



Università degli Studi di Firenze
Dipartimento di Meccanica e Tecnologie
Industriali



CORSO DI: *DISEGNO MECCANICO (FI)*

CORSO DI: *DISEGNO TECNICO IND.LE (PO)*

Anno Accademico 2005-06

Modulo 4: Tecnologie di fabbricazione (III parte)

Docenti:

Prof. Paolo Rissone

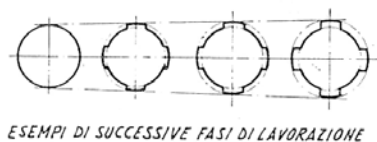
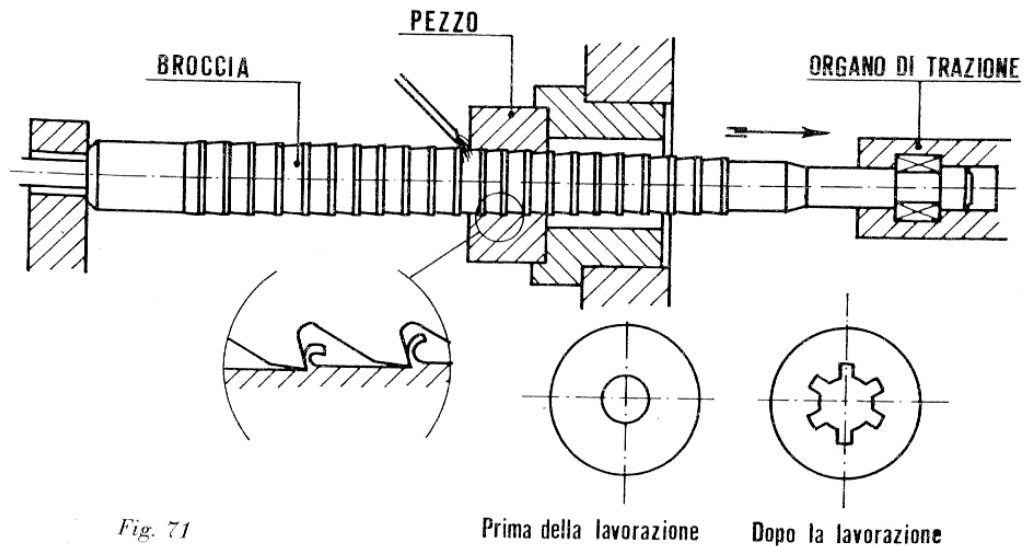
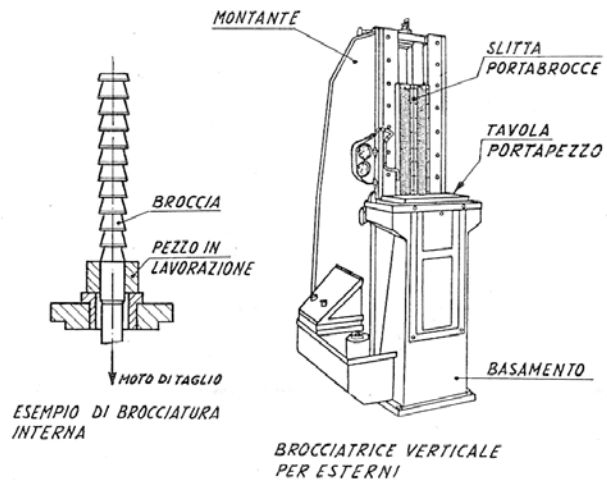
Prof.ssa Monica Carfagni

Ing. Gaetano Cascini

ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ LAVORAZIONI PER ASPORTAZIONE DI TRUCIOLO (7)

➤ **Brocciatura:** lavorazione che consiste nel trasformare un foro circolare in un foro di forma qualsiasi forzando a passare attraverso di esso un utensile (detto **broccia**) costituito da una serie di utensili elementari



ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ LAVORAZIONI PER ASPORTAZIONE DI TRUCIOLO (7)

➤ **Brocciatura:** lavorazione che consiste nel trasformare un foro circolare in un foro di forma qualsiasi forzando a passare attraverso di esso un utensile (detto **broccia**) costituito da una serie di utensili elementari

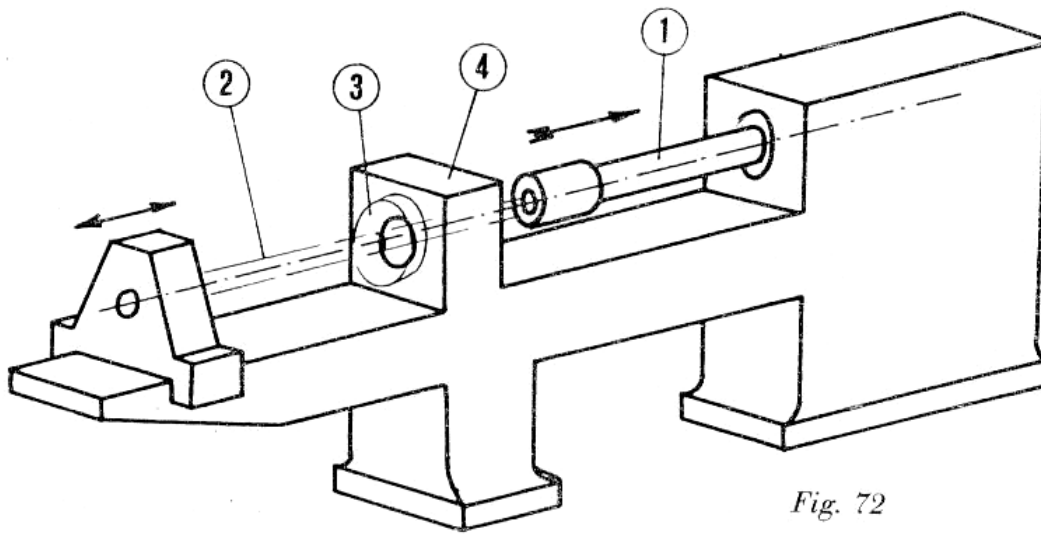


Fig. 72

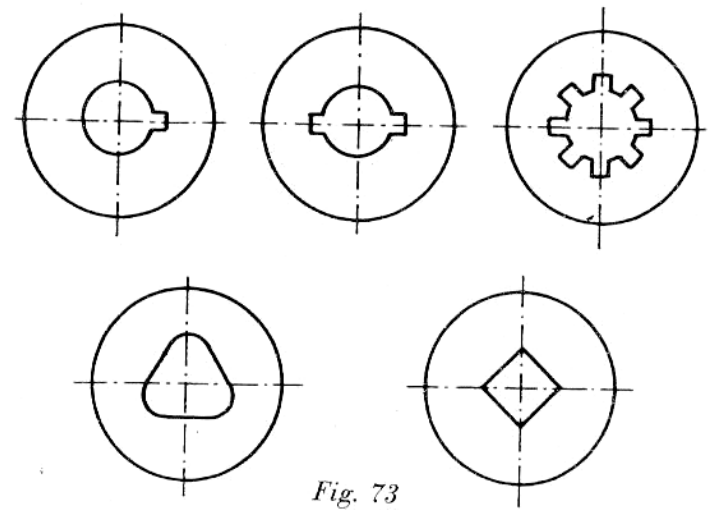
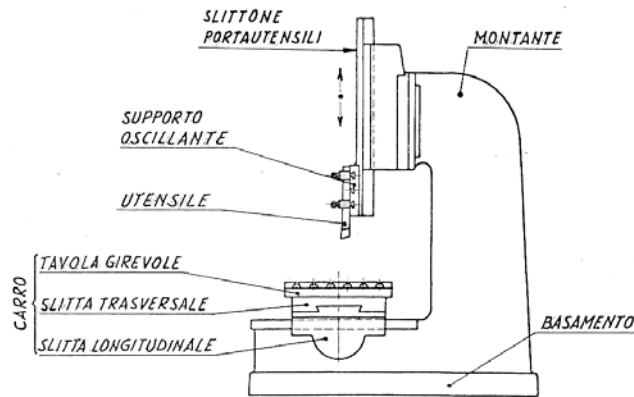


Fig. 73

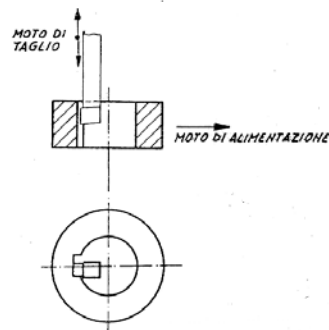
ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ LAVORAZIONI PER ASPORTAZIONE DI TRUCIOLO (8)

➤ **Stozzatura:** lavorazione che consiste nella realizzazione di una o più scanalature di lunghezza limitata all'interno di fori (es. cave per linguette, ruote dentate); l'utensile in questo caso lavora a compressione, invece che a flessione.



STOZZATRICE CON PIATTAFORMA GIREVOLE



ESEMPIO DI STOZZATURA
DI UNA CAVA PER LINGUETTA

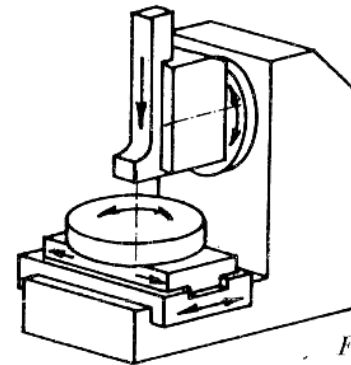


Fig. 68

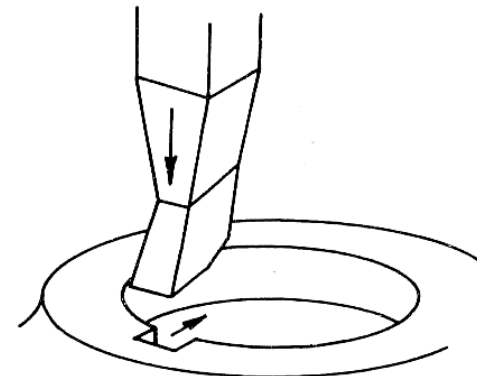


Fig. 69

ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ LAVORAZIONI DI FINITURA SUPERFICIALE (1)

Lavorazioni per dare al pezzo un'elevata finitura superficiale, realizzate con asportazione di piccolissime quantità di materiale mediante utensili costituiti da granelli di materiale abrasivo che sporgono dalla superficie di un cemento (ceramico o gommoso) o di un supporto (carta, cinghie, rame ecc.) che trattiene tali grani finché essi sono in grado di tagliare e li elimina quando si ottundono; ogni granello si comporta come un utensile elementare.

- Rettifica (grinding)
- Levigatura (honing)
- Lappatura (lapping)
- Lucidatura (polishing)



ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ LAVORAZIONI DI FINITURA SUPERFICIALE (2)

➤ **Rettifica (grinding):** la rettifica viene realizzata mediante una **mola** su macchine dette **rettificatrici** che si distinguono in rettificatrici in tondo per esterni, rettificatrici in tondo per interni, rettificatrici in piano.

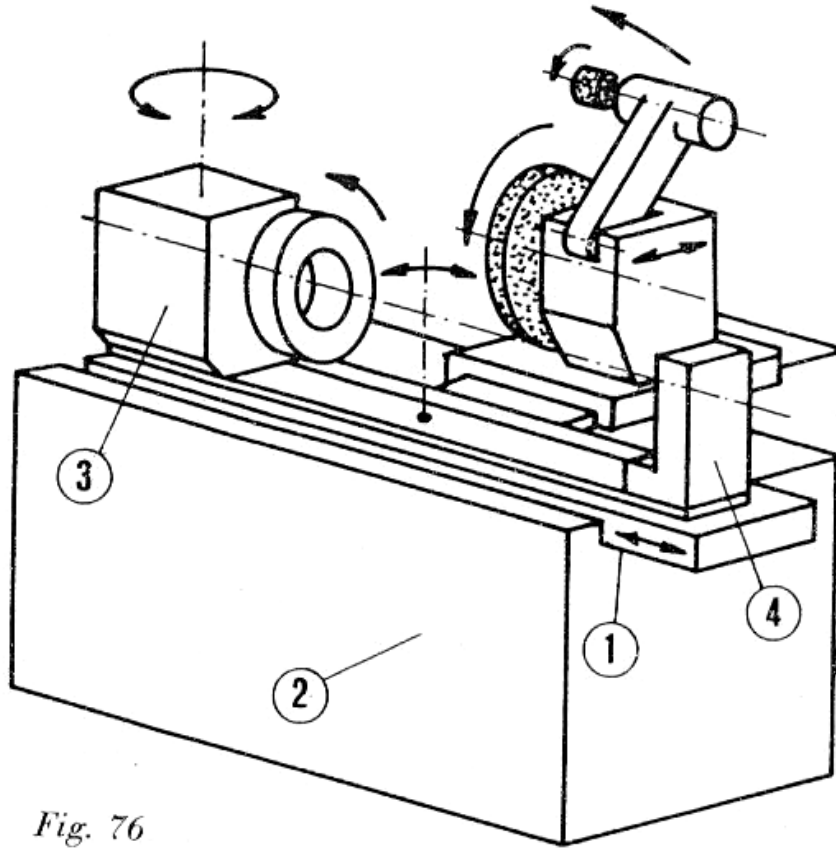


Fig. 76

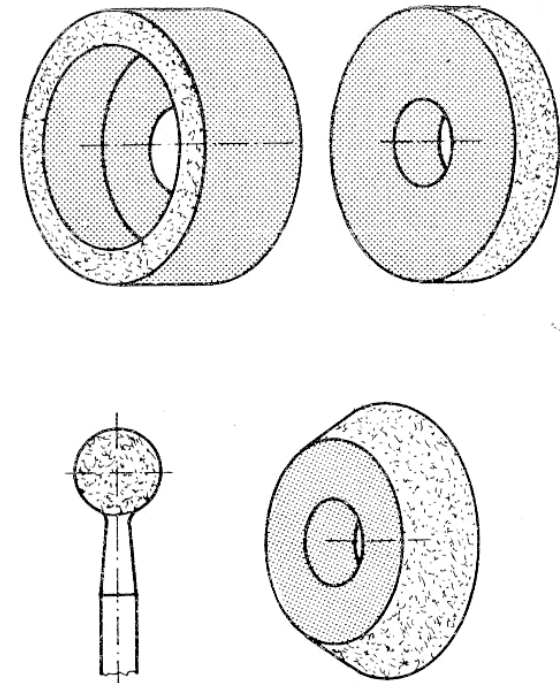


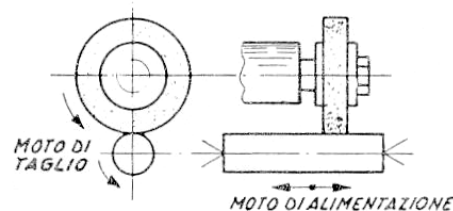
Fig. 75

ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

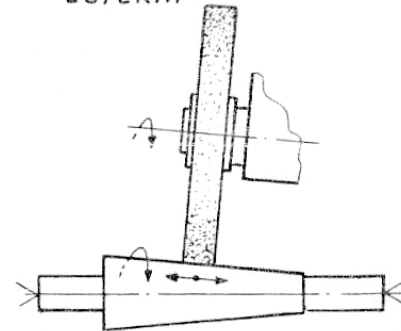
✓ LAVORAZIONI DI FINITURA SUPERFICIALE (2)

➤ **Rettifica (grinding):** la rettifica viene realizzata mediante una **mola** su macchine dette **rettificatrici** che si distinguono in rettificatrici in tondo per esterni, rettificatrici in tondo per interni, rettificatrici in piano.

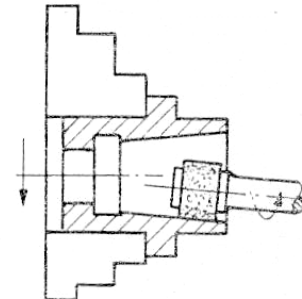
RETTIFICATURA ESTERNA



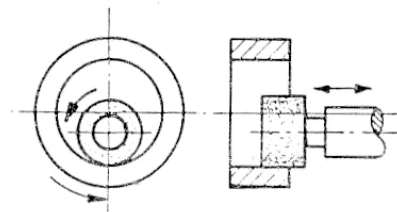
RETTIFICATURA CONICA PER ESTERNI



RETTIFICATURA CONICA PER INTERNI



RETTIFICATURA INTERNA



ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ LAVORAZIONI DI FINITURA SUPERFICIALE (2)

➤ Accorgimenti per il disegno di organi da rettificare

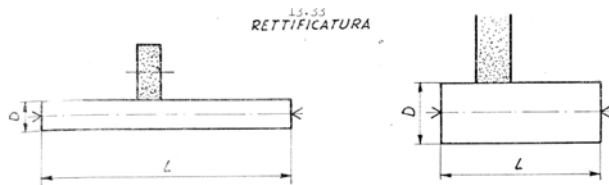


Fig.13.79
USARE MOLE DI GRANDE DIAMETRO E, SE POSSIBILE,
MANTENERE IL RAPPORTO L/D INFERIORE A 20

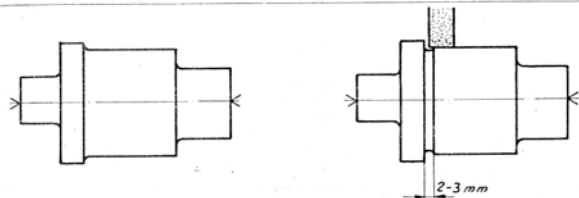


Fig.13.80
RETTIFIC. ESTERNA: PREVEDERE LO SCARICO DELLA MOLE

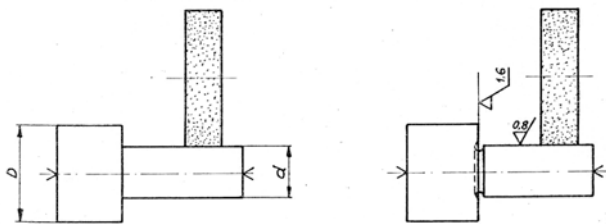


Fig.13.81
PREVEDERE SCARICHI SUFFICIENTI. LA RETTIFIC. DEGLI SPALLAMENTI
E' MENO AGEVOLE DI QUELLA DEI PERNI

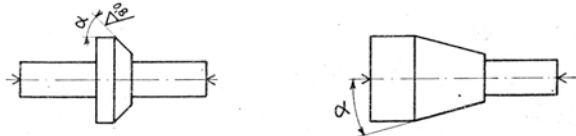


Fig.13.82
EVITARE, SE POSSIBILE, CONICITA' SUPERIORI A 8-10°



Fig.13.83
NON FARE SCANALATURE TROPPO SOTTILI

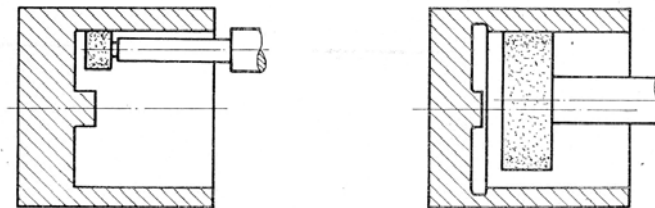


Fig.13.84
RETTIFIC. INTERNA: LAVORARE CON MOLE PIU' GRANDI POSSIBILE

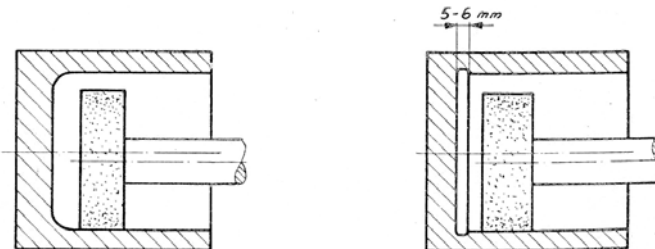


Fig.13.85
RETTIFIC. INTERNA: PREVEDERE LO SCARICO DELLA MOLE

ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ LAVORAZIONI DI FINITURA SUPERFICIALE (2)

➤ Accorgimenti per il disegno di organi da rettificare

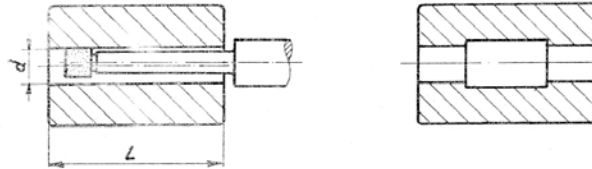


Fig 13.86
RIDURRE AL MINIMO LA LUNGHEZZA DA RETTIFICARE.

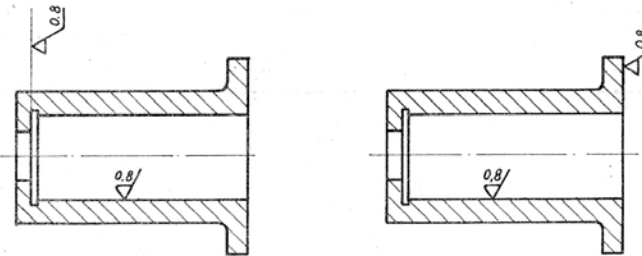


Fig 13.87
RETTIFICARE LE SUPERFICI ESTERNE ANZICHÉ QUELLE INTERNE.
LA PERPENDICOLARITÀ DEI PIANI RISULTA MIGLIORE

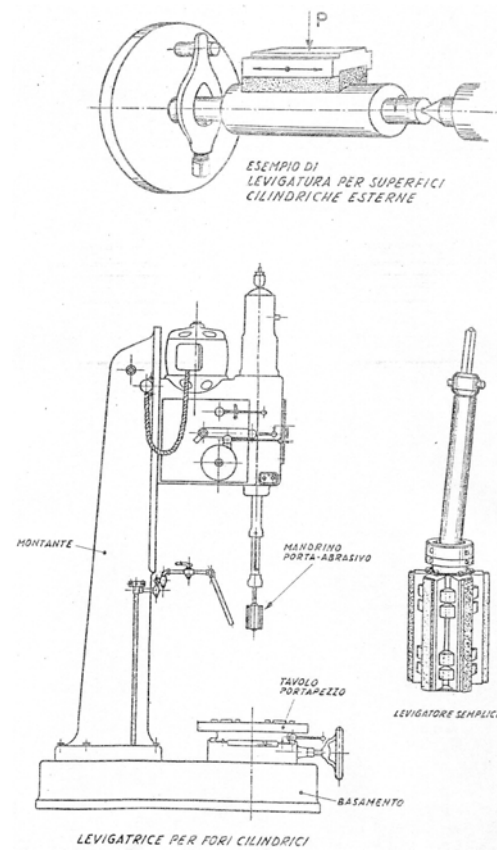


Fig 13.88
GLI ALBERI AVENTI SEZIONI CON MOMENTI D'INERZIA MOLTO
DIVERSI SI INFLETTONO IN MODO NON UNIFORME DURANTE
LA ROTAZIONE, FACENDO COSÌ DIVENTARE OVALE LA
PARTE RETTIFICATA.

ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ LAVORAZIONI DI FINITURA SUPERFICIALE (3)

➤ **Levigatura:** la levigatura è usata principalmente per la finitura dell'interno di fori; l'utensile è costituito da un pattino di ossidi di alluminio o carburi di silicio montato su un mandrino che viene fatto ruotare all'interno del foro.



✓ LAVORAZIONI DI FINITURA SUPERFICIALE (4)

➤ **Lappatura (lapping)**: la lappatura è un'operazione per la finitura di superfici piane e cilindriche; l'utensile può essere in acciaio, rame, cuoio o tela a supporto delle particelle abrasive

➤ **Lucidatura (polishing)**: la lucidatura fornisce alla superficie lavorata una finitura particolarmente elevata mediante un meccanismo che combina l'abrasione dei micro-utensili e la fusione dello strato superficiale a causa dell'attrito; la lucidatura viene eseguita mediante dischi o cinghie di tela rivestiti di polvere o abrasivo fine, quali ossidi di alluminio o polvere di diamante



ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ TECNOLOGIE SPECIALI (1)

- Fresatura e tranciatura chimica (Chemical Machining)
- Lavorazione e rettifica elettro-chimica (Electrochemical Machining and Grinding)
- Elettroerosione (Electrical-Discharge Machining)
- Taglio laser (Laser-Beam Machining)
- Taglio a getto d'acqua (Water-jet Machining)



ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ TECNOLOGIE SPECIALI (2)

➤ Fresatura e tranciatura chimica

Il materiale viene asportato dalla superficie del pezzo mediante attacco chimico; la porzione di superficie che non deve essere lavorata viene coperta con opportune maschere (solutamente realizzate con nastri, vernici, pellicole in gomma o materia plastica).

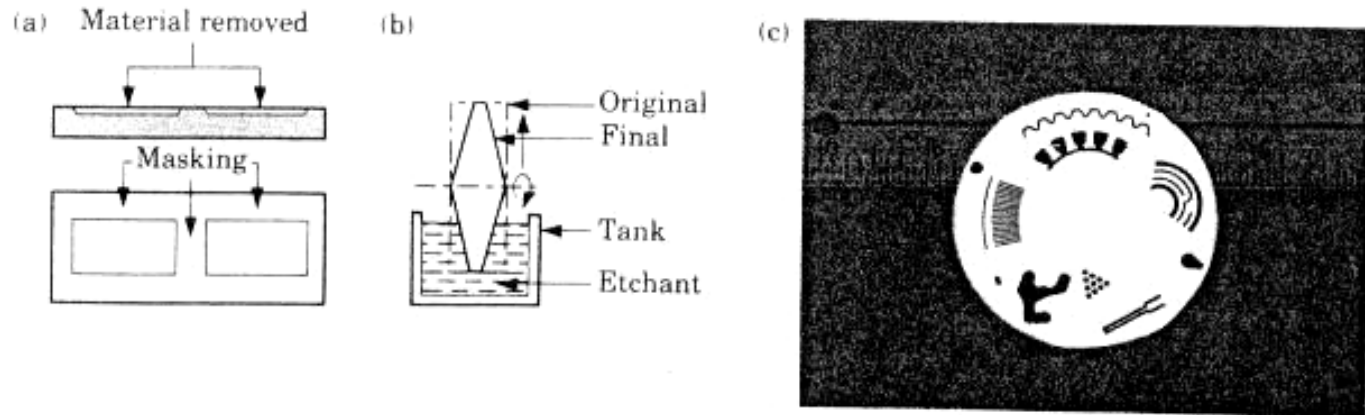


FIGURE 9.17 Examples of chemical machining. (a) Material removed from the surfaces of a plate to reduce its weight while maintaining stiffness. (b) A tapered disk. (c) An example of chemical machining (photochemical) on steel sheet 0.004 in. thick (0.1 mm). Note the fine detail and small size of holes produced. This part is 2 3/8 in. (60 mm) in diameter. *Source:* Newcut, Newark, NY.

ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ TECNOLOGIE SPECIALI (3)

➤ Lavorazione e rettifica elettro-chimica

È il processo inverso alla **elettrodeposizione**, o **elettroplaccatura**: un utensile, solitamente in rame, bronzo o ottone, viene avvicinato alla superficie del pezzo da lavorare ed alimentato in modo da essere attraversato da una corrente elettrica dell'ordine di $1.5-7.8 \text{ A/mm}^2$; l'operazione viene eseguita in un bagno elettrolitico tale da dissolvere i prodotti della reazione elettrochimica. Velocità di penetrazione e finitura superficiale sono proporzionali alla densità di corrente.

La **rettifica elettro-chimica** è una lavorazione che combina le caratteristiche della rettifica tradizionale e della lavorazione elettrochimica sopra descritta.



ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ TECNOLOGIE SPECIALI (3)

➤ Lavorazione e rettifica elettro-chimica

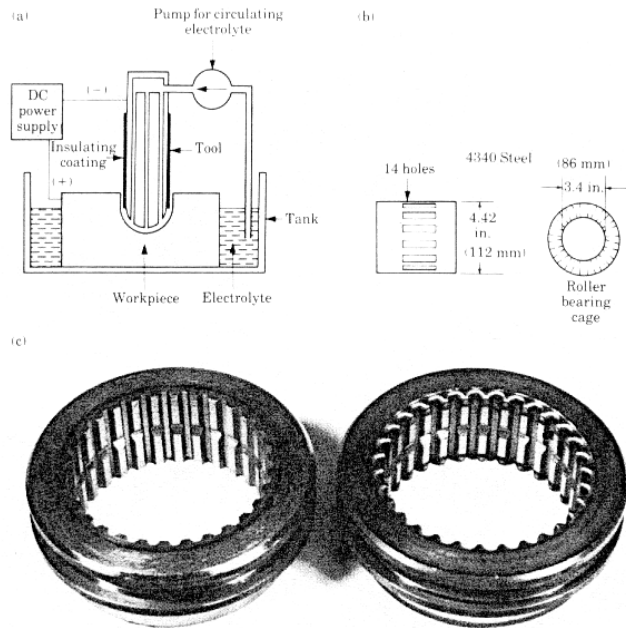


FIGURE 9.18 (a) Schematic illustration of the electrochemical machining process. (b) Roller bearing cage made by ECM. (c) Deburred part for automotive transmissions. Left, as machined; right, as deburred by ECM. Source: Anocut.

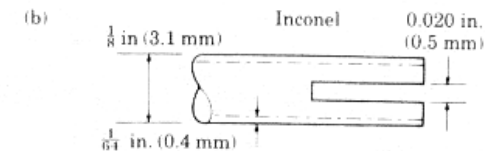
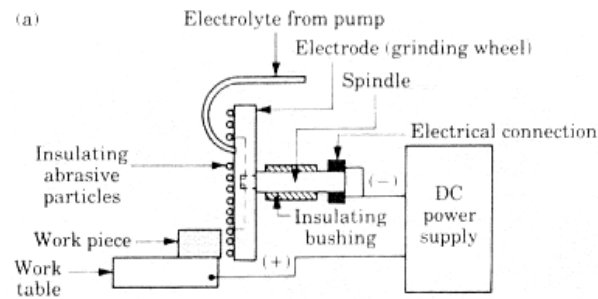


FIGURE 9.19 (a) Schematic illustration of the electrochemical grinding process. Material is removed by a combination of electrochemical and abrasive actions. (b) Thin slot produced in nickel-alloy tubular part by electrochemical grinding.

ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

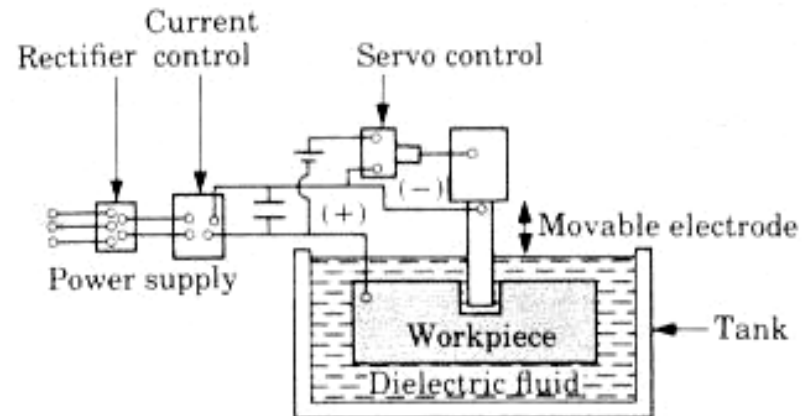
✓ TECNOLOGIE SPECIALI (4)

➤ Elettroerosione

Il principio su cui si basa questo processo è l'erosione di materiale mediante scarica elettrica. Le scariche vengono impartite con una frequenza compresa fra 50 e 500 kHz, applicando una differenza di potenziale di 50-300 V.

Il fluido dielettrico ha la funzione di agire come isolante fino a quando la differenza di potenziale non è sufficientemente alta, rimuovere il materiale asportato, raffreddare il pezzo.

FIGURE 9.20 Schematic illustration of the electrical discharge machining process. EDM is one of the more commonly used modern machining processes. It has numerous applications, such as producing cavities in very large automotive dies.



ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

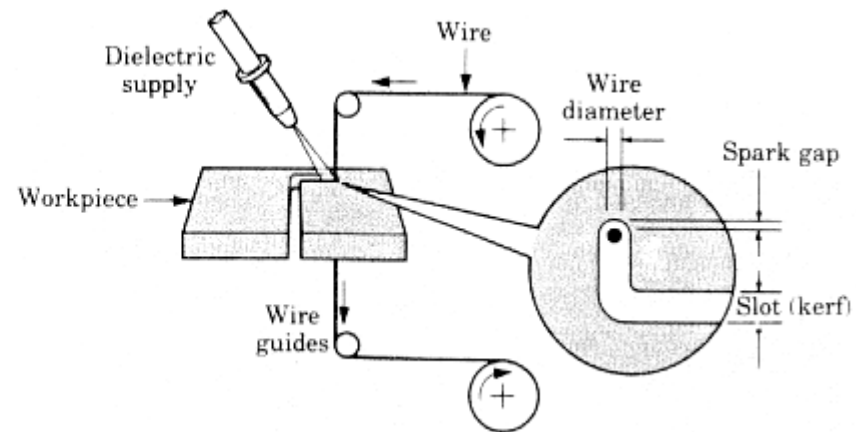
✓ TECNOLOGIE SPECIALI (4)

➤ Elettroerosione

Il principio su cui si basa questo processo è l'erosione di materiale mediante scarica elettrica. Le scariche vengono impartite con una frequenza compresa fra 50 e 500 kHz, applicando una differenza di potenziale di 50-300 V.

Il fluido dielettrico ha la funzione di agire come isolante fino a quando la differenza di potenziale non è sufficientemente alta, rimuovere il materiale asportato, raffreddare il pezzo.

FIGURE 9.26 Schematic illustration of the traveling-wire EDM process (also called electrical-discharge wire cutting). This operation is similar to cutting on a band saw, with spark discharges acting like cutting teeth. As much as 50 hours of accurate cutting can be performed with one reel of wire, which is discarded after use.

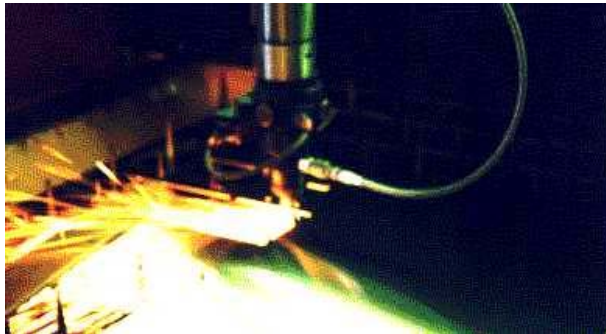


ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ TECNOLOGIE SPECIALI (5)

➤ Taglio laser

Un raggio laser è un raggio di luce coerente ad elevata energia e può essere impiegato per il taglio di lamiere



ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ TECNOLOGIE SPECIALI (6)

➤ Taglio a getto d'acqua

Un getto d'acqua ad elevata pressione può essere impiegato per il taglio di lamiere o la sbavatura di stampi



ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ RUGOSITÀ E TOLLERANZE DI ALCUNE LAVORAZIONI MECCANICHE

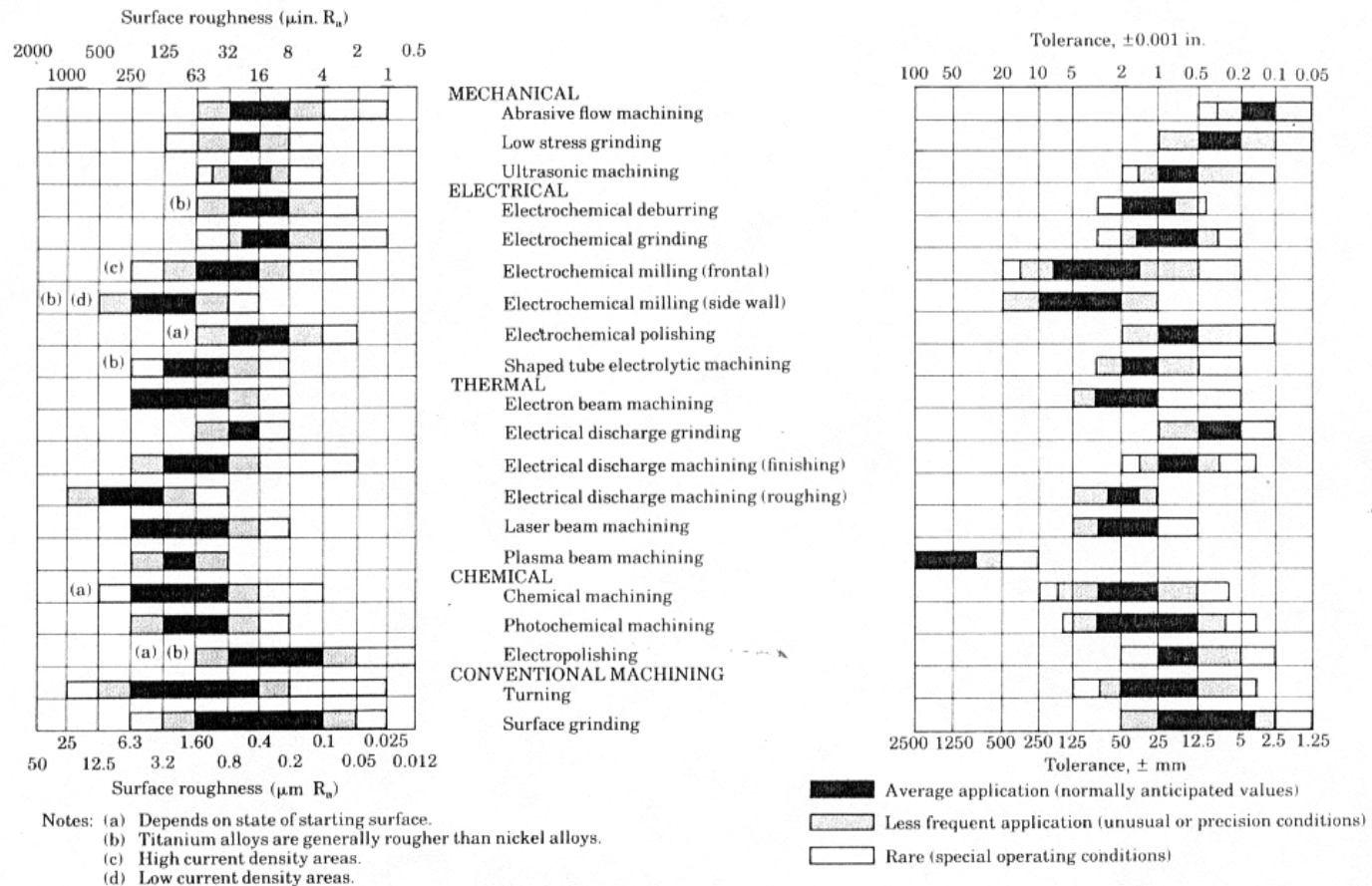


FIGURE 9.12 Surface roughness and tolerances obtained in various material removal processes. Note the wide range of roughness within each machining process. See also Fig. 13.4. Source: Compiled from data in *Machinability Data Handbook*, 3d ed., by permission of the Machinability Data Center. © 1980 by Metcut Research Associates Inc.

ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ LAVORAZIONI DI MATERIE PLASTICHE (1)

- Estrusione (Extrusion)
- Stampaggio ad iniezione (Injection Molding)
- Stampaggio per compressione (Compression Molding)
- Stampaggio per trasferimento (Transfer molding)
- Stampaggio per rotazione (Rotational Molding, Rotomolding)
- Fusione (Casting)
- Termoformatura (Thermoforming)
- Formatura per soffiatura (Blow Molding)



ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ LAVORAZIONI DI MATERIE PLASTICHE (2)

➤ Estrusione

Lavorazione analoga a quanto effettuato con i materiali metallici; è eseguita solo su resine termoplastiche che vengono miscelate ed omogeneizzate direttamente nel corso della lavorazione

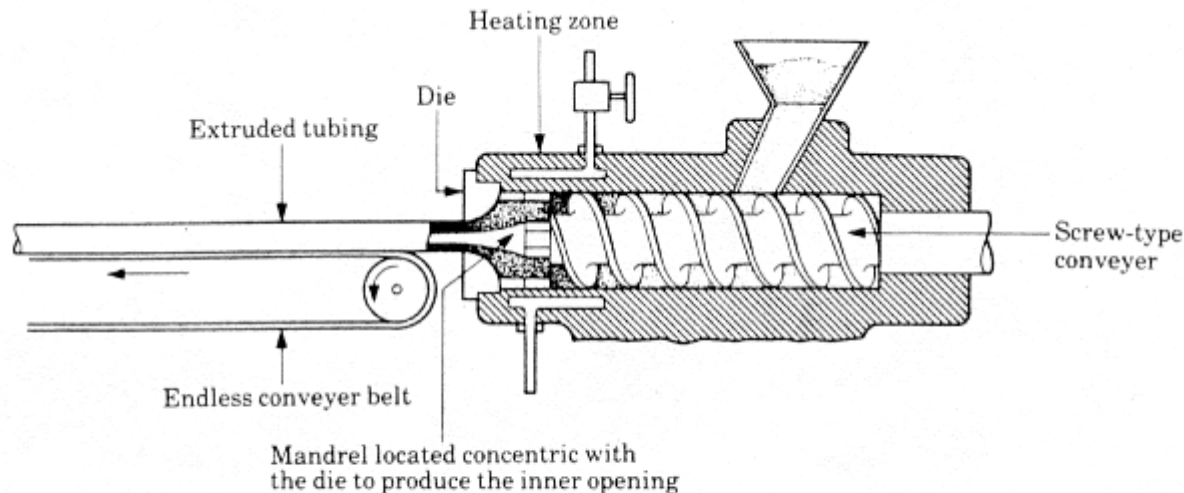


FIGURE 10.30 Schematic illustration of extrusion of plastic tubing. Plastic-coated electrical wiring is made by a similar extrusion process. Various solid cross-sections are also extruded by this process.



ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ LAVORAZIONI DI MATERIE PLASTICHE (3)

➤ Stampaggio ad iniezione

Tecnica impiegata per resine termoplastiche e termoindurenti, analogo alla pressofusione in camera calda tipica delle leghe leggere

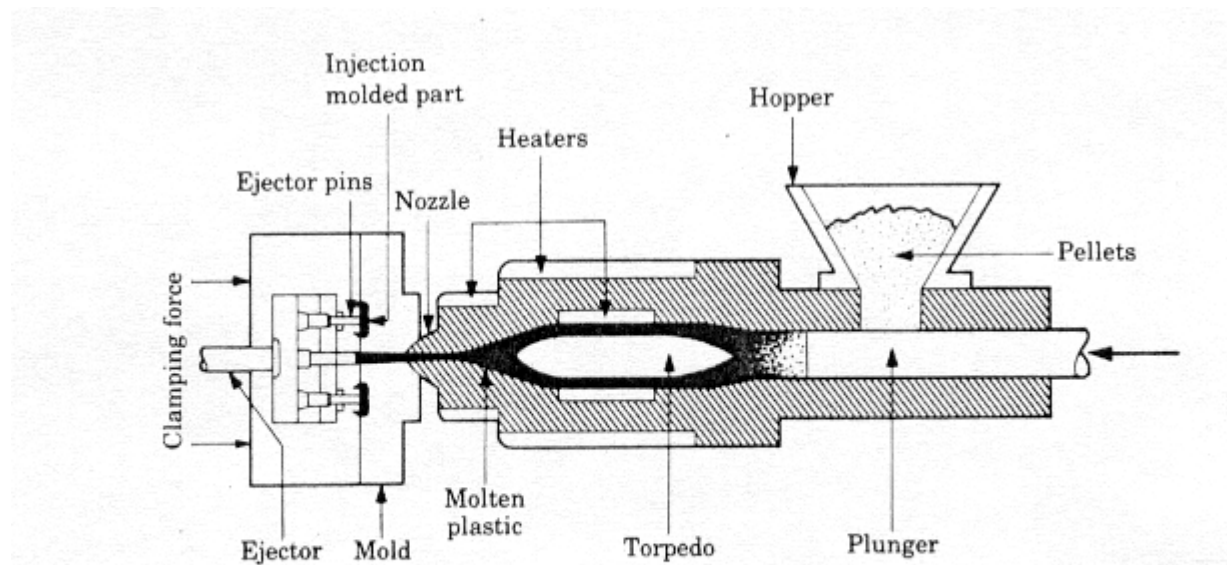


FIGURE 10.31 Schematic illustration of an injection molding machine. Injection molding of plastics is similar to the hot-chamber die-casting process, shown in Fig. 5.23.

ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ LAVORAZIONI DI MATERIE PLASTICHE (4)

➤ Stampaggio per compressione

Processo solitamente impiegato con resine termoindurenti che vengono poste in uno stato di parziale polimerizzazione all'interno di uno stampo (la quantità di materiale è strettamente controllata) e quindi formate

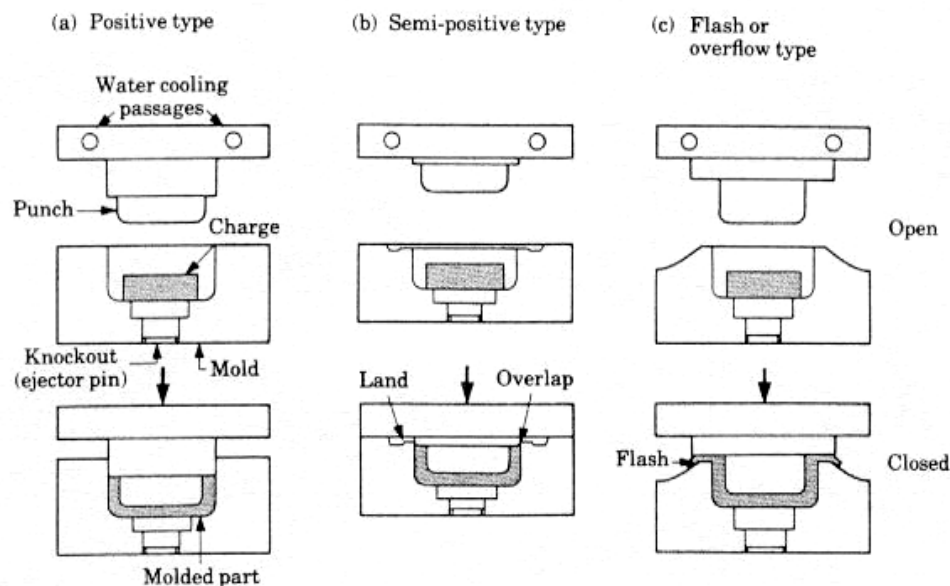


FIGURE 10.32 Types of compression molding. (a) Flash. (b) Positive. (c) Semi-positive. Compression molding is similar to closed-die forging of metals (Fig. 6.12). Note the flash in sketch (c), which has to be trimmed off, as it is with metals (Fig. 6.11a).

ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ LAVORAZIONI DI MATERIE PLASTICHE (5)

➤ Stampaggio per trasferimento

Evoluzione dello stampaggio per compressione, è un processo (sempre dedicato alle resine termoindurenti) che consente la realizzazione di forme più complesse, maggiori variazioni di spessore, e maggiore accuratezza dimensionale

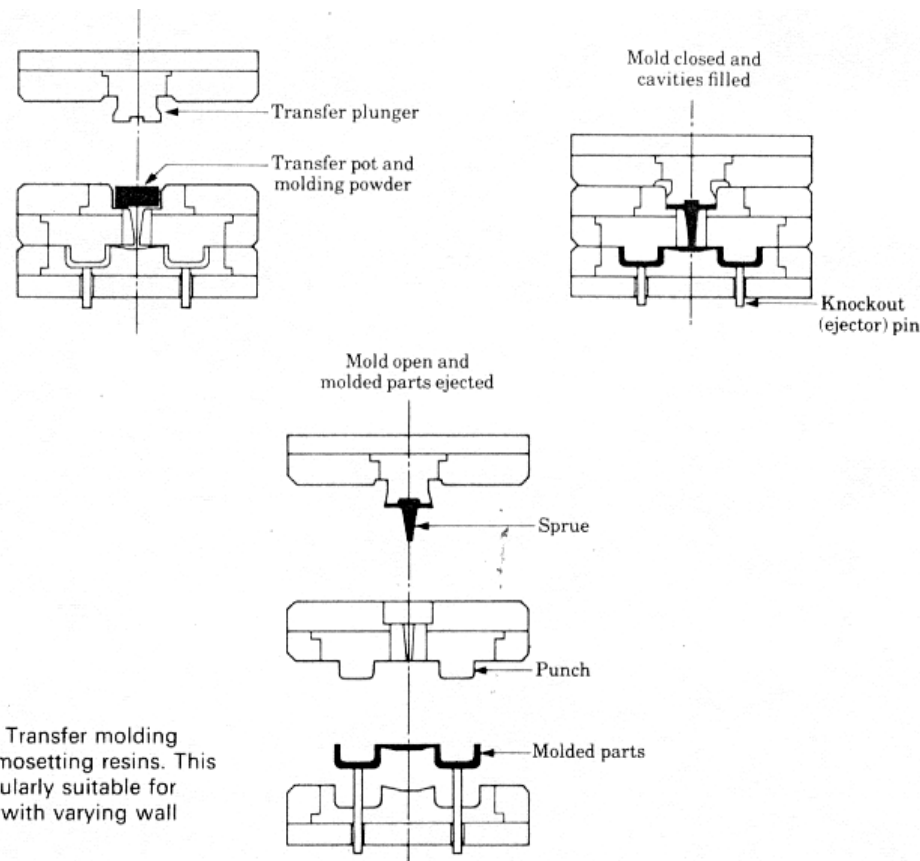


FIGURE 10.33 Transfer molding process for thermosetting resins. This process is particularly suitable for intricate shapes with varying wall thickness.

ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ LAVORAZIONI DI MATERIE PLASTICHE (6)

➤ Stampaggio per rotazione

Processo per resine termoplastiche ed alcune termoindurenti con cui possono essere realizzate anche parti di grandi dimensioni: una quantità precisa di materiale viene introdotta nello stampo cui aderisce per forza centrifuga

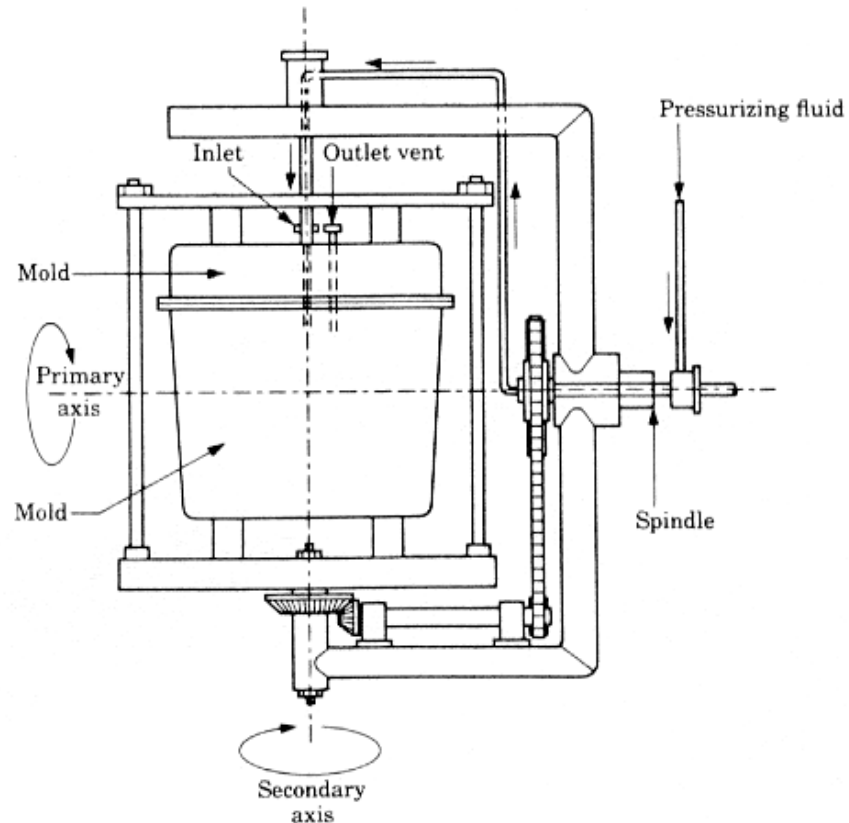


FIGURE 10.34 Rotational molding (rotomolding) process. Large tanks, buckets, and plastic footballs can be made by this process.



ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ LAVORAZIONI DI MATERIE PLASTICHE (7)

➤ Fusione

Alcune resine termoplastiche (nylon ed acrilici) e termoindurenti (epossidiche, fenoliche, poliuretani e poliesteri) possono essere colate in stampi rigidi o morbidi (per realizzare anche forme che presentano sottosquadri).



ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ LAVORAZIONI DI MATERIE PLASTICHE (8)

➤ Termoformatura

Con il termine termoformatura si indicano un insieme di processi atti a formare film o fogli di materiale termoplastico mediante riscaldamento ed applicazione di una forza per pressione o depressione

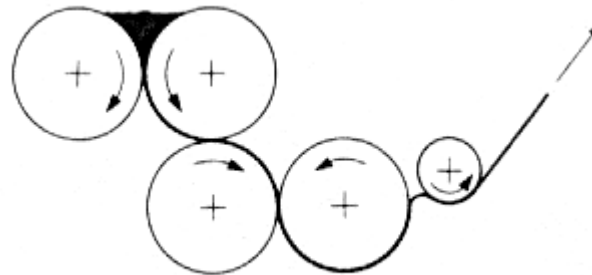


FIGURE 10.36 Schematic illustration of calendaring. The sheets produced by this method are subsequently used in thermoforming of plastics.



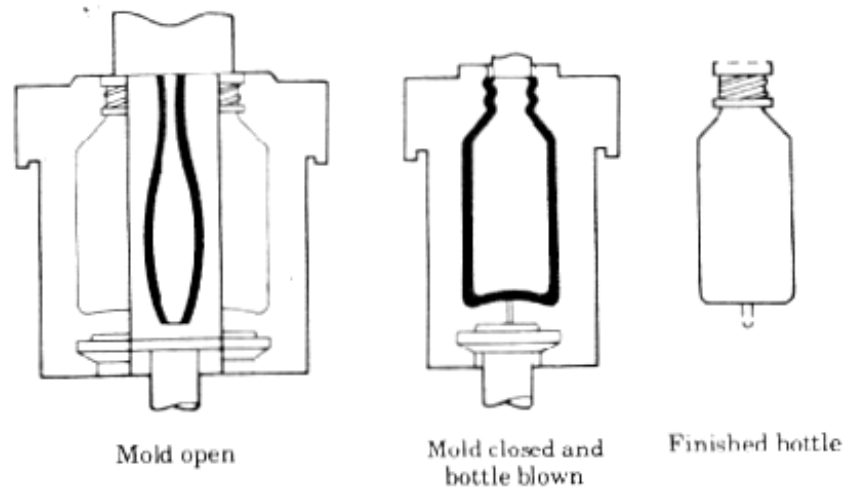
ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ LAVORAZIONI DI MATERIE PLASTICHE (9)

➤ Formatura per soffiatura

Processo analogo alla termoformatura eseguito su pezzi tubolari in cui viene soffiato un gas perché aderisca alle pareti dello stampo

FIGURE 10.37 Schematic illustration of the blow-molding process. Plastic bottles for beverage and household products are made by this process. See also Fig. 11.12.



ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ LAVORAZIONI DI MATERIE PLASTICHE (10)

TABLE 10.5
COMMON SHAPING PROCESSES FOR THERMOPLASTICS.

	ACRYLICS	ABS	CELLULOSE ACETATE	NYLONS	POLYCARBONATE	POLYETHYLENES	POLYPROPYLENE	POLYSTYRENE	POLYSULFONE	POLYTETRAFLUOROETHYLENE	POLYURETHANE	POLYVINYL CHLORIDE
Compression molding			x									x
Transfer molding												x
Injection molding	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
Extrusion	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Rotational molding		x		x		x	x	x			x	x
Blow molding	x	x		x	x	x	x	x	x			x
Thermoforming	x	x	x		x	x	x	x	x			x
Casting	x			x								
Forging		x		x		x	x					
Foam molding		x			x	x	x	x				x

Source: After R. L. E. Brown, *Design and Manufacture of Plastic Parts*. © 1980 by John Wiley & Sons, Inc. Reprinted by permission of John Wiley & Sons, Inc.

TABLE 10.6
COMMON SHAPING PROCESSES FOR THERMOSETS.

	ALKYDS	AMINOS (UREAS AND MELAMINE)	EPOXIES	PHENOLICS	POLYESTERS	POLYIMIDES	POLYURETHANES	SILICONES
<i>Nonreinforced</i>								
Compression molding	x	x	x	x	x	x	x	x
Transfer molding	x	x		x				x
Injection molding	x	x		x				
Rotational molding			x					
Casting	x		x	x	x		x	x
Foam molding		x		x	x		x	x
<i>Fiber-reinforced</i>								
Injection molding	x			x				x
Hand or spray-up			x		x	x		
Compression molding	x		x	x	x	x		x
Preform molding			x		x			
Cold-press molding			x		x			
Filament winding			x			x		
Pultrusion			x		x			

Source: After R. L. E. Brown, *Design and Manufacture of Plastic Parts*. © 1980 by John Wiley & Sons, Inc. Reprinted by permission of John Wiley & Sons, Inc.

LINK UTILI:

http://www.ing.unitn.it/~colombo/GENERALITA'_SULLE_MACCHINE_UTENSILI_E_LAVORAZIONI/FRONTESPIZIO.htm



ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ SINTERIZZAZIONE DELLE POLVERI METALLICHE E CERAMICHE (1)

I processi finora descritti comportano la lavorazione di un materiale allo stato solido o liquido. Alcune tecniche consistono nel formare e legare polveri metalliche e non del materiale con cui si vuole realizzare il pezzo.

Il processo si articola nelle seguenti fasi:

1. Preparazione e miscela delle polveri
2. Formazione del “compatto” mediante pressatura
3. Sinterizzazione

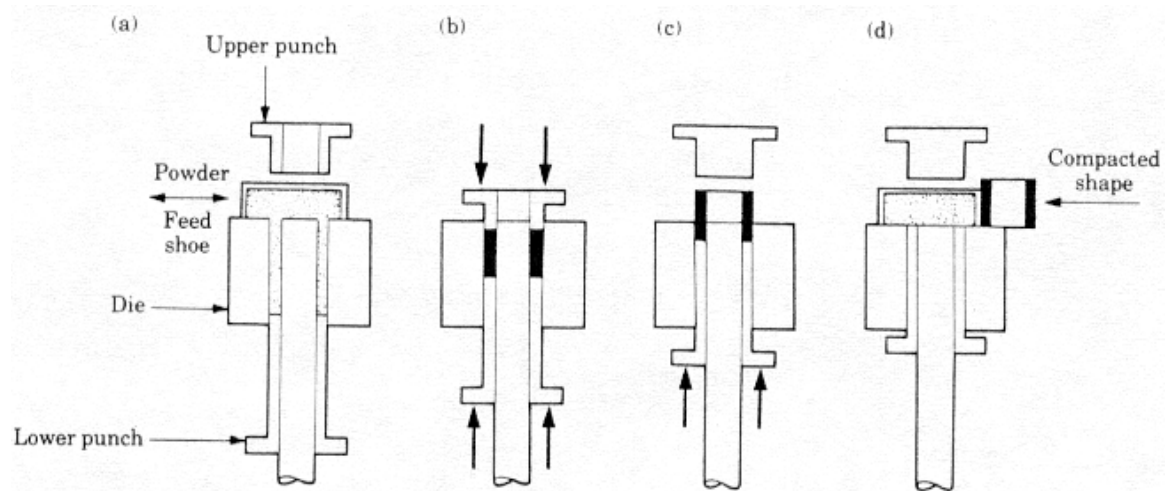


FIGURE 11.3 Schematic illustration of compaction of metal powders into shapes. The pressed powder part, known as green compact, is then sintered (heated) in a furnace to allow bonding of the particles.

ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ SINTERIZZAZIONE DELLE POLVERI METALLICHE E CERAMICHE (1)

TABLE 11.1
METHODS OF PRODUCING METAL POWDERS

POWDER METAL	ATOM- IZATION	REDUC- TION	ELECTRO- LYTIC DEPOSI- TION	THERMAL DECOMPO- SITION	COMMI- NUTION	PRECIPI- TATION FROM LIQUID OR GAS
Aluminum	x					
Aluminum alloys	x					
Beryllium			x		x	
Cobalt		x				
Copper	x	x	x			x
Copper alloys	x					
Iron	x	x	x	x	x	
Iron alloys (low- alloy steel, stainless steel, tool steel)	x					
Molybdenum		x				
Nickel		x		x		x
Nickel alloys	x				x	
Silver	x		x			x
Tantalum		x	x			
Tin	x					
Titanium	x	x		x		
Tungsten		x				
Zirconium				x		

TABLE 11.3
SINTERING TEMPERATURE AND TIME FOR VARIOUS
METALS

MATERIAL	TEMPERATURE		TIME, MIN.
	°F	°C	
Copper, brass, and bronze	1400–1650	760–900	10–45
Iron and iron-graphite	1850–2100	1000–1150	8–45
Nickel	1850–2100	1000–1150	30–45
Stainless steels	2000–2350	1100–1290	30–60
Alnico alloys (for permanent magnets)	2200–2375	1200–1300	120–150
Ferrites	2200–2700	1200–1500	10–600
Tungsten carbide	2600–2700	1430–1500	20–30
Molybdenum	3750	2050	120
Tungsten	4250	2350	480
Tantalum	4350	2400	480



ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ SINTERIZZAZIONE DELLE POLVERI METALLICHE E CERAMICHE (2)

Il disegno di parti da ottenere per sinterizzazione richiede alcuni accorgimenti:

- la geometria del “compatto” deve essere la più semplice ed uniforme possibile;
- eliminare spigoli vivi, sezioni sottili, variazioni di spessore, elevati rapporti lunghezza/diametro;
- tenere in considerazione la fase di estrazione del compatto dallo stampo: fori e cavità dovrebbero essere paralleli all'asse dell'estrattore; introdurre degli smussi per ridurre il pericolo di rotture sugli spigoli



ELEMENTI DI TECNOLOGIA MECCANICA

✓ SINTERIZZAZIONE DELLE POLVERI METALLICHE E CERAMICHE (2)

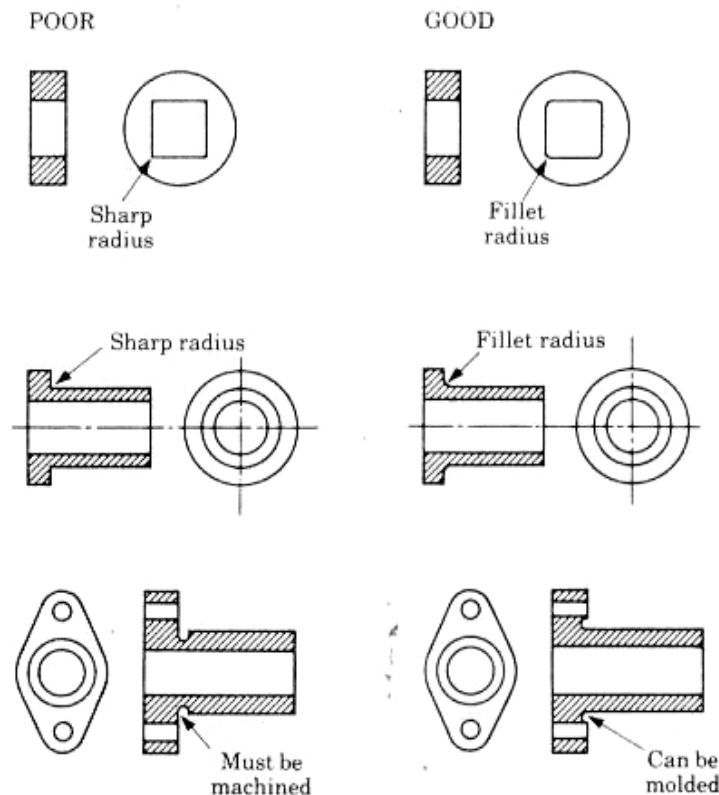


FIGURE 11.8 Examples of powder metallurgy products showing poor and good designs. As in all manufacturing processes, parts must be designed according to the characteristics of individual processing methods. Note that sharp radii and reentry corners should be avoided.



CRITERI PER IL DISEGNO DI ORGANI DI MACCHINE

✓ SVILUPPO DEL PROGETTO

Obiettivo del progettista è la realizzazione di un **disegno OTTIMO**, vale a dire quello di una macchina che consente di ottenere, con la **minore spesa**, un prodotto industriale capace di assolvere a tutte le **funzioni** richiestegli per il **tempo previsto** e di garantire, in tale periodo, la **sicurezza** del funzionamento ed il rispetto di tutti i vincoli normativi, ambientali ecc.

N.B. Il **minimo costo** va inteso riferito alla quantità di pezzi da produrre: il costo unitario di un prodotto costruito in grande serie è evidentemente minore di quello di un pezzo unico!

A valle della fase di **progettazione concettuale**, vale a dire dopo che è stato definito lo schema funzionale della macchina che si intende realizzare, il progettista intraprende la fase di **implementazione (embodiment)** nella quale devono essere seguiti alcuni criteri di carattere generale:

- massima semplicità nella forma degli organi;
- minimo costo dei singoli organi;
- minimo numero di organi
- massimo numero di organi standardizzati (bulloneria, profilati, ecc.) o uguali fra loro;
- massima facilità di montaggio;
- massima facilità di manutenzione;
- scelta appropriata dei componenti presenti sul mercato (cuscinetti, motori elettrici ecc.).



CRITERI PER IL DISEGNO DI ORGANI DI MACCHINE

✓ SVILUPPO DEL PROGETTO

Una volta definito un disegno di massima della macchina ed una volta scelti i componenti da acquistare direttamente sul mercato, il progettista deve elaborare un **disegno costruttivo** dei particolari restanti.

Ognuno di tali organi deve assolvere ad una determinata **funzione** ed in relazione ad essa saranno definite le caratteristiche di resistenza, peso, forma, simmetria, rigidità ecc.

Le esigenze specifiche dei vari pezzi possono essere soddisfatte con organi dal disegno anche molto diverso: **la progettazione è un problema che ammette infinite soluzioni!** Fra tutte le soluzioni che soddisfano i requisiti funzionali, il progettista deve **valutare quella più economica.**

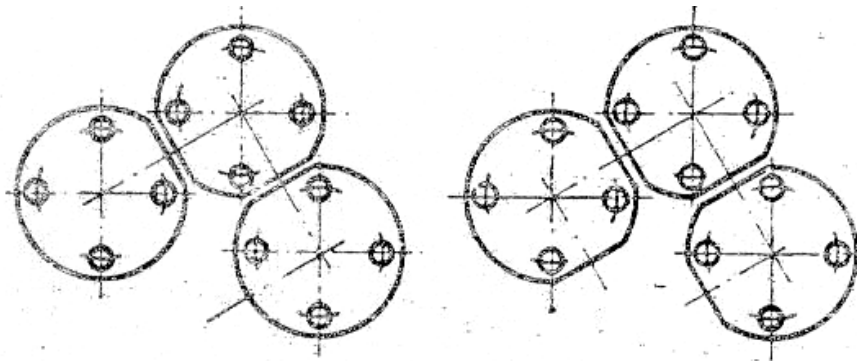


CRITERI PER IL DISEGNO DI ORGANI DI MACCHINE

✓ SVILUPPO DEL PROGETTO

In generale il disegno dovrebbe essere elaborato in modo che i pezzi siano caratterizzati da **uniformità, regolarità, parallelismo e perpendicolarità, complanarità**:

➤ l'**uniformità** va intesa sia in senso stretto (relativa al pezzo), sia in senso lato, vale a dire nel complesso della macchina; si contribuisce all'uniformità della macchina utilizzando uno stesso modello per parti leggermente diverse tra loro, impiegando lo stesso pezzo in posizioni diverse e con diverse funzioni (vedi figura); altri esempi di uniformità da ricercare: utilizzare le stesse viti per parti diverse, ridurre il numero dei diametri dei fori filettati, adottare un numero limitato di tipi di cuscinetti, ecc.



*Fig. 11.40 ESEMPIO DI MIGLIORAMENTO
DELL' UNIFORMITÀ*

CRITERI PER IL DISEGNO DI ORGANI DI MACCHINE

✓ SVILUPPO DEL PROGETTO

In generale il disegno dovrebbe essere elaborato in modo che i pezzi siano caratterizzati da **uniformità, regolarità, parallelismo e perpendicolarità, complanarità**:

- la **regolarità** è più difficile da schematizzare; in generale è opportuno privilegiare le soluzioni più “lineare”, ad esempio riducendo i cambiamenti di forma e di dimensione e adottando geometrie elementari (cilindri, parallelepipedi ecc.) (v. fig. 11.41)
- **parallelismo e perpendicolarità** sono caratteristiche che facilitano le lavorazioni;
- la **complanarità** può essere riferita sia a gruppi diversi di una macchina sia a parti di uno stesso organo (v, fig.11.43)

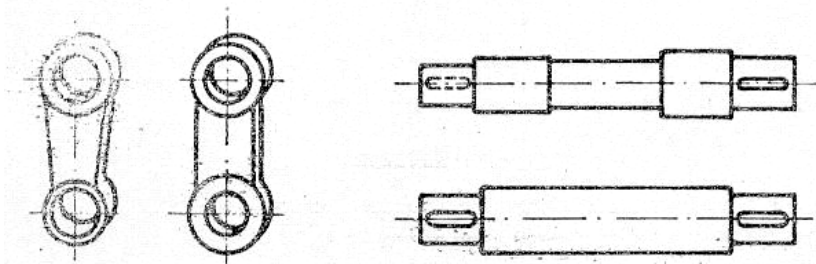


Fig. 11.41 ESEMPI DI MIGLIORAMENTO DELLA REGOLARITA'

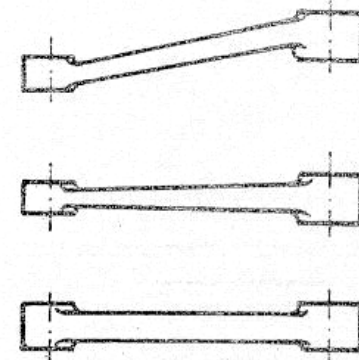


Fig. 11.43 ESEMPIO DI MIGLIORAMENTO DELLA COMPLANARITA'

CRITERI PER IL DISEGNO DI ORGANI DI MACCHINE

✓ SVILUPPO DEL PROGETTO

Il disegno non deve essere curato unicamente ai fini della facilità ed economicità della fabbricazione delle singole parti, ma tenendo d'occhio anche i requisiti dell'assieme.

Alcuni aspetti di cui tenere conto:

- Ridurre al minimo il numero delle parti
- Ridurre al minimo il numero dei dispositivi di fissaggio
- Disegnare una parte dominante o un telaio per un più agevole montaggio
- Evitare i riposizionamenti dell'assemblaggio durante il montaggio
- La simmetria nei particolari ne agevola l'orientazione in fase di montaggio
- Le parti che intenzionalmente sono state disegnate asimmetriche devono essere dotate di riferimenti per un'agevole orientazione
- Particolari simili fra loro devono essere dotati di segni di riconoscimento (es. codice di colori)
- Facilitare il montaggio prevedendo movimenti rettilinei, preferibilmente in direzione verticale verso il basso; se possibile consentire il montaggio con una sola mano o almeno senza utensili.

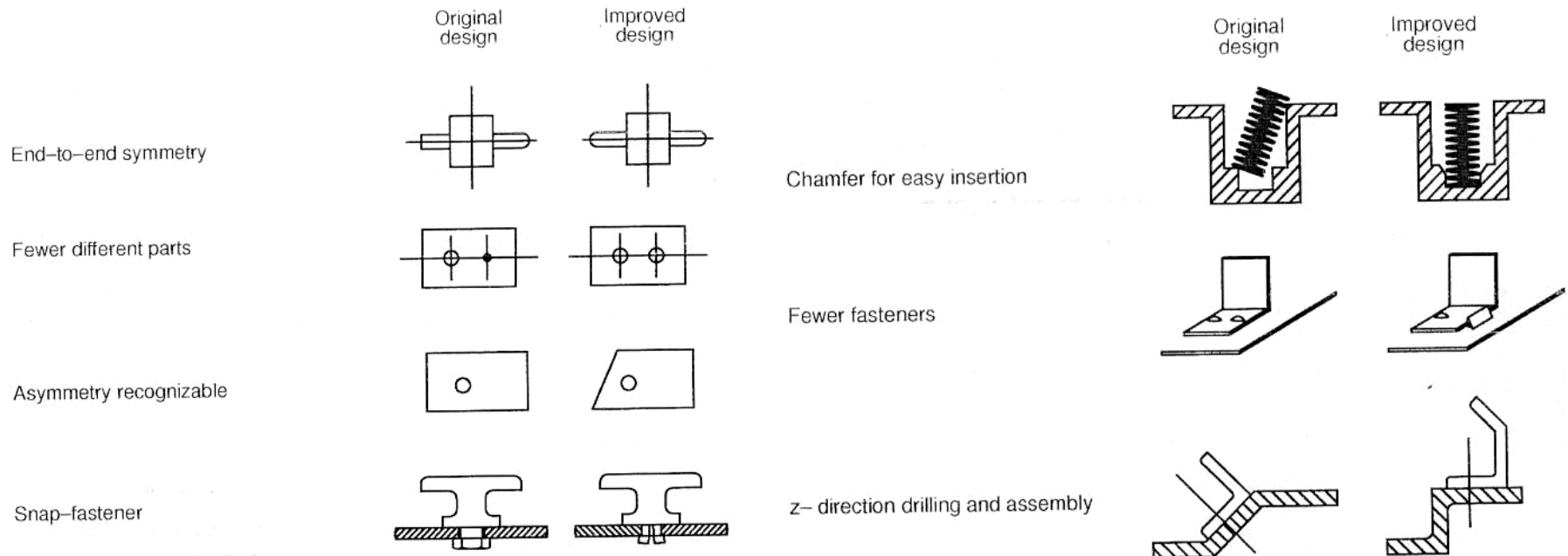


CRITERI PER IL DISEGNO DI ORGANI DI MACCHINE

✓ SVILUPPO DEL PROGETTO

Il disegno non deve essere curato unicamente ai fini della facilità ed economicità della fabbricazione delle singole parti, ma tenendo d'occhio anche i requisiti dell'assieme.

Alcuni aspetti di cui tenere conto:



CRITERI PER IL DISEGNO DI ORGANI DI MACCHINE

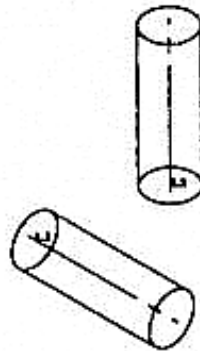
✓ SVILUPPO DEL PROGETTO

La geometria di un pezzo meccanico deve essere definita in funzione del processo di fabbricazione adottato: la scelta del processo è solitamente basata su criteri economici

Esempio: **DISEGNO DI UNA FORCELLA**

Si vuole disegnare una forcella i cui requisiti funzionali sono i seguenti:

- deve vincolare due perni in modo che i relativi assi siano perpendicolari fra loro e distanziati di una certa lunghezza
- i perni devono poter ruotare attorno al proprio asse



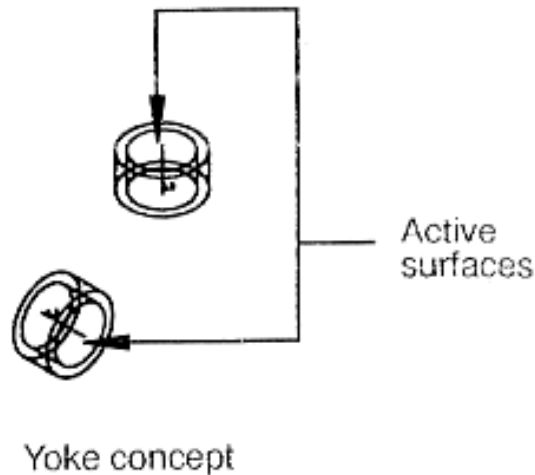
Pins to be constrained



CRITERI PER IL DISEGNO DI ORGANI DI MACCHINE

✓ SVILUPPO DEL PROGETTO

Nel rispetto dei vincoli precedentemente definiti la forcella sarà caratterizzata da due superfici “attive” disposte come in figura, atte a vincolare i perni:



CRITERI PER IL DISEGNO DI ORGANI DI MACCHINE

✓ SVILUPPO DEL PROGETTO

Il disegno della geometria “intorno” alle superfici attive va effettuato in funzione del processo di fabbricazione:

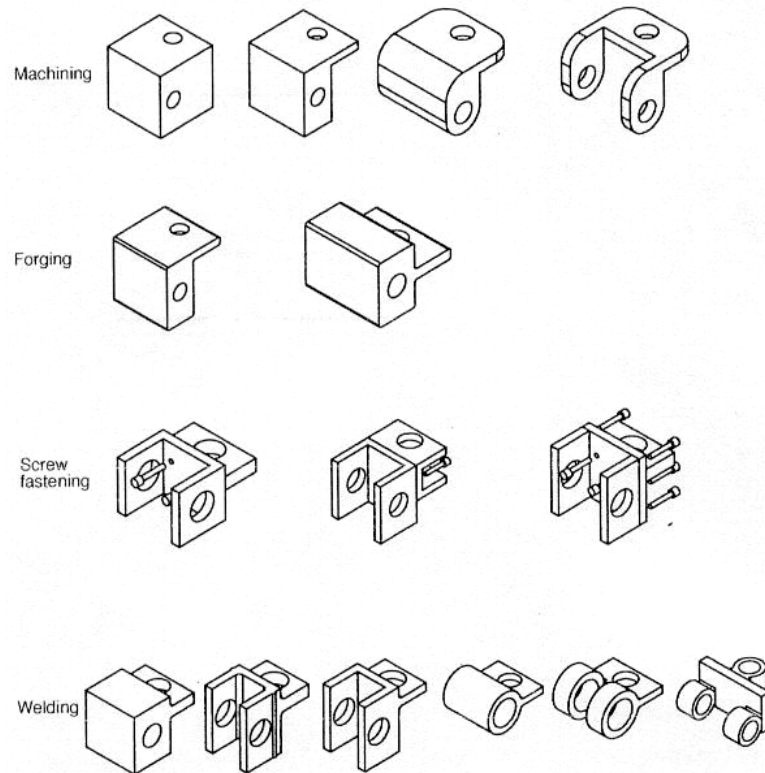


FIGURE 82. Embodiment variants for yoke.

CRITERI PER IL DISEGNO DI ORGANI DI MACCHINE

✓ SVILUPPO DEL PROGETTO

La geometria di un pezzo meccanico deve essere definita in funzione del processo di fabbricazione adottato: la scelta del processo è solitamente basata su criteri economici

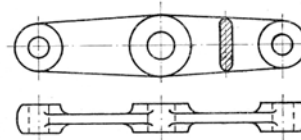


Fig 12.65
DISEGNO DEL PEZZO DA REALIZZARE MEDIANTE FUSIONE

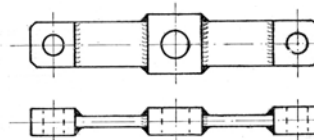


Fig 12.66
DISEGNO DEL PEZZO DA REALIZZARE MEDIANTE SALDATURA

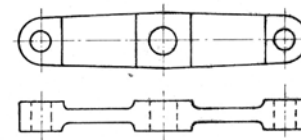


Fig 12.67
DISEGNO DEL PEZZO DA REALIZZARE MEDIANTE FORGIATURA

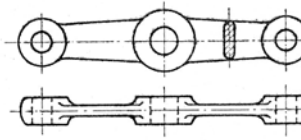


Fig 12.68
DISEGNO DEL PEZZO DA REALIZZARE MEDIANTE STAMPAGGIO
A CALDO



CRITERI PER IL DISEGNO DI ORGANI DI MACCHINE

✓ SVILUPPO DEL PROGETTO

Influenza della quantità di pezzi da produrre sul costo totale del processo di fabbricazione

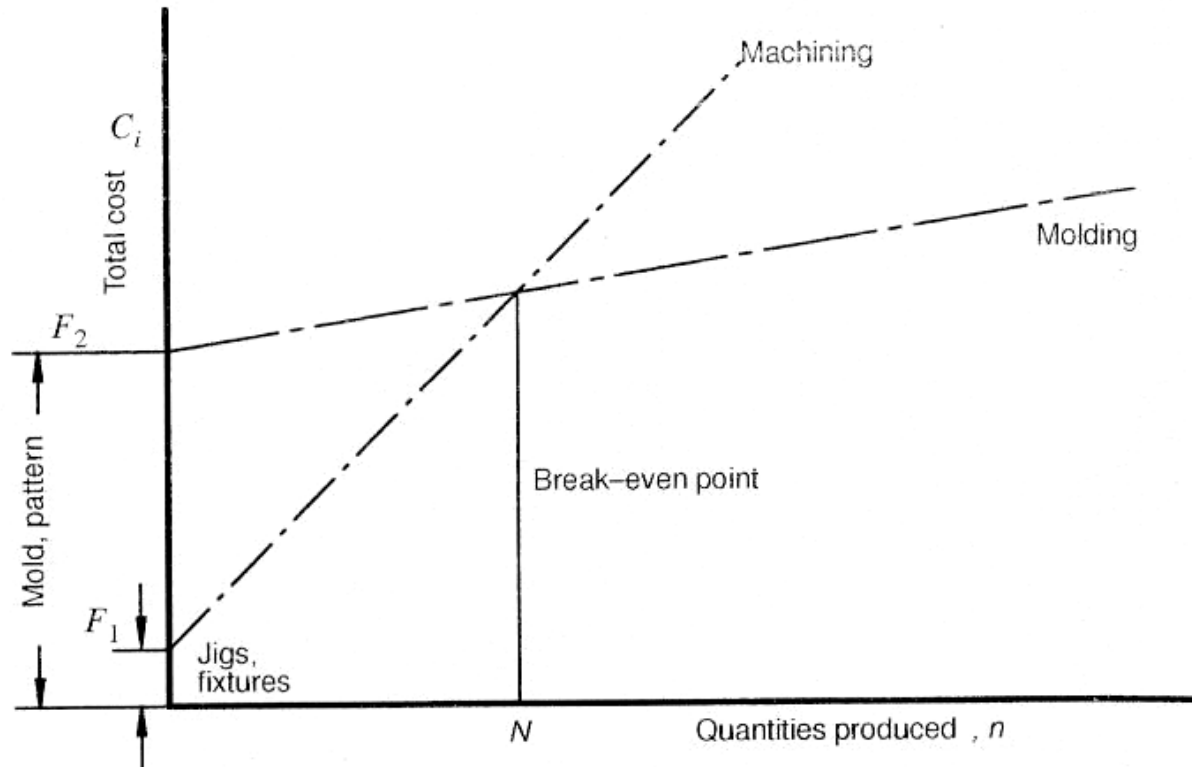


FIGURE 88. Effect of quantities produced on the manufacturing method.