante (*il profilo da produrre*) genera il filetto. Il pezzo gira lentamente e mentre esso effettua un giro, la fresa si sposta del valore = passo da produrre, parallelamente all'asse del pezzo.

METODI E APPARECCHIATURE PER LA COPIATURA



COPIATORE ORIENTABILE



UTENSILI DI FORMA

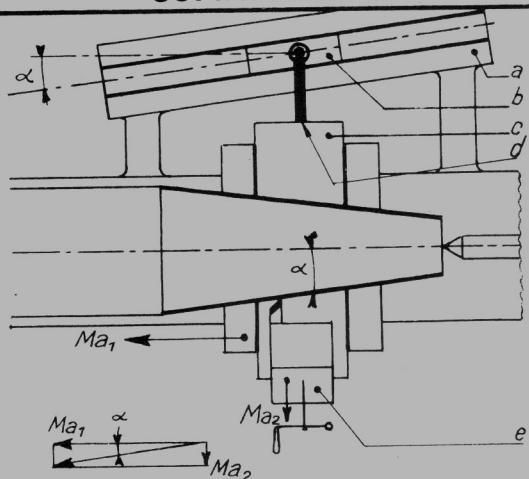
II

1-Utensile per gola esterna

2 - Utensile di forma (linea a.b.c.d. nel piano assiale)

3 - Utensile per gola interna

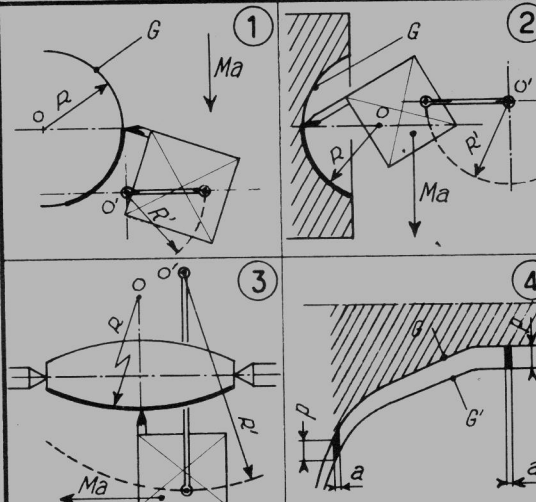
4 - Insieme d'utensili per forma



COPIATURA DEI CONI

III

a - Guida orientabile
b - pattino guidato
c - carrello trasversale



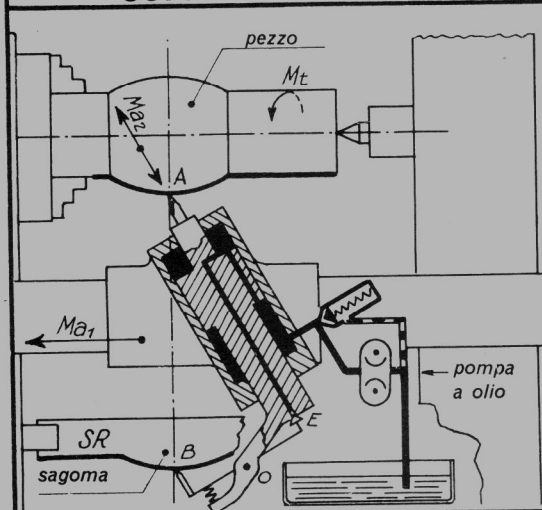
COPIATURA PER MEZZO DI BIELLA

IV

1.2.3-Torniture

1 - sferica

2 - sferica interna

G-generatrice
3 - curvata regolarmente ($R = R'$)4 - Sezione del truciolo
 $S \text{ mm}^2 = a \times p = \text{costante}$
(se $a = \text{costante}$ e $p = \text{costante}$)
In finitura occorre $a \times p = \text{costante}$ 

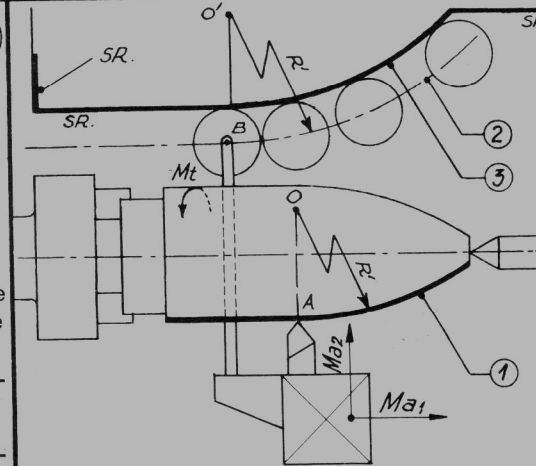
SCHEMA DI TORNIO A COPIARE

V

1° - E chiusa (il pistone dell'utensile retrocede)
2° - E aperta (il pistone dell'utensile avanza)

AB=costante
A = utensile
B = copiatore

Ma' = avanzamento meccanico
Ma² = avanzamento idraulico



COPIATORE A ROTELLA

VI

$R = R'$
1-Generatrice del pezzo

2 - Luogo dei centri della rotella

3 - Sagoma campione
AB=costante

A - punta utensile

B - centro rotella

2 identico a 1

3 tangente alle circonferenze

Ma1-automat.

Ma2- secondo la sagoma

METODI E APPARECCHIATURE PER LA COPIATURA

Vedasi tavola 12
capitolo 28° in questo
fascicolo

Il tornio parallelo è studiato per produrre con facilità (*avanzamento automatico*) due tipi di superfici:

Le superfici cilindriche (Ma_1 longitudinale).

Le superfici piane (Ma_2 trasversale).

Le altre superfici, la cui generatrice sia obliqua o curvilinea, sono dette **di forma**.

1) PRINCIPIO

Lo spigolo dell'utensile deve raggiungere tutti i punti della generatrice:

Primo caso. Lo spigolo è conforme alla generatrice da ottenere. L'utensile è impegnato (Mp) fino alla posizione nella quale lo spigolo si confonde con la generatrice del pezzo da produrre.

Si tratta di lavorazione con l'**utensile di forma**.

Secondo caso. La punta dell'utensile è comandata da una sagoma, che le impone una traiettoria conforme alla generatrice del pezzo da produrre.

Si tratta di lavorazione **in copiatura**.

2) LAVORAZIONE CON L'UTENSILE DI FORMA (fig. II).

L'utensile lavora a tuffo e penetra nel materiale. Taglia lungo tutta l'estensione del suo spigolo, che deve presentarsi costantemente con il medesimo orientamento della generatrice da produrre.

Occorre distinguere due tipi di lavorazioni con l'utensile di forma:

Piccoli profili normalizzati.

Le scanalature esterne o interne (*profili di filetti, profili di scanalature da rettificare*). Le smussature concave o convesse (*racordi di una superficie cilindrica con una superficie piana*).

In questo caso è economico l'impiego degli utensili a rotella.

Profili qualsiasi.

Sui torni ordinari, la lunghezza delle generatrici da produrre è limitata (10 = 40 mm) dato che questo modo di lavorare provoca delle vibrazioni (*strappamento*).

Mp può essere automatico con un valore $a \approx 0,1$, ma, in genere, viene ottenuto a mano.

3) LAVORAZIONE IN COPIATURA

L'utensile lavora in passata automatica in una prima direzione (*parallela o perpendicolare all'asse*). Nella seconda direzione, obbedisce a un copiatore predisposto in relazione alla generatrice da produrre.

Principio utilizzato.

Quando un **corpo solido orientato** si sposta, tutti i punti di tale corpo descrivono la medesima traiettoria.

La slitta portautensile può spostarsi secondo i due movimenti Ma_1 e Ma_2 tra loro perpendicolari. Poiché rimane sempre parallela a se stessa, costituisce un corpo solido orientato.

La punta dell'utensile e il tastatore, in contatto con la guida, descrivono la medesima traiettoria.

Traiettoria dell'utensile = **generatrice** del pezzo.

Copiatura di coni (fig. III).

Il copiatore è costituito da una guida orientata fissata orizzontalmente dietro il banco del tornio. Il pattino-guida è girevole all'estremità della slitta trasversale portautensile, la cui vite di manovra non viene utilizzata.

L'utensile, sollecitato dai due movimenti Ma_1 e Ma_2 , descrive una traiettoria parallela al copiatore rettilineo.

Copiatura di superfici di rivoluzione a generatrice curvilinea (fig. VI).

L'apparecchiatura è analoga, ma occorre un copiatore il cui profilo sia determinato dalla generatrice da produrre.

La slitta trasversale è sospinta o richiamata verso il copiatore da una molla. Una rotella* di guida fissata all'estremità del braccio fisso ruota sul profilo da seguire. La generatrice realizzata è identica alla **traiettoria dell'asse della rotella**.

Tracciato del copiatore a rotella (fig. VI).

1. Tracciare sulla piastra della sagoma la generatrice del pezzo da tornire, orientata in base alla **SR**.

2. Prendendo questa generatrice come luogo dei centri della rotella, tracciare una serie di circonferenze di raggio r = raggio della rotella.

3. Tracciare la linea tangente a tali circonferenze: è questo il profilo che verrà riprodotto.

La rotella deve poter girare senza gioco (*tolleranza* $\leq 5 \mu$).

L'utensile di finitura dovrebbe essere ad angolo vivo ($r = 0$); in pratica, si prenderà in finitura $r = 0,2 \div 0,5$ mm.

Regolazione del copiatore.

1. Forma: levigare il profilo (**SR** parallela all'asse);

2. Posizione: regolare in posizione longitudinale;

3. Diametro: spostare la slitta superiore (Mp).

Copiatura di superfici la cui generatrice sia un arco di cerchio di raggio **R** (fig. IV, 1, 2, 3).

La slitta trasversale è collegata a un punto fisso per mezzo di una biella di lunghezza R' ($R' = R$).

Nota. Per ottenere pezzi con generatrice conforme, occorre che lo sforzo di taglio sia costante durante la passata di finitura, quale che sia l'obliquità della traiettoria. Questa condizione viene convenientemente realizzata quando i pezzi siano stati preventivamente sbazzati. Si ha allora, in effetti: a (*automatico*) e p (*copiatura*) costanti, per cui $S \text{ mm}^2$ costante e $F \approx$ costante (fig. IV, 4).

4) COPIATURA IDRAULICA (fig. V).

Con questo sistema si possono realizzare con una precisione ($IT \geq 20 \mu$):

a) Tutti i lavori finora eseguiti con copiatura meccanica;

b) I pezzi comportanti angoli vivi (*spalle e gruppi di superfici cilindriche e piane*);

c) Talune superfici interne.

Vantaggi della copiatura idraulica.

La copiatura idraulica fa sì che la pressione del dito copiatore sulla guida sia indipendente dagli sforzi di taglio.

In conseguenza di questa debole pressione ($\approx 1 \text{ kg}$):

1° Basta una sagoma di lamiera sottile ($3 \div 5 \text{ mm}$) non temperata. La sua forma è identica alla generatrice del pezzo (si può sostituire la sagoma con un pezzo-tipo).

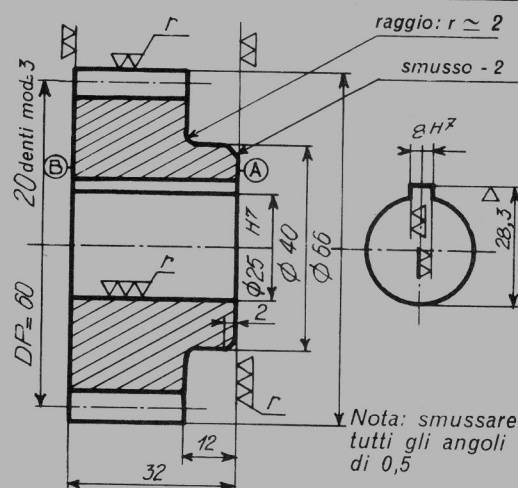
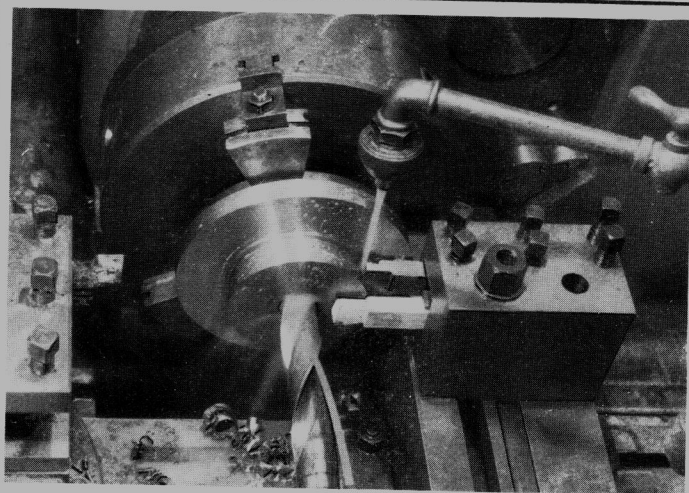
2° La rotella del copiatore viene sostituita da **un dito ad angolo pressochè vivo** (*medesimo raggio del becco dell'utensile*).

Nota. Al pari della copiatura meccanica, la copiatura idraulica conserva, tra la punta del dito copiatore e la punta dell'utensile, un intervallo costante in grandezza e direzione.

5) COPIATURA ELETTRONICA

Ha tutti i vantaggi della copiatura idraulica. La precisione della lavorazione sarebbe ancora più grande ($IT 10 \mu$), dato che le trasmissioni elettriche sono istantanee. Inoltre è possibile, con una sola macchina-pilota, far funzionare automaticamente una batteria di macchine utensili, che eseguiscano tutte la medesima lavorazione.

II



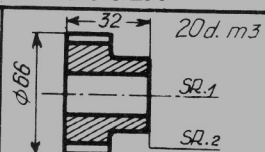
toll.ze g.li $\pm 0,1$
stato g.le τ

Tolleranze
concentricità
est. alesaggio:
10 μ
Velatura
faccia A: 10 μ
(\varnothing da ottenere
per rettifica)

11002 - A

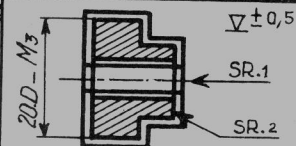
No

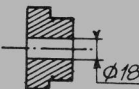
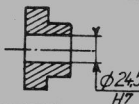
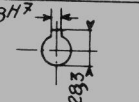




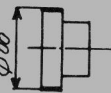



Elem.	Pignone	Dis.	11.002	Rif.	A
Org.	Scatola	Mat.	ac. 80	Gre2	fuso
Ins.	Apparecchio X	N°	10	dist	AC



Gamma	62
2	6

Elem.	Pignone	Dis	11002	Rif.	A
Org.	Scatola	Mat	ac. fuso	N.	10
Ins.	Apparecchio X	Case	Tornit. - Finit.		



Face	Designaz. fase	MU	Av.	Schizzo	Utensili	Contr.	Tp	Tempi Tm
	Fonderia				mola	$\pm 1,5$		
1	Tornitura completa	T0	P1		Carb.S2 n° 21 D n° 13 D	Calibro a corsoio tampone 24,5 H7	30	13,2
2	Mortasatura	M1	P2			calibro 8 H7	30	×
3	Intagliatura	Fel.	P2		coltello n° 3020	calibro a corsoio	15	×
4	Rettifica alesatura faccia A	R1	P2			calibro 25.H7	30	×
5	Rettifica $\varnothing 66$	R1	p2			calibro $\varnothing 66^{+0,05}_{-0,05}$	18	×
6	Rettifica dentatura	Rd	P3			appar. a modulo	30	×

Op.	Design. operaz.	Utens	Contr.	elementi di taglio							Tempi	
				p	v	n	a	A	L	T _m	T _t	
1	Su mandrino U. Ø 150	S.2										0,30
-	3 ganas. dure s Ø 40	33 D		0,5	100	460	0,2	92	21	0,22		1,75
-	Tornire Ø 66,5	"		0,5	100	460	0,2	92	22	0,24		0,70
	Spianare faccia ruotare torretta		Cal.									0,40
-	Alesare Ø 24,5 H7	40 D	a cor- soio	0,45	50	650	0,1	65	33	0,53		0,60
	sbozzare	AF.245	Tamp	0,05	6	75	mano	mano	33	1		1
	finire		24 H7									
	controllare											
2	Ripresa in ganasce dolci su Ø 66,5											0,40
	ruotare torretta											
	tornire Ø 40											0,40
-		33 D	calibro 40±0,1	0,5	58	460	0,2	92	12	0,14		0,70
-	spianare faccia Ø 66,5 40	"		0,5	100	460	0,2	92	132	0,15		0,70
-	spianare faccia Ø 40 24		calibro 20±0,1	0,5	58	460	0,2	92	7,7	0,08		0,70
-	ruotare torretta						mano					0,40
-	smusso da 2 a 45°	32 D	arresto		58	460				0,10		0,50

T_p = Tempo di preparazione in minuti

Tt = tempo di taglio in min.
Tm = tempo di manovra in min.
(frazione in 1/100 di min.)

Totali	
Tt + Tm	<u>2,46 8,55</u>
Bonifica 20%	11,01
Concesso in totale	<u>2,20</u>
per pezzo	13,21

1) IL PROBLEMA DELLA TORNITURA

Nei capitoli precedenti, abbiamo analizzato nei loro particolari le diverse condizioni della lavorazione sul tornio parallelo:

- Operazioni e utensili;
- Apparecchiature e metodi.

Mettiamo ora a profitto le conoscenze acquisite applicandole alla risoluzione dei problemi pratici.

Dati del problema. Per eseguire una lavorazione si dispone dei seguenti elementi:

- Disegno tecnico del pezzo da tornire;
- Materiale da impiegare.

Le soluzioni. Occorre determinare:

- Il metodo di lavorazione;
- Le apparecchiature;
- Gli utensili di taglio e di controllo;
- Gli elementi di taglio (V , a , p).

Presentiamo qui, nell'ordine cronologico, i particolari delle operazioni di studio, preparazione ed esecuzione, che interessano il tecnico e l'operatore.

2) CONDOTTA GENERALE DEL LAVORO

Studio.**Esame del disegno tecnico.**

Il disegno si riferisce a un pezzo e deve precisarne: la forma; le dimensioni; le tolleranze; lo stato delle superfici; il materiale costitutivo; il numero dei pezzi.

Determinazione della gamma (successione delle operazioni) attraverso le seguenti lavorazioni preliminari:

1. Analisi delle superfici da lavorare sul pezzo e scelta delle SP e SR .
2. Associazione delle superfici che debbono essere lavorate nel corso della medesima operazione (tutto quello che dev'essere eseguito senza smontaggio).
3. Raggruppamento delle operazioni in fasi (tutto quello che dev'essere eseguito dal medesimo operaio sul medesimo tornio).
4. Determinazione dei procedimenti. Scelta degli utensili di taglio e di controllo.
5. Coordinamento cronologico delle fasi di sbazzatura e finitura (poste nell'ordine di esecuzione).
6. Determinazione degli elementi di taglio (V , a , p).

Preparazione.

Preparazione degli utensili di taglio.

Preparazione degli utensili di controllo.

Esecuzione.

Equipaggiamento del tornio: organo portapezzo e organo portautensile;

Bilanciamento del pezzo;

Montaggio del pezzo sul portapezzo per la prima fase;

Montaggio dell'utensile sul portautensile per la prima operazione, ecc. ecc.

Lavorazione propriamente detta:

Regolazione del portautensile;

Selezione degli elementi n (numero dei giri/minuto convenienti per la passata) e a (avanzamento).

Innestare Mt e poi Ma . Iniziare la passata di profondità p . Segnare la posizione dell'utensile sul tamburo graduato che controlla Mp . Disimpegnare l'utensile. Disinnestare Ma e poi Mt . Misurare. Impegnare l'utensile (Mp) alla profondità voluta p . Innestare di nuovo Mt , poi Ma , ecc.

Controllare, dopo ciascuna operazione e ciascuna fase, le superfici ottenute (forma, dimensione, posizione).

Ripartizione dei compiti.

L'organizzazione scientifica del lavoro è basata sulla specializzazione degli operatori e la ripartizione delle operazioni.

Lo studio viene fatto dai tecnici del servizio metodi*.

La preparazione degli utensili e delle apparecchiature dagli operai specializzati.

L'esecuzione dal tornitore, qualora si tratti di una fase di tornitura.

3) APPLICAZIONE (fig. II).

Tornitura di 10 ingranaggi di 20 denti di modulo* 3, secondo disegno.

La funzione del pezzo e la necessità di buone SR per la intagliatura dei denti impongono:

- 1° Alesatura perpendicolare alla faccia lato mozzo;
- 2° Superficie esterna d'intagliatura concentrica all'alesaggio.

Studio.

Scelta delle superfici di riferimento e d'appoggio SR_1 , alesaggio. SR_2 , faccia piana lato mozzo. SP_1 , faccia grezza cilindrica esterna. SP_2 , faccia grezza piana lato dentatura;

Associazione delle superfici da lavorare insieme.

- Alesaggio e faccia piana lato mozzo.
- Alesaggio e superficie cilindrica d'intagliatura (se possibile).

Determinazione dei procedimenti (gamma).

1. Tornitura completa (particolari sul foglio d'istruzioni).
2. Esecuzione della scanalatura.
3. Intagliatura dei denti.
4. Rettifica della faccia A e dell'alesaggio.
5. Rettifica del diametro esterno $\varnothing 66$.
6. Rettifica dei denti.

Preparazione della tornitura (fase 1/6).

Utensili di taglio. Evitare la flessione degli utensili per interni. A questo scopo, adottare un utensile a punta quasi viva ($r = 0,5$) e angolo di direzione $\hat{c} \approx 90^\circ$.

Terminare di preferenza l'alesatura con una macchina alesatrice ($\varnothing = 24,5 H7$).

Utensili di controllo: (campioni, calibri, ecc.).

Esecuzione.**Equipaggiamento del tornio.**

Mandrino a tre ganasce dure da 150. Mandrino a ganasce dolci da 150.

Bilanciamento.

I pezzi provengono dalla fonderia e sono perciò quasi tutti identici. È sufficiente allora misurare su alcuni di essi i seguenti elementi:

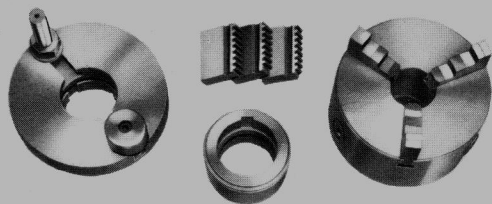
\varnothing esterno, larghezza, \varnothing del foro ottenuto in fonderia, concentricità.

Selezione degli elementi n e a . Le manovre da compiere sono indicate sul tornio.

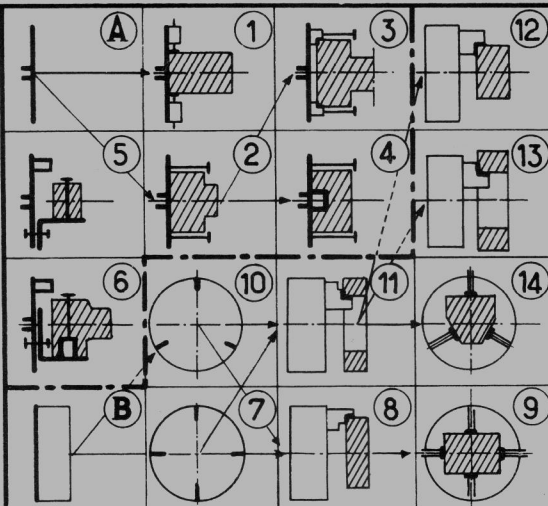
Controllo finale. Riguarda:

- Le dimensioni con tolleranza;
- La concentricità (dentatura e alesaggio);
- La perpendicolarità (dell'alesaggio con la faccia del mozzo);
- Lo stato delle superfici.

DETERMINAZIONE DEI PROCEDIMENTI E DEGLI ELEMENTI PER IL TAGLIO



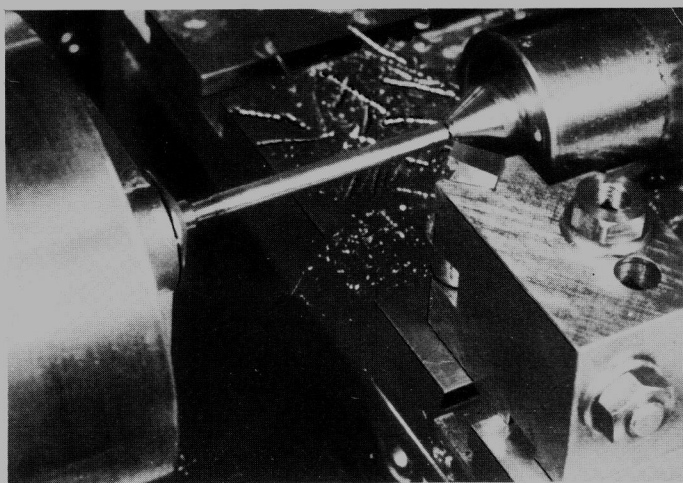
PIATTAFORMA E MANDRINO



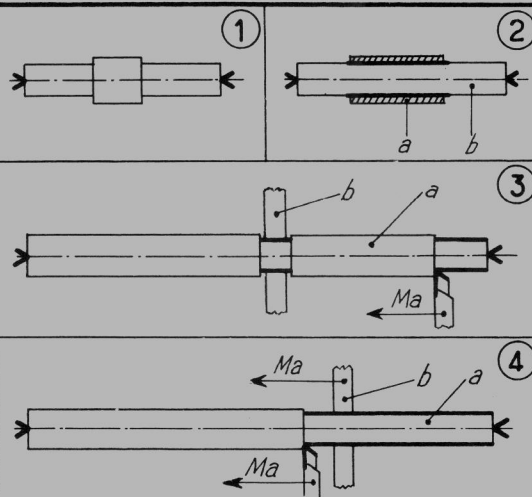
MONTAGGI A SBALZO

II

A - Su piattaforma
1 - ganasce a pompa
2 - imbrigliam.
3 - centratura
4 - scodellino
5 - su squadra
6 - su squadra e scodellino
B - Su mandrino
7/8-4g.sce.dure
9 - 4 ganasce indipendenti
10/11 - 3 ganasce dure
12 - 3 ganasce dolci interne
13 - 3 ganasce dolci esterne
14 - 3 ganasce indipendenti



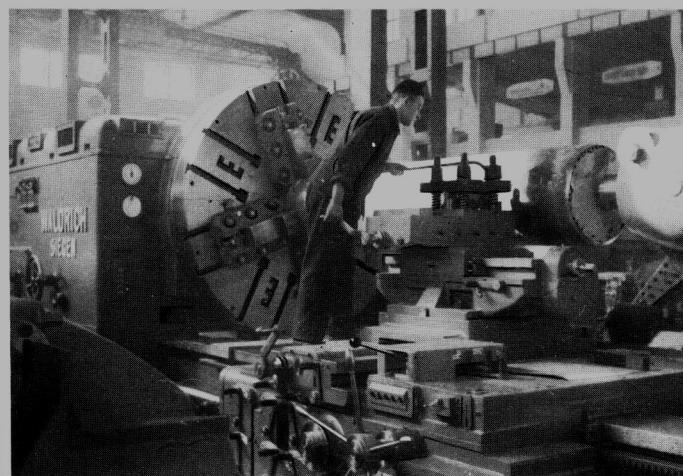
MONTAGGIO MISTO



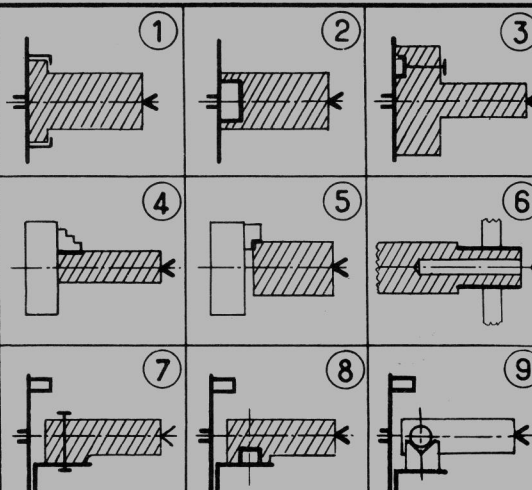
MONTAGGI TRA PUNTE

IV

1 - Tra punte (diretto)
2 - Su mandrino
a) pezzo
b) mandrino
3 - Su lunetta fissa
a) pezzo
b) lunetta fissa
4 - con lunetta semovente
a) pezzo
b) lunetta semovente



MONTAGGIO MISTO



MONTAGGI MISTI

VI

Su piattaforma
1 - imbrigliamento
2 - centratura
3 - scodellino eccentrico
Su mandrino
4 - ganasce dure
5 - ganasce dolci
6 - lunetta
Su squadra
7 - imbrigliam.
8 - centratura
9 - su 2 appoggi a V

DETERMINAZIONE DEI PROCEDIMENTI E DEGLI ELEMENTI PER IL TAGLIO

Vedasi tavola 14
tavola D

1) PRINCIPIO

Il **migliore** procedimento per la tornitura è quello che permette la produzione più **economica** con la **qualità** desiderata.

La produzione tiene conto dei seguenti fattori:

- Tempo di preparazione e di esecuzione;
- Qualificazione del personale disponibile;
- Prezzo del materiale e dell'utensileria;
- Percentuale degli scarti di lavorazione.

2) SCELTA DEL PROCEDIMENTO DI TORNITURA

Fattori da considerare:

Dimensioni del pezzo: *SP* o *SR*, forma, dimensioni nominali, tolleranze.

Difficoltà del taglio: natura del metallo da tagliare, resistenza generale del pezzo agli sforzi di taglio.

Numero dei pezzi della serie.

Limitazioni di capacità del tornio e delle utensilerie.

Scopi da raggiungere. L'esame delle funzioni meccaniche cui sono destinati i pezzi torniti (*albero, pignone, boccola, ecc.*) mostra in genere che:

1° **Tutte le superfici di rivoluzione** debbono essere **concentriche** (*medesimo asse*).

Questa concentricità è garantita quando, nella finitura, tali superfici sono realizzate senza smontare il pezzo.

2° **Tutte le superfici piane** debbono essere **perpendicolari all'asse** di rotazione.

Questa perpendicolarità è assicurata quando la superficie cilindrica e la superficie piana associate vengono realizzate senza smontare il pezzo. (*Per tornitura automatica nelle due direzioni Ma*).

Regole da seguire:

Sbozzare interamente il pezzo a $\pm 0,5$ mm prima di cominciare la finitura.

Nota. Sono da prevedere numerose eccezioni nel caso di pezzi rigidi montati a sbalzo (*quando non siano da temersi dilatazioni termiche*);

Terminare tutte le superfici cilindriche senza smontare il pezzo.

Nota. Sono da prevedere numerose eccezioni nel caso di lavorazioni di qualità ≤ 7 , quando la ripresa tra ganasce dolci sia possibile;

Prevedere per il pezzo da tornire delle *SP* o *SR* che assicurino la rigidità dell'insieme albero-pezzo.

Richiamo ai procedimenti di montaggio dei pezzi (fig. II, IV e VI).

3) PRODUZIONE. SFORZO. POTENZA

L'invenzione degli acciai rapidi e in seguito dei carburi per il taglio ha permesso d'aumentare i valori degli elementi di taglio *V*, *a*, *p*.

$$S \text{ mm}^2 = a \times p, \quad V = \pi D \times n.$$

La rapidità di esecuzione (*taglio*) è proporzionale a $V \times a \times p$.

La produzione in dm³/h caratterizza tale rapidità.

Es.: *V* = 20 m/min, *a* = 0,5 mm, *p* = 5 mm.

La produzione = 50.000 mm³/min = 3 dm³/h.

Lo sforzo di taglio è proporzionale alla resistenza specifica *K* kg/mm² del metallo al taglio e alla sezione del truciolo *S* mm².

$$K \approx \begin{cases} 100 \text{ kg/mm}^2 & \text{per la ghisa meccanica} \\ 150 \text{ kg/mm}^2 & \text{per l'acciaio semiduro, } R = 60 \text{ kg/mm}^2 \end{cases}$$

Potenza in cavalli assorbita dal taglio.

Tale potenza utile *Pu* CV è proporzionale:

1° Allo sforzo di taglio *F* kg;

2° Alla velocità di taglio *V* m/s,

$$P_u \text{ (CV)} = \frac{F \text{ kg} \times V \text{ m/min}}{75 \times 60}$$

(1 CV = 75 kgm/s).

Es.: *V* = 20 m/min; *a* = 0,5 mm, *p* = 6 mm; *K* = 100 kg/mm², *F* = 100 kg/mm² \times 0,5 mm \times 6 mm = 300 kg;

$$P_u = \frac{300 \text{ kg} \times 20 \text{ m/min}}{75 \times 60} = 1,33 \text{ CV.}$$

Potenza assorbita dal motore.

Per poter conoscere la potenza che dev'essere fornita al motore occorre tenere conto del rendimento totale del tornio. Il rendimento *Rt* = 0,5 ÷ 0,8 quando il tornio funziona a pieno carico.

4) SCELTA DI V-a-p PER LA SBOZZATURA

Utensili in acciaio rapido.

Prendere come sezione del truciolo *S* = *a* \times *p* quella più grande, compatibilmente con la rigidità del pezzo e dell'utensile (*truciolo spesso*).

Scegliere allora *V* compatibilmente con la potenza del motore e la natura dell'utensile (tabella fuori testo).

Utensili di carburo metallico.

Prendere come velocità *V* quella più grande possibile e scegliere *S* mm² compatibilmente con la potenza del motore, la rigidità del pezzo e quella dell'utensile.

5) RELAZIONE TRA LA VELOCITÀ DI TAGLIO E LA DURATA DELL'UTENSILE TRA DUE RIAFFILATURE SUCCESSIVE

Quando la velocità *V* cresce, la durata dell'utensile tra due riaffilature successive decresce.

Velocità di minore usura (*Vo*)

Dato un metallo noto da tagliare, *Vo* corrisponde al più grande volume di truciolo suscettibile d'essere ottenuto tra due riaffilature dell'utensile. Tale volume viene chiamato « Produzione di minore usura » (*Po*).

Velocità economica (*Ve*). *Ve* = 4/3 *Vo*

A tale velocità la produzione per ora è accresciuta di 1/3. Occorre utilizzarla quando la riaffilatura e la regolazione dell'utensile siano facili.

La durata dell'utensile a *Ve* è 3/8 della durata a *Vo*.

Nota. La tabella fuori testo dà *V* per una durata dell'utensile di 1 h.

6) NUMERO DEI GIRI/MINUTO DELL'ALBERO

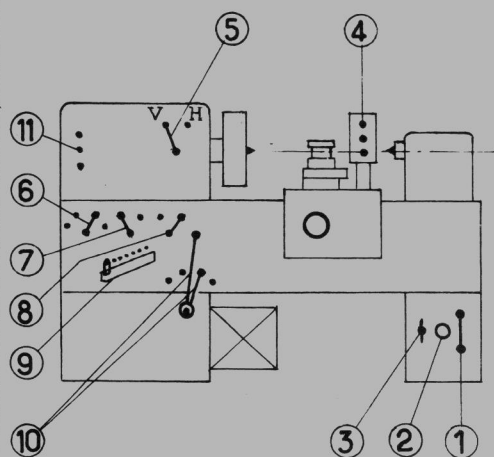
Ogni tornio è provvisto di una tabella dei numeri di giri disponibili sull'albero (*n'*).

La conoscenza di *V* permette di determinare *n* teorico:

$$V = \pi D \times n \quad \text{e} \quad n = \frac{V}{\pi D}$$

Si sceglie il valore di *n'* reale in modo tale che sia *n'* \leq *n*.

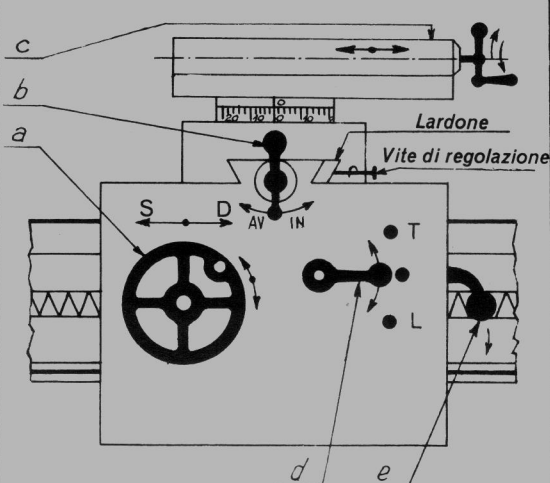
OPERAZIONI ELEMENTARI DI REGOLAZIONE



COMANDO DEI MOVIMENTI

I

- 1-Interruttore
2 - Lampada spia
3 - Pompa
4 - Scatola a pulsanti (Mt)
5 - V o H (Mt)
6 - a (Ma)
7 - Filettature
8 - Vite-madre o barra
9 - a (Ma)
10 - n (Mt)
11 - Invertitore (Ma)
V - volata
H - ritardo



REGOLAZ. - AVANZAMENTO AUTOM.

II

Comando manuale

a - carrello portautensile
b - trasversale
c - porta-utensile

Comando automatico

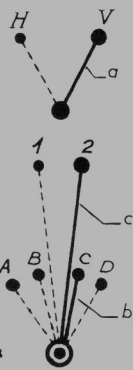
d - passata
T - trasversale
L - longitudinale
e - filettatura

Velocità dell'albero

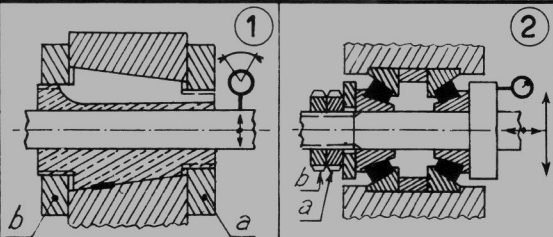
H	32	50	80	125	1
V	40	60	100	160	2
	250	400	640	1.000	1
	320	500	800	1.250	2
	A	B	C	D	

Velocità scelta = 800 g/min

III

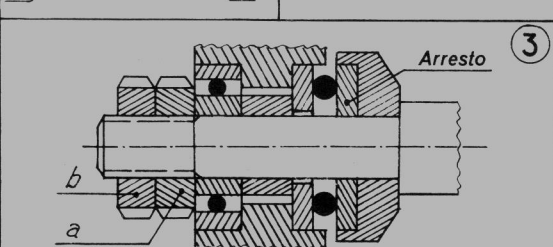


REGOLAZIONE DI n



IV

1 - Gioco radiale (cuscinetto conico)
a - dado di regolazione
b - dado di bloccaggio
2 - Giochi assiale e radiale (rotol.conici)
a - dado di regolazione
b - controdado di bloccaggio
3 - Gioco assiale
a - dado di regolazione
b - dado di bloccaggio



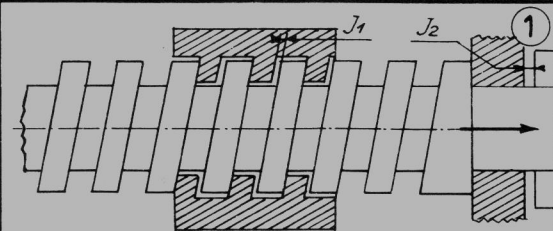
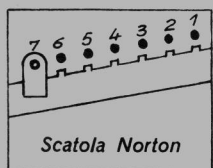
REGOLAZIONE dei giochi dell'ALBERO



V

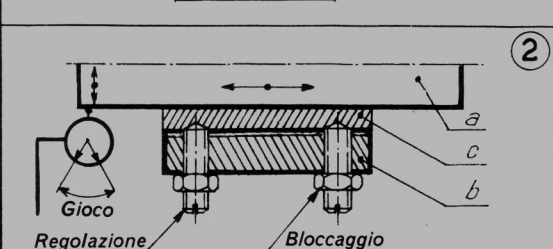
	1	2	3	4	5	6	7
Passi metrici M							
A	1	1,125	1,25	1,375	1,5	1,625	1,75
B	2	2,250	2,5	2,75	3	3,25	3,5
C	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
D	8	9	10	11	12	13	14
Passi Withworth (filetti al pollice)							
A	16	18	20	22	24	26	28
B	8	9	10	11	12	13	14
C	4	4 1/2	5	5 1/2	6	6 1/2	7
D	2	2 1/4	2 1/2	2 3/4	3	3 1/4	3 1/2

Rapporto $\frac{\text{albero}}{\text{vite-madre}} = \frac{1}{1}$
Ruote: 60 denti
Avanzamenti:
longitudinali = $\frac{1}{10}$ passo
trasversali = $\frac{1}{15}$ passo



VI

1 - Registrazione giochi dei carrelli
J₁ - gioco vite-dado
J₂ - gioco di testa



2 - Regolazione giochi dei carrelli
a - slitta
b - guida
c - lardone

REGOLAZIONE-AVANZAMENTO (a) o PASSO (p)

REGOLAZ. DEI GIOCHI DEI CARRELLI

1) MESSA IN MOTO DI UN TORNIO MODERNO

Considerare successivamente (fig. I):

Motore. Cercare l'interruttore* generale (*una lampada-spia colorata indica in genere la messa sotto tensione*) e la scatola dei pulsanti di comando; abituare l'indice, il medio e l'anulare alla manovra (*marcia in avanti, arresto, marcia indietro*). Un freno di sicurezza permette l'arresto immediato.

Nota. Qualora il tornio possieda una barra d'innesto, essa sostituirà la scatola dei pulsanti. Le manovre di inversione di marcia, di frenatura e d'arresto vengono effettuati con il motore in moto.

Albero. Mettere in posizione le « leve selettive »*, in base alle indicazioni dell'apposita tabella, allo scopo di ottenere la velocità n prescelta (fig. III) (n è indicata sul foglio d'istruzione o sugli abachi del libretto del tornio). Assicurarsi della corretta posizione delle leve (*albero in presa*) provando a far girare la piattaforma a mano. Innestare l'albero nel senso voluto (*marcia in avanti o indietro*) per mezzo della scatola a pulsanti o della leva d'innesto.

Nota. I cambiamenti di velocità per mezzo della leva scorrevole* non debbono essere effettuati che su macchina ferma.

Avanzamento a. L'avanzamento automatico dell'utensile è realizzato nella scatola degli avanzamenti o dei passi per la filettatura. In quest'ultimo caso, a corrisponde a una riduzione dei passi indicati ($1/10$ o $1/15$). Mettere in posizione le leve che determinano a , il cui valore varia a seconda della lavorazione da effettuare (*sbozzatura o finitura*) (fig. V). Innestare l'albero e la barra, poi il movimento d'avanzamento automatico del carrello portautensile o di quello trasversale (*fare attenzione qualora la medesima leva serva per i due carrelli*). La chiocciola della vite-madre dev'essere disinnestata (fig. II). Costatare che il carrello si sposti nel senso voluto (*verso sinistra o destra*). In caso contrario, cambiare la posizione della leva invertitrice.

Nota. Effettuare queste manovre a vuoto prima di iniziare l'operazione.

2) OPERAZIONI PER LA REGOLAZIONE DI p.

Controllo del valore d'una graduazione del tamburo. Normalmente si hanno diversi valori (*in genere 0,02, 0,04, 0,05, 0,1 per le viti a passo metrico*).

— Ricondurre il tamburo a zero (*facendo avanzare il carrello*) e individuare la posizione del carrello sulla sua guida.

— Effettuare dieci giri di manovella e individuare la nuova posizione. Misurare lo spostamento L .

Es.: $L = 40$ mm; tamburo graduato = 80 divisioni. Lo spostamento corrispondente a una divisione è di:

$$\frac{10 \times 80}{10 \times 80} = 0,05.$$

Nota. I pezzi torniti vengono misurati diametralmente (a una profondità di passata di 0,05 del carrello trasversale corrisponde una differenza di diametro di 0,1).

Compensazione del gioco di funzionamento (fig. VI, 1).

Il sistema vite-madrevite di comando dei carrelli comporta un gioco assiale di funzionamento, dovuto principalmente all'usura tra vite e madrevite. Occorre tenerne conto durante le manovre all'indietro (*indietreggiamento dell'utensile*).

— Adottare un senso unico di spostamento (*quello delle lancette dell'orologio nel caso di vite con passo a sinistra per la penetrazione*).

— Individuare la posizione del tamburo graduato;

— Effettuare la rotazione in senso inverso (*l'utensile indietreggia*);

— Sorpassare la graduazione individuata di 1 giro;

— Ricondurre il tamburo graduato nella posizione individuata, ruotando nel senso normale. Il gioco viene così ad essere compensato.

3) REGOLAZIONE DEI GIOCHI DEGLI ORGANI PORTAPEZZO E PORTAUTENSILI

In caso di giochi eccessivi negli organi portapezzo e portautensili al momento dell'attacco dell'utensile si verifica uno strappamento e la macchina vibra. La superficie lavorata risulta segnata da sfaccettature*.

Regolazione dei giochi dell'albero: viene effettuata con macchina ferma.

Gioco radiale. A seconda del genere di montaggio dell'albero nel supporto anteriore (*cuscinetti conici muniti di fenditura o a rotolamento a rulli conici*), vi sono dei dadi di regolazione e di bloccaggio in posizione, che permettono la registrazione del gioco* esistente. A tale fine, sbloccare il dado b (*lato diametro grande del cono*) e serrare leggermente il dado a (*lato diametro piccolo del cono*) (fig. IV, 1). Verificare il gioco e serrare fortemente il controdado di bloccaggio.

Gioco assiale. Viene soppresso dalla regolazione di un arresto a sfere situato nel supporto posteriore o per mezzo di una coppia di cuscinetti a rulli conici situati nel supporto anteriore (fig. IV, 2 e 3). È sufficiente un serraggio leggero (*da $1/8$ a $1/4$ di giro*).

Determinazione del gioco radiale. Assicurarsi dapprima che l'albero disinnestato giri liberamente a mano.

— Montare un comparatore sul banco e regolare il suo tastatore così che venga a contatto della superficie cilindrica esterna del mandrino.

— Appoggiarsi sul banco del tornio ed esercitare una pressione verticale dal basso verso l'alto sul mandrino, per mezzo di una leva. Osservare il comportamento dell'ago del comparatore nel corso di tale pressione. Gli scarti letti non debbono sorpassare $10 \div 20 \mu$.

Determinazione del gioco assiale. Procedere come anzidetto.

— Porre il tastatore del comparatore in contatto con la faccia anteriore del mandrino. Gli scarti non debbono sorpassare $5 \div 10 \mu$.

Regolazione del controtoppo. Verificare: il bloccaggio del corpo di toppo sul banco (*serrare i bulloni*); il gioco del manicotto (*agire sul freno*); il montaggio della contropunta (*la sede conica dev'essere corretta*).

Regolazione del gioco degli organi portautensili.

Il gioco si manifesta attraverso un'eccessiva facilità di spostamento dei carrelli a mano.

— Afferrare ciascun carrello successivamente con due mani ed esercitare una spinta alternata perpendicolarmente alle guide. Sotto lo sforzo le slitte si muovono leggermente.

Occorre agire sui lardoni* delle guide; due soluzioni:

1° Serrare le viti di registrazione del gioco dalla parte della guida (*caso di un lardone parallelepipedo*) (fig. VI, 2);

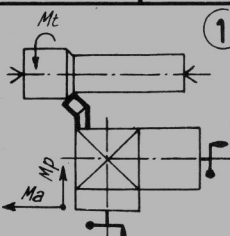
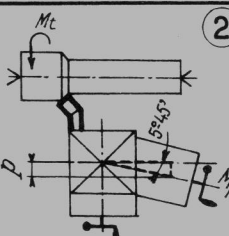
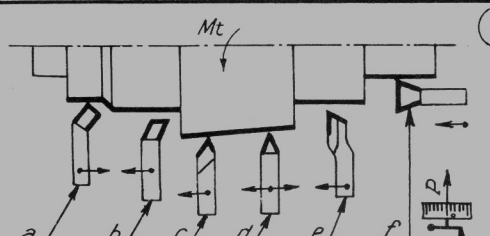
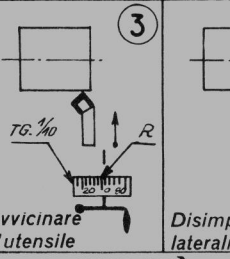
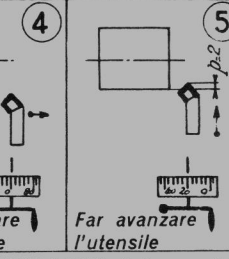
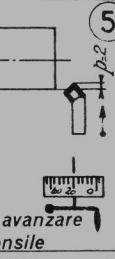
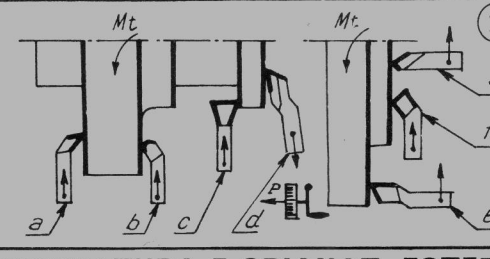
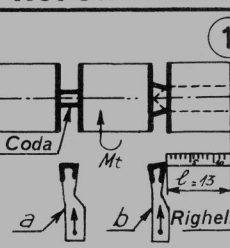
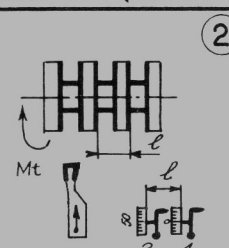
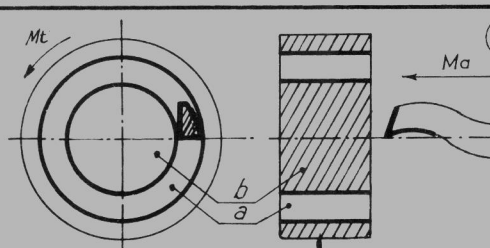
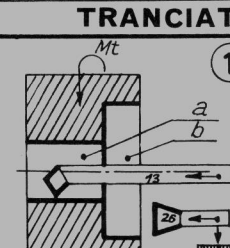
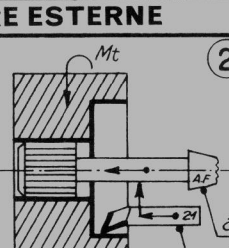
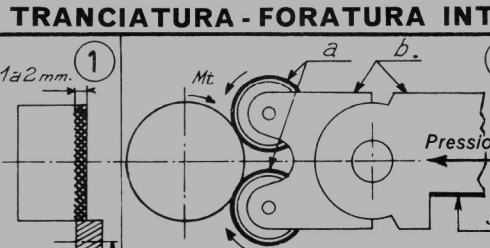
2° Serrare la vite di regolazione in testa al lardone (*caso di un lardone con una faccia inclinata*).

Spostare il carrello a mano (*la guida scorrevole dev'essere ingrassata*) e verificare la regolazione mediante comparatore.

La guida circolare del carrello portautensili e la torretta hanno tendenza a girare.

Le SR in contatto non sono pulite (*truciolo o olio*). Pulire, quindi serrare energicamente il dado di bloccaggio.

OPERAZIONI ELEMENTARI DI TORNITURA

 <p>1</p>	 <p>2</p>	<p>I</p> <p>1 - Posizione normale dei carrelli</p> <p>2 - Profondità di passata precisa</p> <p>3-4-5 - Regolazione di p.</p> <p>T.G. - Tamburo graduato</p> <p>R-Riferimento</p>	 <p>1</p>	<p>II</p> <p>1 - Sbozzatura a.c.e.f. (utensili per la sbozzatura)</p> <p>a-b-c-d (utensili di finitura)</p>
 <p>Avvicinare l'utensile</p>	 <p>Disimpegnare lateralmente</p>	 <p>Far avanzare l'utensile</p>	 <p>2</p>	<p>2-Spianatura</p> <p>a-b - raccordi</p> <p>c - incavo</p> <p>d - faccia di estremità</p> <p>e-f-g - superficie grande</p>
<p>PROFONDITÀ DI PASSATA (sbozzat.)</p>			<p>BOZZATURA E SPIANAT. ESTER.</p>	
 <p>1</p>	 <p>2</p>	<p>III</p> <p>1 - Incavature</p> <p>a - completa</p> <p>b - in un foro</p> <p>2 - Regolazione per l precisa</p> <p>3 - Gole</p> <p>a - obliqua</p> <p>b - diritta</p> <p>c - larga</p> <p>d - semi circolare</p>	 <p>1</p>	<p>IV</p> <p>1-Tranciatura interna</p> <p>a - incavatura</p> <p>b - carota</p> <p>2 - Foratura</p> <p>a - centro</p> <p>b - supporto (al di fuori del listello)</p> <p>c - volantino e tamburo graduato del controtoppo</p>
<p>TRANCIATURE ESTERNE</p>			<p>TRANCIATURA - FORATURA INT.</p>	
 <p>1</p>	 <p>2</p>	<p>V</p> <p>1 - Alesatura (sbozzatura)</p> <p>a - passante</p> <p>b - spallata</p> <p>2 - Alesatura (finitura)</p> <p>a - con l'alesatore</p> <p>b-con utensile (sbozzatura + lisciatura a fondo)</p> <p>3 - Vano</p> <p>a - inizio</p> <p>b - fine</p>	 <p>1</p>	<p>VI</p> <p>1-Zigrinatura Inizio</p> <p>2 - Procedimento</p> <p>a - rotelle</p> <p>b - supporto articolato</p> <p>3-Regolazione dell'utensile</p> <p>a - spessori di altezza</p> <p>b - spessore di protezione</p> <p>h-altezza asse</p>
<p>ALESATURA - PRODUZIONE DI VANI</p>			<p>ZIGRINATURA - REGOLAZ. UTENSILE</p>	

Qualsiasi lavoro di tornitura si compone di una serie di operazioni elementari, che sono:

- Controllo del pezzo grezzo (*bilanciamento**);
- Controllo dell'utensile (*angoli e finezza dello spigolo*);
- Montaggio del pezzo;
- Montaggio dell'utensile;
- Regolazione di *n*, *a* e *p* nonchè della corsa *L*;
- Innesto di *Mt* e *Ma*;
- « Inizio della passata* ». Controllo alla partenza della dimensione e dello stato della superficie ottenuti.
- Rettifica eventuale della posizione o dell'affilatura dell'utensile;
- Esecuzione della passata;
- Disinnesto di *Ma*, poi di *Mt*. Disimpegno e indietro-giamento dell'utensile;
- Controllo e smontaggio del pezzo.

1) MONTAGGIO UTENSILE (fig. VI, 3; v. lez. 3ª).

Gli angoli di spoglia anteriore e superiore sono al loro corretto valore quando il tagliente è all'altezza dell'asse del tornio.

2) « PROFONDITÀ DI PASSATA* »

La lettura dello spostamento dell'utensile viene effettuata sui tamburi graduati secondo due metodi:

Metodo normale (fig. I, 1). *p* è realizzata dal carrello orientato perpendicolarmente alla superficie da lavorare.

Avanzare l'utensile fino a che lo spigolo sia a contatto del pezzo. Individuare la posizione del tamburo graduato o ricondurlo a zero (fig. I, 3);

- Disimpegnare l'utensile dal pezzo lateralmente (I, 4);
- Far avanzare l'utensile trasversalmente di *p* (I, 5).

Es.: Su un tamburo graduato a 1/10, uno spostamento di 20 divisioni vale 2 mm di penetrazione dell'utensile.

Metodo preciso. *p* è realizzata dal carrello girevole orientato di 5° 45' rispetto alla generatrice del pezzo.

Lo spostamento dell'utensile in penetrazione normale è dieci volte più piccolo di quello del carrello secondo il proprio asse (*seno* 5° 45' = 0,1) (fig. I, 2).

Es.: Tamburo graduato a 1/10. Per far avanzare l'utensile di 0,1 rispetto al pezzo, occorre spostare il tamburo graduato di dieci divisioni.

Nota. Questo metodo viene sostituito con vantaggio nei lavori in serie dall'impiego dell'« arresto micrometrico* » o pneumatico. La lettura degli spostamenti dell'utensile viene fatta allora sul quadrante di un « comparatore-amplificatore* » o su una « colonna manometrica* ».

3) CONDOTTA DELLE PRINCIPALI OPERAZIONI DI TAGLIO

Tornitura cilindrica o conica.

Utensili impiegati (fig. II, 1):

- Utensile per tornire (*diritto o a gomito*) per sbazzatura o finitura;
- Utensile a coltello e utensile a paletta per pezzi spallati di piccola lunghezza (*sbazzatura o finitura*);
- Utensile per raccordare per finitura di pezzi spallati.

Spianatura delle superfici piane.

Utensili impiegati (fig. II, 2):

- Utensile a coltello per superficie piccola;
- Utensile per tornire e spianare (*a gomito*) per superficie media;
- Utensile per tornire diritto e utensile a coltello montati perpendicolarmente alla grande superficie da spianare;
- Utensile a raccordare per superficie spallata (*finitura*).

Tranciamento (*incavatura o gola*), ottenuto grazie allo spostamento dell'utensile in direzione perpendicolare all'as-

se (fig. III, 1, 2) (*il carrello porta utensili è stato bloccato sul banco*). La penetrazione dell'utensile può essere automatica (*incavatura*) o comandata a mano (*gola*).

Utensili impiegati. Utensile per incavare (*collo di cigno*), per incavatura profonda. Utensile per incavare diritto, per incavatura piccola.

Tranciamento interno (*carotaggio**) (fig. IV, 1).

Utensile impiegato: utensile per tranciare all'interno (*per formazione della carota*).

Foratura ottenuta con spostamento assiale dell'utensile nell'interno di un pezzo in rotazione (fig. IV, 2).

Utensili impiegati: punte da trapano

- con tagliente elicoidale (*per acciaio e duralluminio*);
- con spigolo tagliente diritto (*per bronzo e ottone*);
- a lingua d'aspide o lama per forare (*per grandi diametri*).

Realizzazione: Guidare la punta per mezzo di un foro di centratura o un foro preliminare; (*guidare all'inizio per mezzo di un supporto montato sulla torretta*).

Alesatura ottenuta mediante tornitura eseguita all'interno d'un foro (fig. V, 2).

Utensili impiegati:

- Utensile per alesare-sbozzare (*foro passante*);
- Utensile per alesare-lisciare (*foro cieco o spallato*);
- Alesatori di sbazzatura e finitura a spigolo elicoidale o diritto; a diametro fisso o regolabile.

— Lama per alesare montata su toppe mobile o torretta.

Vano interno. Operazione eseguita all'interno di un foro (fig. V, 3).

Utensili impiegati: Utensili a gola interna diritta o semicircolare.

Realizzazione:

a) **Vano corto.** Portare l'utensile a contatto della faccia anteriore, mettere il tamburo graduato del carrello girevole a zero. Far retrocedere l'utensile (*carrello trasversale*) e spostarlo in corrispondenza del punto d'inizio del vano (*sul tamburo graduato del carrello girevole*). Applicare la profondità di passata;

— Tracciare una linea di riferimento con il gesso sulle guide del carrello girevole. Eseguire il vano per mezzo dello spostamento del carrello girevole orientato secondo la generatrice da ottenere;

— Controllare la lunghezza del vano, in base alla distanza tra i riferimenti in precedenza tracciati, e la sua posizione, in base all'indicazione del tamburo graduato.

b) **Vano lungo.** Regolare l'utensile all'inizio del vano come in precedenza indicato; collocare degli arresti sul banco a sinistra e a destra del carrello porta utensili, per limitare la lunghezza e la posizione del vano; eseguire il vano per mezzo dello spostamento del carrello porta utensili tra i suddetti arresti.

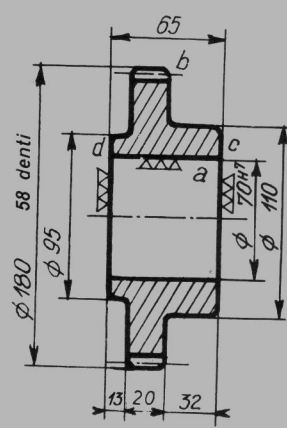
Zigrinatura. Si ottiene per ricalcatura del metallo su una superficie esterna cilindrica o profilata (fig. VI, 2).

Utensili impiegati: Rotella semplice, doppia, o di forma, per ottenere zigrinature diritte o quadrettate.

Realizzazione: Fissare il porta-rotella sulla torretta. Premere fortemente la rotella contro il pezzo su una larghezza da 1 a 2 mm ed innestare contemporaneamente *Mt*. Verificare la formazione della zigrinatura, quindi innestare *Ma*. La torretta e la guida scorrevole circolare debbono essere bloccate energicamente. Lubrificare nel corso dell'operazione di zigrinatura.

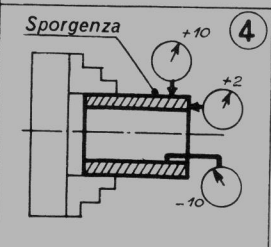
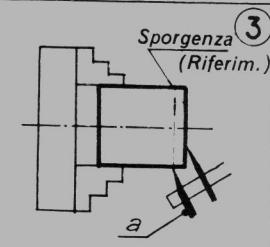
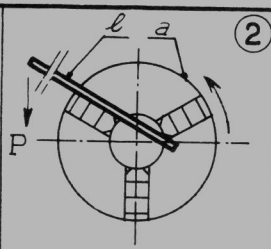
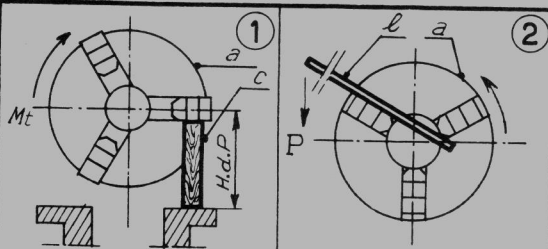
III

Tornitura
prima del
trattamento e
della rettificata
(sovrappesore per la retti-
fica $\pm 0,2$)
Tolleranza
generale $\pm 0,1$
Lavorato
ovunque $\nabla \nabla$
(salvo $\nabla \nabla \nabla$)
- dentatura
rettificata
- concentri-
cità a e b
(Toll. $\pm 0,02$)
- lisciatura
facce c e d
(Toll. $\pm 0,02$)

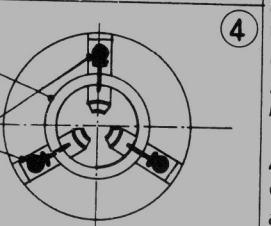
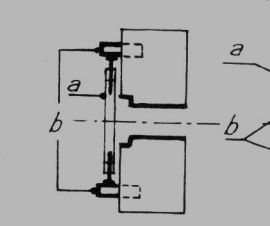
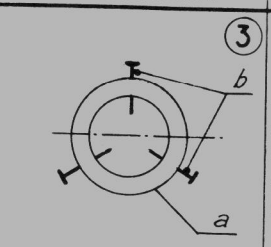
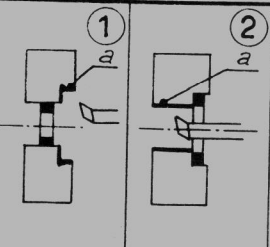


IMPIEGO DELLE GANASCE

PIGNONE INTERMEDIO



SMONTAGGIO E CENTRATURA

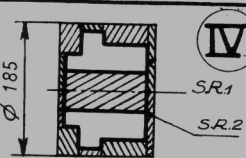


ALESATURA DELLE GANASCE DOLCI

III

ORDINE DI LAVORAZIONE N^o

Elem.	<i>Pignone</i>	Dis.		Rif.	4.216
Organo	<i>Scatola vel.</i>	Mat.	R 75	N°	10
Insieme	<i>Tornio Z</i>				



Fs.	Designazione	Schizzo	Utensili	Contr.	Tp.	It+Tm
1	<p><i>Su mandrino U. (ganasce dure)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - forare $\varnothing 65$ - sbozzare $\varnothing 110$ (4 passate) - finire $\varnothing 110$ (1 passata) - finire le facce 		<p><i>F. $\varnothing 65$ AR</i></p> <p>36.D carb. S 2</p> <p>33.D carb. S 2</p>	<p>Cal. a corsoio</p> <p><i>C.M. \varnothing 110$^{+0,05}_{+0}$</i></p>	<p>30</p> <p>4,14 1,25 3,85 0,99 2,08</p>	
2	<p><i>Ripresa su ganasce dolci</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - sbozzare $\varnothing 180$ e $\varnothing 95$ (3 passate) 		<p>36.D carb. S 2</p>	<p>Cal. a corsoio</p>	<p>1,37 2,39</p>	
3	<p><i>Sbozzare foro</i></p> <p><i>Finire foro a $\varnothing 69,6$</i></p>		<p>40.D carb. S 2</p>	<p>Tamp.</p> <p><i>69,6$^{+0,05}_{+0}$</i></p>	<p>0,96 1,08</p>	
4	<p><i>Finire $\varnothing 160$</i></p> <p><i>$\varnothing 95$, lunghezza 20 e 65,4</i></p>		<p>33.D carb. S. 2</p>	<p><i>C.M. 110$^{+0,05}_{+0}$</i></p> <p><i>C.M. 95$^{+0,05}_{+0}$</i></p> <p>Cal. a corsoio</p>	<p>3,18</p>	

Totale 30 21,30

NOTA: Lo studio qui indicato è un ordine parziale

TORNITURA A SBALZO SU MANDRINO A TRE MORSETTI

Vedasi tavola 17
capitolo 8° di questo
fascicolo

Questo procedimento è conveniente per la tornitura esterna o interna dei pezzi corti ($L < 2 D$) con superficie di rivoluzione cilindrica, conica o piana (*concentriche* o perpendicolari*).

1) PRINCIPIO DA OSSERVARE

— Tornire le varie superfici concentriche o perpendicolari senza smontare il pezzo.

Nota. Si può fare altresì la lavorazione in ripresa, in base a due superfici perpendicolari tornite in un primo tempo.

2) MONTAGGIO E SMONTAGGIO DELL'APPARCCHIATURA

Mandrini:

Preparazione. Le **SR** debbono aderire perfettamente, per centrare* e mantenere il mandrino sull'albero. Pulire accuratamente ed oliare leggermente le **SR** prima del montaggio. Proteggere il banco per mezzo di una tavoletta.

Montaggio d'un mandrino con falsa piattaforma filettata.

Afferrare il mandrino con le mani, presentare e impegnare la filettatura della falsa piattaforma sull'albero. Avvitare a fondo, girando il mandrino a mano e bloccare con un colpo secco mediante la chiave di serraggio montata su uno dei pignoni satelliti*.

Non servirsi dell'innesto automatico per il bloccaggio (rischio di rottura dei supporti del toppe fisso).

Smontaggio. (fig. III, 1 e 2). Selezionare la velocità più piccola dell'albero senza innestare la rotazione ed aprire largamente le ganasce. Interporre uno spessore (*legno duro o alluminio*) di altezza $\leq Hdp$, tra il banco e una delle ganasce. Innestare la marcia indietro a piccoli colpi ed effettuare lo sbloccaggio. Continuare a mano nello svitamento del mandrino.

Per evitare la brusca caduta dei mandrini sul banco, introdurre una sbarra d'acciaio nel foro dell'albero. Lo sbloccaggio può effettuarsi pure con una leva (fig. III, 2).

Ganasce*. Sono guidate in scanalature a T e azionate da una vite a spirale d'Archimede, posta in rotazione per mezzo della chiave di serraggio a mano. Le scanalature e le ganasce sono contraddistinte nell'ordine stesso in cui vengono montate. Pulire le superfici di contatto prima del montaggio.

Montaggio delle ganasce. Presentare l'inizio della vite a spirale, all'ingresso della scanalatura **1**. Impegnare la ganascia **1** ed effettuare $1/3$ di giro (*senso delle lancette dell'orologio*) alla vite a spirale. Impegnare la ganascia **2**, controllare e far compiere ancora $1/3$ di giro. Impegnare la ganascia **3**. Verificare col righello che le ganasce siano tutte alla medesima distanza dall'asse (*o far sì che le estremità delle ganasce sporgano ugualmente dalla superficie esterna del mandrino*).

3) IMPIEGO DELLE GANASCE

Ganasce dure: serraggio su superficie grezza o sbazzata.

Ganasce « sul diritto ». Serraggio su superficie esterna e interna media (fig. I, 1 e I, 2).

Ganasce « sul rovescio ». Serraggio su grande superficie esterna (fig. I, 3).

Ganasce dolci. Serraggio per lavorazione in ripresa (fig. I, 4).

4) ALESATURA DELLE GANASCE DOLCI

Utilizzare delle rondelle (fig. V, 1 e 2) di piccola sezione o delle stelle a viti regolabili (fig. V, 3) sulle quali le ganasce vengono bloccate nella loro posizione d'utilizzazione.

Regolazione (fig. V, 4). Impiego della stella.

— Montare dei perni nei fori praticati sulla faccia anteriore delle ganasce. Regolare l'apertura delle viti della stella. Serrare la stella nelle ganasce (*le teste delle viti appoggeranno sui perni*). Effettuare l'alesatura delle ganasce al diametro del pezzo.

Primo caso: Calettatura per la ripresa dei pezzi corti ($L < D$) (*prevedere un disimpegno dello spigolo*).

Secondo caso: Alesatura interna per ripresa su superficie esterna del pezzo lungo ($L > D$) (*il pezzo può entrare nell'interno dell'albero*).

5) MONTAGGIO DEL PEZZO

Collocamento in sede. Il pezzo montato male denuncia un movimento disordinato (*non gira coassialmente*). Occorre: ridurre la parte a sbalzo (*non lasciare sporgere dalle ganasce che la parte da lavorare + alcuni millimetri*); far girare il pezzo nelle ganasce dolci prima del serraggio.

Regolazione. La centratura si effettua senza che il pezzo cessi d'essere sostenuto. Utilizzare per:

1. *Pezzo grezzo:* gesso (*rotazione automatica*) (fig. III, 3).

2. *Pezzo sbazzato:* matita grassa (*rotazione automatica*).

3. *Pezzo finito:* Comparatore (*rotazione a mano*) (fig. III, 4).

La parte eccentrica si trova segnata al suo passaggio davanti al gesso o al comparatore (*sporgenza*)*. Far sparire l'eccentricità* attraverso la nuova alesatura delle ganasce dolci o per mezzo dell'interposizione di uno spessore (*carta o lamina*) sotto le ganasce corrispondenti alla sporgenza.

Serraggio delle ganasce. Dev'essere sufficiente per resistere agli sforzi di taglio, ma senza eccedere per non deformare il pezzo né lasciarvi segni (*impronta delle ganasce*).

6) MONTAGGIO DELL'UTENSILE

Dev'essere rigido e permettere la lavorazione fin contro le ganasce. A tale fine, mettere l'inizio delle guide del carrello girevole e della sua slitta sul medesimo piano verticale, onde evitare incidenti (*urto del mandrino sulla guida del carrello girevole al termine della passata*).

7) ORDINE DI LAVORAZIONE (fig. IV).

Eventuale variazione del procedimento utilizzato, per pezzi simili.

Secondo le dimensioni: il pezzo scelto misura 180×65 .

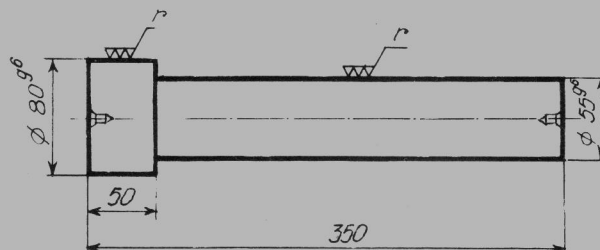
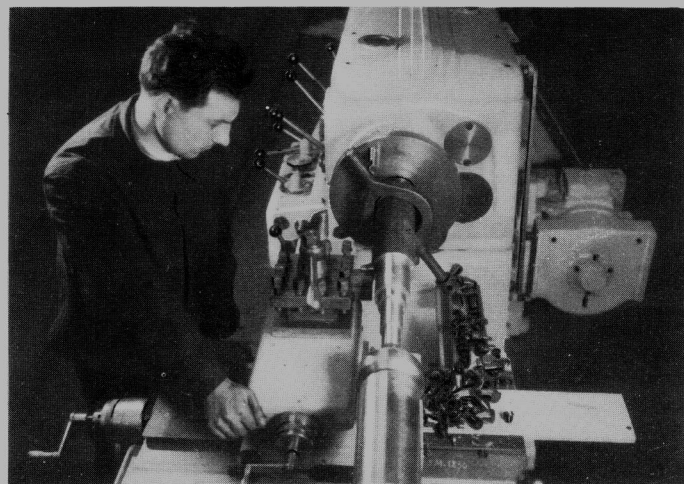
1. *Per pezzo più piccolo:* medesimo procedimento;

2. *Per pezzo più grande:* medesimo procedimento, ma su tornio a sbalzo o su tornio verticale.

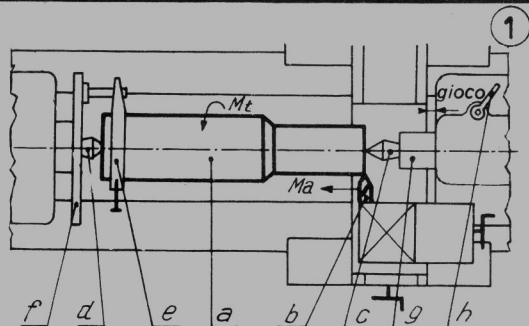
Secondo la quantità: L'ordine proposto è conveniente per una serie media ($200 \div 500$ pezzi), con fasi successive sulla medesima macchina, o con riprese su macchine diverse. Per le grandi serie, s'impone l'impiego del tornio semiautomatico, allo scopo di ridurre i tempi di montaggio a mano e soprattutto di manovra.

Nota. L'impiego del mandrino a chiusura pneumatica riduce i tempi di montaggio e diminuisce la fatica dell'operaio. I mandrini a chiusura pneumatica sono adatti per i torni paralleli, che si trasformano in macchine per la lavorazione in serie.

TORNITURA TRA PUNTE

SPECIFICAZIONI: Ac: 75 kg/mm² - Toll. gen. $\pm 0,1$.NOTA: 1 - I pezzi sono forniti centrati e a misura di lunghezza; 2 - Tornitura prima della rettifica ∇

TORNITURA TRA PUNTE

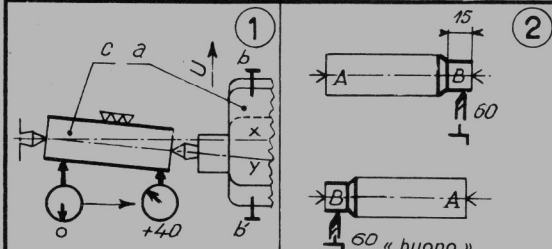


1 - Montaggio tra punte
a - pezzo
b - utensile
c - contropunta
d - punta viva
e - brida
f - menabrida
g - manico
h - freno

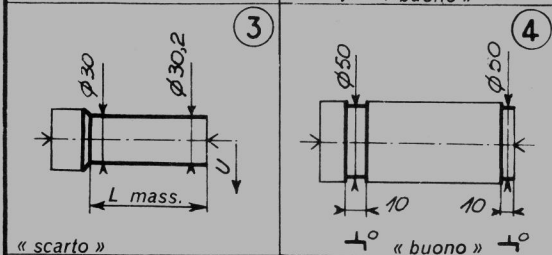


2 - Raccordo difettoso

MONTAGGIO TRA PUNTE



1 - Con cilindro campione
a - controtoppo
bb' - vite regolazione
c - cilindro campione
U - senso di spostamento
x - asse albero
y - asse pezzo



2 - Pezzo leggero
3 - Pezzo corto
4 - Pezzo lungo

REGOLAZIONE CILINDRICA

PISTONE

ISTRUZIONI

N°

Elem.	Pistone	Dis.	Dis.	Rif.	N°
Organo	Pompa	Mat.	$\phi 8 \times 350$	N°	100
Insieme	Piallatrice	Fase	Tornitura		

Op.	Designazione	Utens.	Contr.	p	V	n	a	A	L	Tt	Tm
-----	--------------	--------	--------	---	---	---	---	---	---	----	----

1 Prendere il pezzo
Montare la brida
Serrare il pezzo tra le punte

Avanzare l'utensile alla profondità di passata p
Tornire $\phi 60$
Far retroc. l'uten.

Avanzare l'utensile alla profondità di passata p
Tornire $\phi 55,4$
Far retroc. l'uten.

Allentare le punte
Posare il pezzo

2 Prendere il pezzo
Montare la brida
Serrare il pezzo tra le punte

Avanzare l'utensile alla profondità di passata p
Tornire $\phi 80,4$
Far retroc. l'uten.

(fine operazione)
Allentare le punte
Smontare la brida
Posare il pezzo

3 Prendere il pezzo
Montare la brida
Serrare il pezzo tra le punte

Avanzare l'utensile alla profondità di passata p
Tornire $\phi 80,4$
Far retroc. l'uten.

(fine operazione)
Allentare le punte
Smontare la brida
Posare il pezzo

4 Prendere il pezzo
Montare la brida
Serrare il pezzo tra le punte

Avanzare l'utensile alla profondità di passata p
Tornire $\phi 80,4$
Far retroc. l'uten.

(fine operazione)
Allentare le punte
Smontare la brida
Posare il pezzo

5 Prendere il pezzo
Montare la brida
Serrare il pezzo tra le punte

Avanzare l'utensile alla profondità di passata p
Tornire $\phi 80,4$
Far retroc. l'uten.

(fine operazione)
Allentare le punte
Smontare la brida
Posare il pezzo

6 Prendere il pezzo
Montare la brida
Serrare il pezzo tra le punte

Avanzare l'utensile alla profondità di passata p
Tornire $\phi 80,4$
Far retroc. l'uten.

(fine operazione)
Allentare le punte
Smontare la brida
Posare il pezzo

Totali 8,14 3,54

TORNITURA TRA PUNTE

Vedasi tavola 18
capitoli 7° e 9° di
questo fascicolo

Il montaggio tra punte è conveniente per la tornitura esterna dei pezzi lunghi ($L > 2 D$).

1) PRINCIPIO DA OSSERVARE

L'asse del pezzo e quello dell'albero sono comuni e paralleli alla guida del corpo del carrello.

2) MONTAGGIO E SMONTAGGIO DELL'APPARECCHIATURA (Punte, piattaforma e brida).

Punta viva e contropunta.

Preparazione. Le SR debbono combaciare. Pulire prima del montaggio la punta e il suo alloggiamento (un truciolo dimenticato tra due SR è sufficiente per scenterare la superficie cilindrata e, dopo aver invertito il pezzo tra le punte, si ritrova traccia del raccordo) (fig. III, 2).

Montaggio. Presentare la punta al foro dell'albero, verificare la corrispondenza dei segni di riferimento, introdurre con colpo secco per assicurare il bloccaggio. Verificare la centratura con il comparatore sul cono a 60°.

Smontaggio. Introdurre una sbarra d'acciaio dalla parte posteriore nel foro dell'albero. Scollare* con un colpo secco la punta viva e riceverla nella mano destra. La contropunta invece viene sospinta all'estremità della corsa dalla vite di manovra (colpo leggero).

Piattaforma menabriglie (o menabride).

Preparazione. Le SR debbono essere pulite e leggermente oliate allo scopo di facilitare il loro smontaggio.

Montaggio.

Presentare la scanalatura della piattaforma di fronte alla chiave dell'albero. Impegnare il cono ed avvitarlo il dado a mano. Bloccare definitivamente con chiave e martello.

Smontaggio. Sbloccare il dado (chiave e martello), poi svinarlo con una mano e reggere la piattaforma con l'altra. Disimpegnare la piattaforma e collocarla al riparo dai trucioli (uno straccio posto nell'interno del cono lo preserva dalle polveri e dai trucioli).

Brida. La brida viene montata e fissata all'estremità del pezzo (lato albero) prima della collocazione del pezzo in sede tra le punte.

Evitare i segni di serraggio intercalando, tra pezzo e braccio una forma* di ottone o di alluminio (spessore ≈ 1 mm). Dosare un giusto serraggio in modo da assicurare un sicuro trascinamento senza deformare il pezzo.

3) MONTAGGIO E SMONTAGGIO DEL PEZZO

Montaggio (fig. III, 1). Collocare il centro (lato brida) sulla punta viva. Reggere il pezzo con la mano sinistra e presentare il secondo centro in corrispondenza della contropunta. Far avanzare quest'ultima nel centro, manovrando la vite del manicotto (mano destra).

Mettere l'utensile in posizione d'attacco. Avvicinare il toppo mobile a qualche millimetro dal carrello portautensile (diminuire lo sbalzo* del manicotto). Bloccare il toppo mobile sul banco. Dosare la pressione della contropunta e serrare leggermente il freno del manicotto.

Osservazioni sul montaggio del pezzo.

Il pezzo deve girare liberamente tra le punte, ma senza gioco. Far girare il pezzo a mano prima d'innestare Mt.

Oliare o ingrassare il centro della contropunta, qualora essa non sia a rotolamento. Sorvegliare la contropunta nel corso della lavorazione, dato che il pezzo si riscalda e si dilata. Qualsiasi pressione eccessiva rischia di deteriorare il pezzo, il centro (grippaggio*) o la contropunta.

Utilizzare di preferenza una punta girevole a sfere o una punta estensibile (a molla centrale).

Smontaggio. Reggere il pezzo, allentare il manicotto, far retrocedere la contropunta e disimpegnare il pezzo.

Nota. Nelle lavorazioni in serie, lasciare il freno del manicotto in posizione costante di chiusura.

4) REGOLAZIONE CILINDRICA (fig. V).

L'asse del pezzo dev'essere rigorosamente parallelo alla guida del corpo del carrello (traiettoria Ma). Mettere le punte in corrispondenza mediante spostamento trasversale sul suo zoccolo del corpo di toppo mobile per mezzo delle viti di regolazione b e b' (vedasi lezione 7a) (l'asse del controtoppo si sposta orizzontalmente da ambo le parti della punta viva).

Pezzo leggero, regolazione rapida (fig. V, 2) (precisione 100 μ).

Montare il pezzo. Effettuare una passata da 10 a 15 mm.

Fissare la graduazione del tamburo graduato.

Smontare il pezzo senza sregolare l'utensile.

Spostare l'utensile verso la punta viva.

Invertire e rimontare il pezzo tra le punte.

Verificare che lo spigolo tangente sia ancora tangente alla superficie lavorata (se la regolazione è buona) o constatare gli scarti sul tamburo graduato e modificare di conseguenza la regolazione.

Pezzo corto (fig. V, 3). Montare il pezzo. Effettuare una passata sulla maggiore lunghezza possibile. Misurare i diametri estremi della parte lavorata (in caso di costatata differenza, il pezzo non è cilindrico).

Pezzo lungo (fig. V, 4). Montare il pezzo. Effettuare una passata da 10 a 15 mm di lunghezza. Individuare la posizione sul tamburo graduato, far retrocedere l'utensile e spostarlo vicino alla brida. Effettuare una passata identica alla precedente. Misurare i diametri ottenuti (in caso di identità, la regolazione è corretta).

Regolazione mediante comparatore e cilindro campione (deve avere la medesima lunghezza del pezzo da tornire) (fig. V, 1).

Montare il cilindro campione tra le punte e il comparatore sulla torretta (il tastatore orizzontale dev'essere all'altezza delle punte). Avvicinare il tastatore al cilindro campione. Ricondurre il quadrante del comparatore a zero. Spostare il carrello portautensile e constatare sul quadrante del comparatore l'eventuale difetto di parallelismo.

Regolazione del toppo mobile (v. lez. 7a, fig. VI).

Es.: scarti ottenuti: 0 in vicinanza della brida e $\pm 0,4$ mm in vicinanza della contropunta.

In questo caso la contropunta va avvicinata all'operatore di 0,4 mm. Lasciare il campione montato e il comparatore in vicinanza della contropunta. Sbloccare il toppo mobile (senza spostarlo sul banco). Allentare la vite b e serrare leggermente b' . Controllare lo spostamento sul quadrante del comparatore. Bloccare di nuovo il toppo mobile sul banco.

Serrare b e verificare di nuovo la regolazione con il comparatore (su cilindro campione o su un pezzo in lavorazione).

5) FOGLIO DELLE ISTRUZIONI PARTICOLARREGGATE (fig. IV).

L'istruzione proposta è adatta per una serie media (da 25 a 100 pezzi) e il tornio è regolato con arresti trasversali o longitudinali. Per grandi serie utilizzare un tornio per lavorazione in copiatura.