



Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino

Appunti universitari

Tesi di laurea

Cartoleria e cancelleria

Stampa file e fotocopie

Print on demand

Rilegature

NUMERO : 11;

DATA : 01/07/2011

A P P U N T I

STUDENTE : Di Pietro

MATERIA : Vgepqmqi kc'O geecplec
Prof. F g'Hkk r k

Il presente lavoro nasce dall'impegno dell'autore ed è distribuito in accordo con il Centro Appunti.

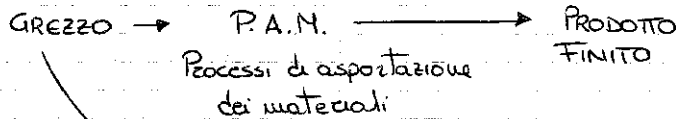
Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi riproduzione, copia totale o parziale, dei contenuti inseriti nel presente volume, ivi inclusa la memorizzazione, rielaborazione, diffusione o distribuzione dei contenuti stessi mediante qualunque supporto magnetico o cartaceo, piattaforma tecnologica o rete telematica, senza previa autorizzazione scritta dell'autore.

**ATTENZIONE: QUESTI APPUNTI SONO FATTI DA STUDENTIE NON SONO STATI VISIONATI DAL DOCENTE.
IL NOME DEL PROFESSORE, SERVE SOLO PER IDENTIFICARE IL CORSO.**

TECNOLOGIA MECCANICA

14/03/2011

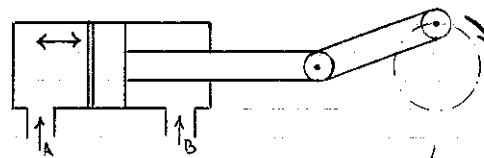
Possiamo dire che:



- può nascere per:
- fonderia
 - deformazione plastica

L'industria meccanica odierna deriva fondamentalmente da 3 rivoluzioni industriali, e cioè:

- 1° (meta' del 700) Legata al nome di Watt, il quale perfezionò la macchina a vapore, fino ad allora scadente, con l'invenzione del sist. "biella-manovella"



applicazioni...

macchine utensili navali ferroviarie

Pero, con la motorizzazione dei telai, le industrie tessili, numerose all'epoca, non riuscirono a stare al passo con le nuove tecnologie, che costrussero molte al fallimento, così le numerose popolazioni di campagna emigrarono in città in cerca di lavoro

- 2° (fine 800 - inizi 900) Legata al nome di Taylor, fondatore del Taylorismo, e Ford, schematizzatore di tutti i concetti nella "catena di montaggio".

↳ # 1° tipo: l'operaio va di auto in auto

↳ # 2° tipo: l'auto va di operaio in operaio

- 3° (giorni nostri) Legata alla computerizzazione, all'informatica e allo sviluppo dei settori terziari

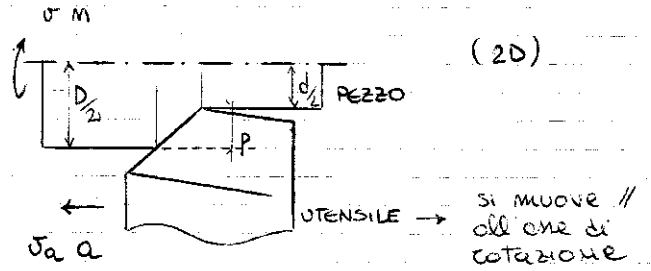
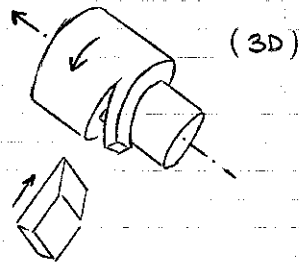
↳ tutto ciò posto alla perdita di numerosi posti di lavoro a causa della robotizzazione dei lavori più semplici.

Tutto ciò costrinse alla ricerca di una mano d'opera sempre più specializzata.

« Knowledge, settore ove si sono sempre lavorato »

RIFKIN

- **TORNITURA**: procedura di asportazione tramite tornio, il quale asporta il sovrametallo in eccesso. 16/03/2011



come variabile indipendente scelgo $\rightarrow v$ poi trovo così M

con v = velocità di taglio (periferica) riferita al diametro iniziale D [m/min]

$$M = \frac{1000 \cdot v}{D \pi} \quad [\text{giri/min}]$$

a = avanzamento utensile [mm/giro]

v_a = velocità di avanzamento = $M \cdot a$ [mm/min]

\rightarrow ad ogni giro l'uten. avanza di a !

p = passo di passata (profond. passata) = $\frac{D-d}{2}$ [mm]

Il processo è caratterizzato da: v , a e p

- Tornitura di sgrossatura e di finitura

Partendo dal grezzo avremo: $M-1$ passate di sgrossatura x portar via il grosso

	SGROS.	FINIT.	
a	+	-	$0,5 \frac{\text{mm}}{\text{giro}} \rightarrow 0,1 \frac{\text{mm}}{\text{giro}}$
v	-	+	$30 \frac{\text{m}}{\text{min}} \rightarrow 300 \frac{\text{m}}{\text{min}}$
p	+	-	$5 \text{ mm} \rightarrow 0,5 \text{ mm}$

1 passate di finitura x arrivare a: - tolleranze prescritte - levigatura

processi tramite il tornio:

- **TORNITURA CONICA**: l'utensile avanza secondo le generatrici del cono

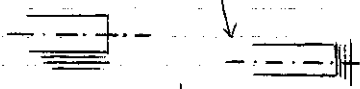
- **TORNITURA SFERICA**: a soma sempre un collegamento tra la superficie sferica ed il pezzo

- **GOLA ESTERNA**: Sfaccatura: l'utensile si muove radialmente e crea una superficie piana

- **GOLA FRONTALE**: corona circolare ricavata frontalmente

abbiamo: - **CARRO**: si muove esclusivamente su delle guide x muovere l'utensile

- **SLITA TRASVERSALE**: tra carro e portautensili, si muove radialmente rispetto al pezzo



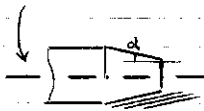
↳ x Troncatura
↳ x sfacciatuca (Troncatura piana)

I movimenti possono essere manuali (il tornitore muove il carro o la slitta) oppure automatica (movimenti motorizzati)

Il moto x' arriva dall'unico motore o al carro o alla slitta, quindi sarebbe impossibile eseguire una troncatura conica...

Allora esiste un:

- **SLITA MICROMETRICA**: che ruota intorno ad un asse e strutturalmente possiede un angolo di semiapertura α che viene letto dal disco posto tra carro e slitta



↳ e un movimento di registrazione

Sotto la barra scanalata c'è un asta reggente l'innesto del pezzo durante il blocco delle lavorazioni (una sorta di frizione tra motore e mandrino)

che: - posiz. centrale di falce: motore e mandrino scollegato

- posiz. in alto: rotazione oraria

- posiz. in basso: rotazione antioraria

18/03/2011

Consideriamo la **CONTROTESTA**, che ha 2 funzioni:

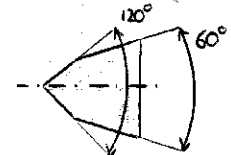
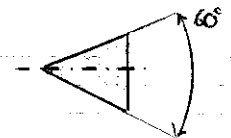
1°) Eventuale sostegno del pezzo se quest'ultimo è molto lungo (registrazione)

2°) Permette la rotazione di un eventuale utensile x le esecuzioni di fori

Essa è biconica: un'estremità conica si impegna col pezzo, mentre un tronco di cono lega controspinta a controtesta

la **CONTROPUNTA** può: avere un'apertura di 60° che si impegna dentro un foro corrispondente sul pezzo

avere 2 tronchi, uno a 60° e l'altro a 120° x proteggere il pezzo nella superficie piana in caso di urti



Il troncato viene raccolto in una sorta di vassoio, dal quale viene spruzzato (verso le zone di lavoro) e successivamente ritorno x effetto della gravità; un "Liquido di Taglio" x il raffreddamento e la lubrificazione dei componenti x ridurre attriti e Temperature

la composizione del liquido è:

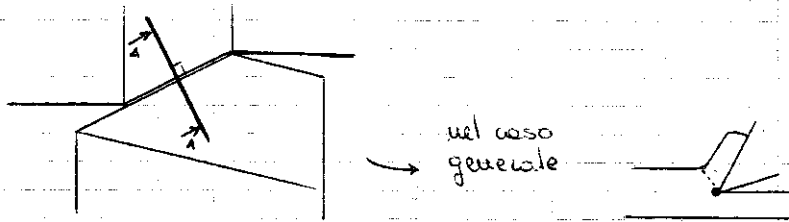
90% H_2O + 10% olio minerale

↳ problemi ruggine x refrigerante ✓

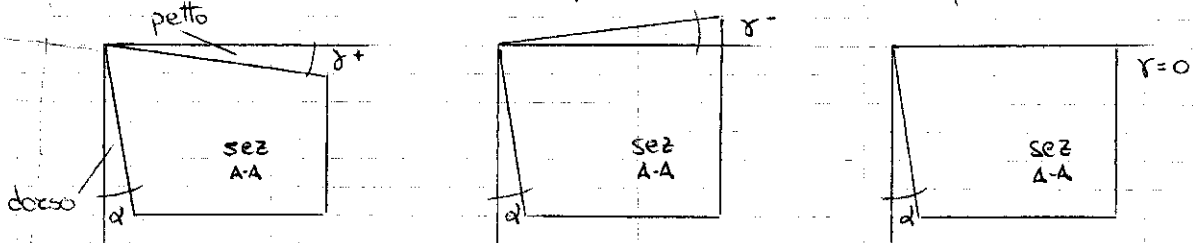
↳ lubrifica ✓ ossidante x evita ruggine ✓

dobbiamo individuare il piano di taglio, che è:

- \perp al tagliente principale
- \perp al piano di appoggio dell'utens.
- ↳ verticale al foglio

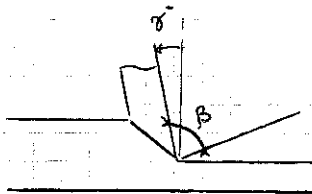


Sezionando l'utensile con un piano otteniamo un quadrilatero



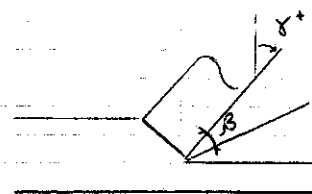
- γ è definito in velocità e segno
- α poco importante ($\sim 10^\circ$)

Consideriamo 2 casi limite:



ve a serve più resistenza

- ↳ a serve un β grande
- ↳ evitiamo un γ^- piccolo



formazione di truciolo + favorevole

- ↳ meglio un γ^+ grande

- Praticamente avremo diversi casi:
- 1) Lega Alluminio fortemente plastico
 $\gamma = 20^\circ$
 γ grande essendo tenero posso usare un β piccolo
 - 2) acciaio meno plast. dell'alluminio
 $\gamma = 5^\circ$
 si taglia con + difficoltà e ho bisogno di un utensile più resistente (β + grande)
 - 3) Ghisa materiale fragile
 $\gamma = -5^\circ$
 non ho la formazione di truciolo, ma solo di schegge (ho bisogno di un β + grande)

Riguardo le **POTENZE IN GIOCO** avremo:

$$P_T = \frac{F_T \cdot v}{60 \cdot 1000} \quad \begin{matrix} \xrightarrow{N} \\ \xrightarrow{m/min} \\ \xrightarrow{m \rightarrow Kw} \end{matrix} \quad \text{con } P_T \gg P_a$$

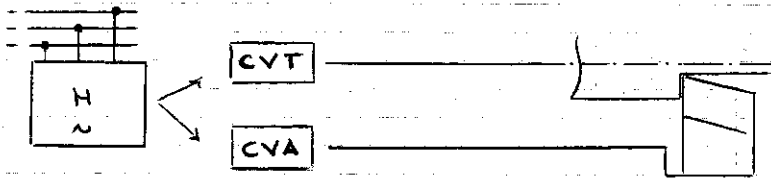
$$P_a = \frac{F_a \cdot v_a}{60 \cdot 1000 \cdot 1000} \quad \begin{matrix} \xrightarrow{m/min} \\ \xrightarrow{m \rightarrow m} \end{matrix}$$

$$P_z = 0 \quad \text{perché non c'è velocità radiale}$$

inoltre avremo anche:

$$P_{TOT} = P_T + P_a \approx P_T$$

POTENZA RICHIESTA
NELLA ZONA DI TAGLIO



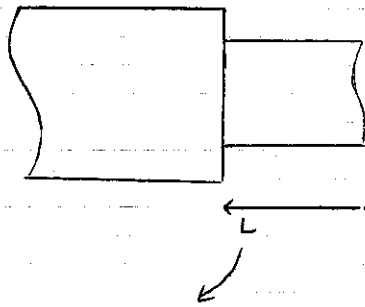
$$P_M = \frac{P_{TOT}}{\eta_{em}} \quad \text{con } \eta_{em} \sim 0,75$$

POTENZA RICHIESTA
DEL MOTORE

$$P_e = \frac{P_M}{\eta_{elett}} \quad \text{con } \eta_{elett} \sim 0,9$$

(considerando le dissipazioni elett)

Riguardo il **TEMPO DI TAGLIO**, cioè il tempo di contatto tra il pezzo, e l'utensile, sarà:



lunghezza del pezzo lavorato

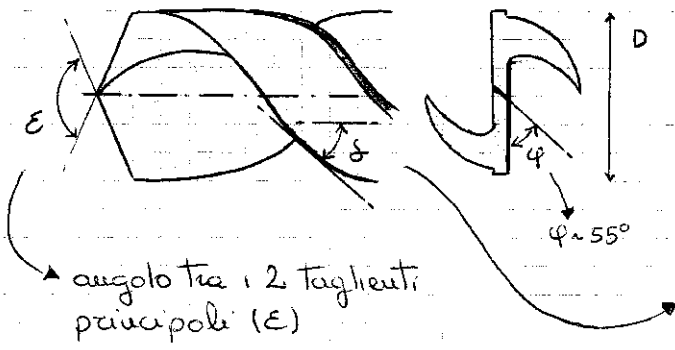
in generale...

$$v = \frac{s}{T} \rightarrow T = \frac{s}{v}$$

quindi avremo...

$$t_T = L/v_a$$

Osserviamo la geometria della punta elicoidale:



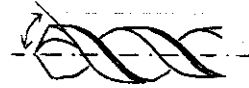
angolo tra i 2 taglianti principali (ϵ)

- ϵ (materiali ferrosi) 120°
- ϵ (mat. leghe leggere) 140°
- ϵ (mat. non metallici duri) 100°

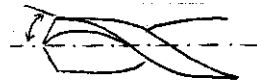
il raccordo (10% D) non produce
 truciolo $\times K_e$:
 1° - bassa velocità in prossimità asse di rot.
 2° - l'angolo di spoglia fondamentale è forte negativo

angolo di inclinazione dell'elica esterna della punta (δ)

- acciaio ($\delta \sim 18^\circ \div 30^\circ$)



- ghisa ($\delta \sim 10^\circ \div 15^\circ$)



- leghe leggere ($\delta \sim 35^\circ \div 45^\circ$)



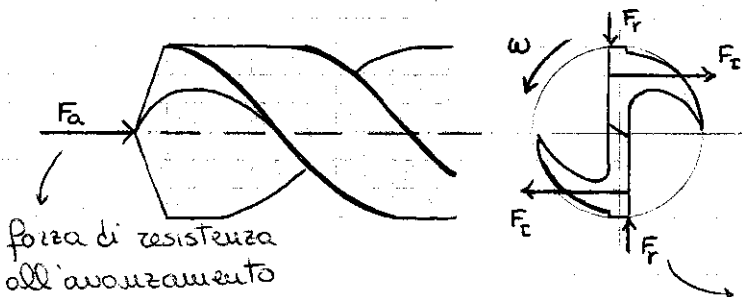
Abbiamo 3 tipi di punte \times adattarsi alle situazioni più diverse

$$\boxed{T_g(\gamma_m) = 0,575 \cdot \frac{T_g(\delta)}{\sin(\epsilon/2)}$$

se cresce γ_m , e punta di ϵ , cresce δ
 \hookrightarrow se ho bisogno di $\gamma_m \downarrow$, abbasso δ
 \hookrightarrow se ho bisogno di $\gamma_m \uparrow$, alzo δ

NB: δ non cambia e non può essere modificato dopo la formazione
 ϵ varia e seconda del tipo di affilatura che vogliamo

Riguardo le **FORZE SCAMBIATE**, la punta entra dentro il materiale come un cuneo, e esperta, tramite i 2 taglianti, il truciolo



forza di resistenza all'avanzamento

si genera una coppia
 $C = F_2 \cdot b$
 dove $b \sim D/2$
 (agiscono sui taglianti princ.)

generiamo una coppia che, essendo il braccio molto piccolo, viene considerata nulla, e le forze si elidono

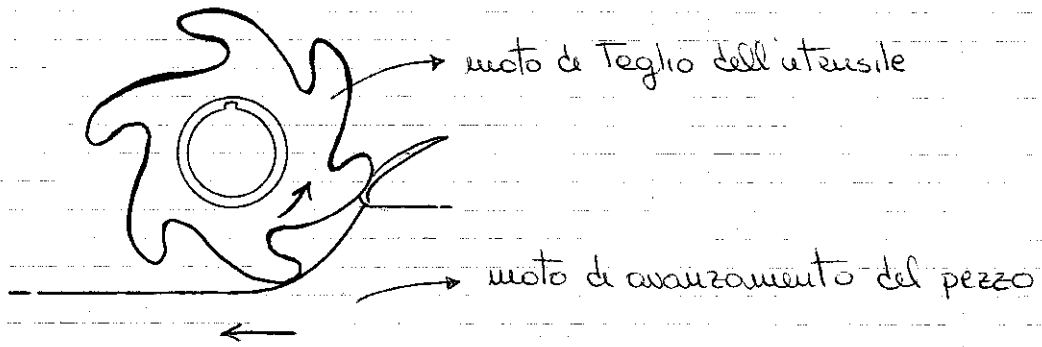
$$\boxed{F_q = K_1 a^x D^y}$$

$$\boxed{C = K_2 a^w D^z}$$

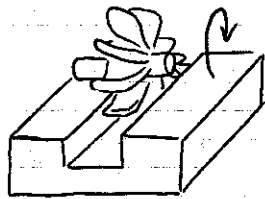
a, D dati

K_1, K_2, x, y, w, z cost. Tabelloni

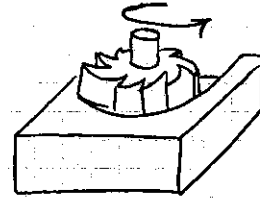
- **FRESATURA:** lavorazione meccanica a freddo per esportazione di truciolo, che permette di realizzare un pezzo finito



Possiamo avere:

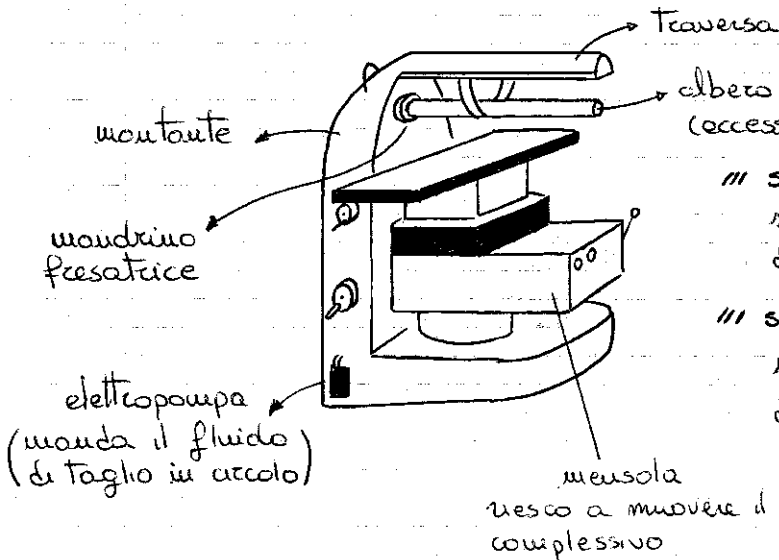


asse di rotazione // alla
superficie del piano
fresatura periferica (o tangenziale)



asse di rotazione ⊥ alla
superficie del piano
fresatura frontale

In base ai tipi di fresatura abbiamo 2 tipi di fresatrici
1 - FRESATRICE ORIZZONTALE (x fresature periferiche)



/// **SUITA LONGITUDINALE**

si muove normalmente all'asse di rotazione

/// **SUITA TRASVERSALE (o CARRO)**

si muove parallelamente all'asse di rotazione



movimento di avanzamento e reg. affidati al pezzo

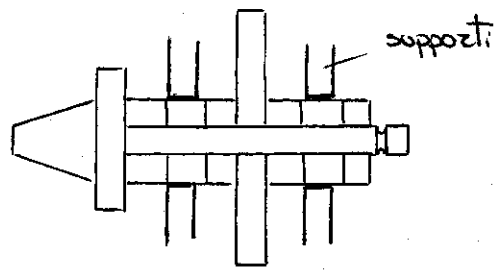
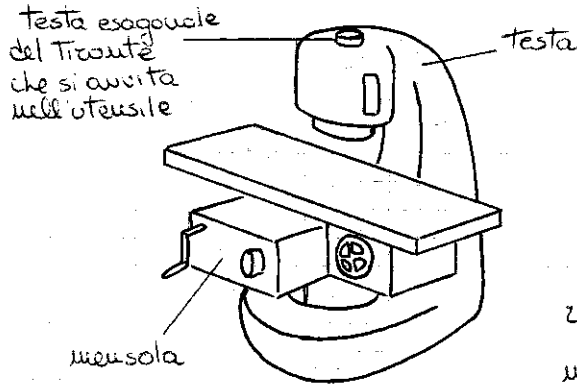
movimento di taglio affidato all'utensile

nel caso delle fresa, avendo da 1 a 30 denti non parliamo di avanzamento del dente...

$$V_c = M \cdot Q_z \cdot Z \rightarrow \text{mm. dente}$$

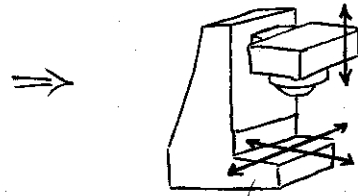
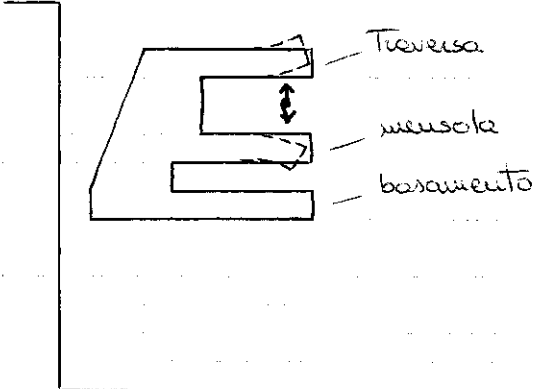
\downarrow giri/min \downarrow avanzam. dente mm/dente

2 - FRESATRICE VERTICALE



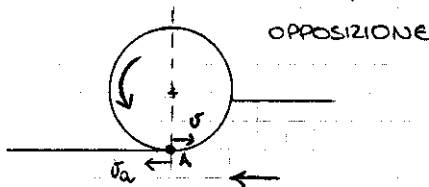
riguardo il pezzo, non cambia niente, mentre l'utensile in qsto caso è montato a sobbalzo.

NB: schematicamente:

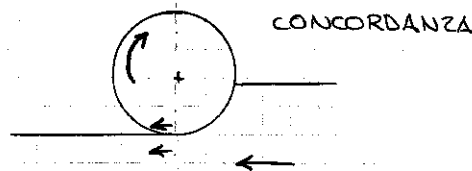


eliminiamo l'elemento + cedevole, la traversa, xò il movimento verticale è dato all'utensile...

Considerando la fresatura periferica (o tangenziale), possiamo:



se A è pezzo $\rightarrow v_a$
se A è utensile $\rightarrow v$



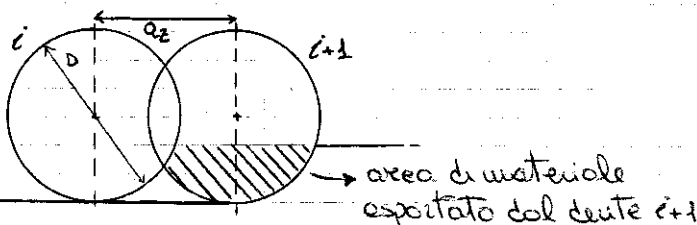
23/03/2011

Consideriamo un ipotesi semplificativa di lavoro: diamo entrambi i moti, di taglio e di avanzamento, alla fresa...

Così facendo, il tagliante della fresa descrive una cicloide, che può essere approssimata ad una semi-circonferenza.

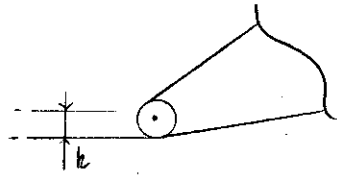


Consideriamo la traiettoria di due denti consecutivi:



nelle volute $D \gg a_2$ di uno tre ordini di grandezza (il disegno è di form. orizzontale.)

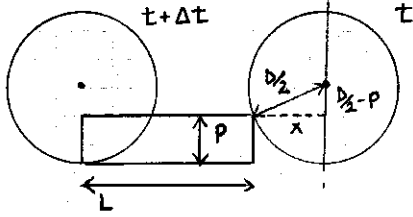
Riguardo le **FORZE SCAMBIATE** considero Kienzle e Victor



$$F_t = K_s \cdot A \quad \text{con } A = b \cdot h$$

$$K_s = K_{s0} \cdot h^2$$

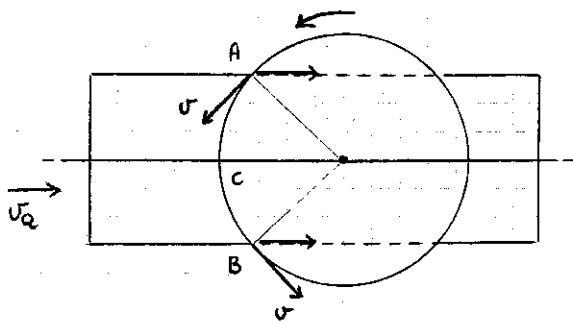
Riguardo il **TEMPO DI TAGLIO** osserviamo che:



iniziamo a tagliare a t e finisce a $t + \Delta t$

$$t_t = \frac{L+x}{M \cdot a_z \cdot Z} \quad \text{con } x^2 = \left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{D}{2} - p\right)^2$$

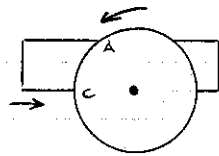
Consideriamo la **presatura frontale**, avremo:



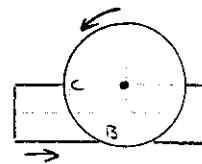
notiamo che:

- lungo \widehat{AC} il dente lavora in opposizione
- lungo \widehat{CB} il dente lavora in concordanza

Se avessimo:

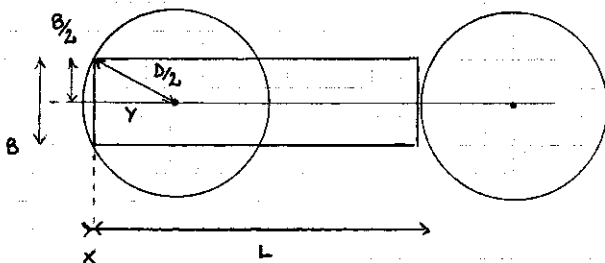


il dente lavora sempre in opposizione



il dente lavora sempre in concordanza

Riguardo il **TEMPO DI TAGLIO**, avremo:



ammettendo che la traccia dell'asse fresa si muova sulle mezzeria del pezzo, possiamo scrivere:

$$t_t = \frac{L+x}{v_a} \quad \text{con } x = \frac{D}{2} - y$$

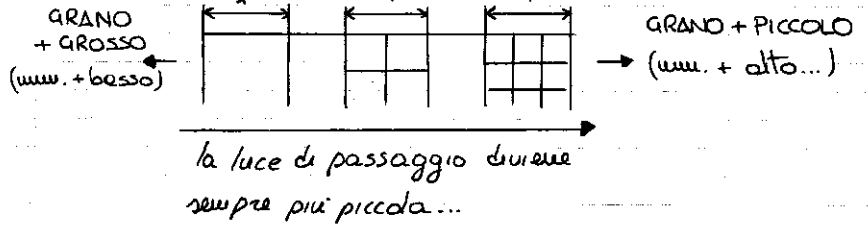
$$y^2 = \left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{B}{2}\right)^2$$

Ogni mola porta con se un'etichetta con determinate caratteristiche (ad esempio la max velocità di rotazione)

Secondo la normativa ISO possiamo avere

- ① : abrasivi ② : num. maglie
- A (alundum) 80 ↳ numero di maglie x pollice lineare dall'ultimo
C (carborundum) 600 ↳ retaccio attraversato dall'abrasivo

vuol dire che
 è passato un
 retaccio de 600
 maglie...



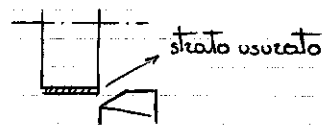
③ : durezza

A, ..., Z ↳ durezza del legante, non dell'abrasivo
 forza con la quale il legante tiene e se legati i grani di abrasivo

↳ Possiamo avere diversi fenomeni:

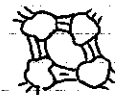
- **AUTORAVVIVATURA**: i grani + usurati si staccano dal legante mettendo in primo piano grani nuovi che fino ad allora erano coperti
⇒ si rinnova dopo un certo periodo di usura

- **RAVVIVATURA**: con leganti più duri siamo costretti ad intervenire manualmente allo ravvivamento



④ : struttura

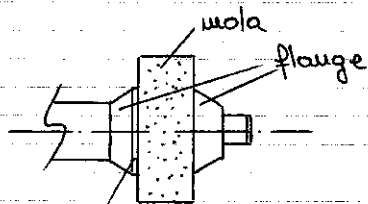
0,1, ↳ definisce la % di pori presenti nella mola



⑤ : tipo di legante

Strutturalmente possiamo avere - mole interamente in legante-abrasivo
- mole a cuore metallico (solo in superf)

↳ non più ravvivabile...



costa x
 rendere il moto uniforme
 evitando sollecitazioni a
 flessione...
(pressione uniforme)

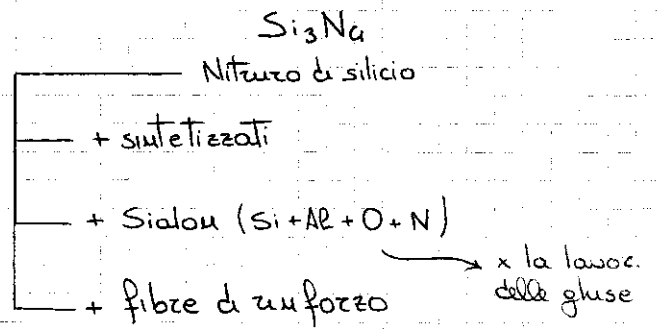
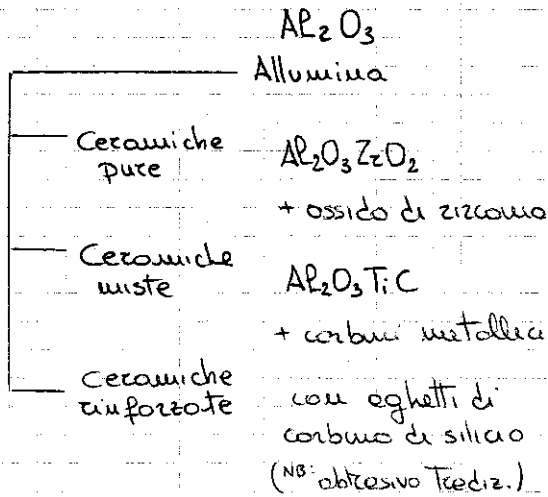
processi da fare prima dell'uso

- 1) verificare presenza di creche con ultrasuoni
- 2) essentare con una velocità costante

esistono due tipi di ceramiche da taglio:

OSSIDATE (contengono O_2)

NON OSSIDATE (non cont. O_2)



— CBN (Nitruro cubico di boro)

Sia poli che monocristallini, usati x inserti x tornitura e fresatura

— DIAMANTI

Sia poli che monocristallini, dato il costo elevato, si usano fore inseriti



Parliamo della **durata dell'utensile**, sappiamo già che non esiste un utensile che tagli all'infinito, e in alcuni casi costa meno comprarlo nuovo che rinnovarlo.

Il primo a studiare la durata di un utensile fu Taylor, trovando una legge sperimentale del tipo:

$$v T^m = C$$

velocità di taglio [mm/min] — v — costante
 durata utensile [min] — T — costante
 LEGGE CLASSICA DI TAYLOR

- con m : n materiale dell'utensile
- ≈ 0,125 ACCIAIO RAP. / SUP. RAP.
 - ≈ 0,25 CARBURI METALLICI
 - ≈ 0,6 CERAMICI
- C : n mater. / presenza di fluido di taglio / avanzam. / etc...

esiste una versione generalizzata della legge di Taylor:

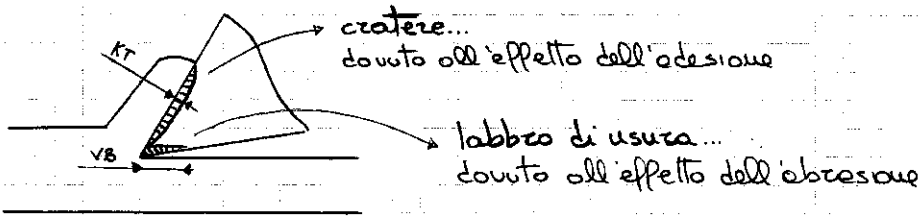
$$v T^m a^m p^z = C^*$$

LEGGE GENERALIZZATA DI TAYLOR

+ influente) v
) a
 - influente) p

$v_a = v \cdot a \cdot p$
 velocità di estrazione
 velocità di taglio
 con: m, m, z costanti che pesano in modo diverso... sulla durata!
 → se voglio $v_a \times 2$ raddoppio p e non v , x preservare di + l'utens

Si avvia così:

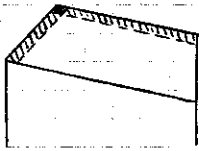


Inoltre, influenza anche il tipo di lavorazione, ad esempio il movimento, la produzione di calore, etc...

↳ Peggio la tornitura (sempre a contatto)

↳ Meglio la fresatura (attacca e stacca)

Negli acciai rapidi accade che, dopo numerosi giri, la zona di taglio si usura e taglia male, avviene x poi usurarsi nuovamente, così si arriva direttamente alla disintegrazione della punta dell'utensile.



ELETTROEROSIONE:

Nei processi prima visti di asportazione di materiale abbiamo sempre un contatto pezzo-utensile (processi tradizionali)

Adesso analizziamo processi non tradizionali, sempre di asport. di mater.

L'elettroerosione è un processo che, tramite una ddp, crea una scintilla che sul pezzo genera asportazione di materiale

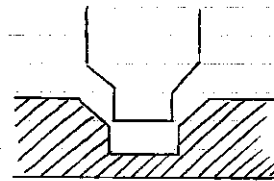
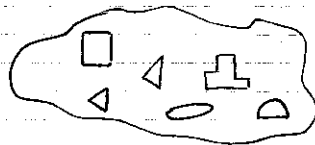


ELETTROEROSIONE A TUFFO:

Processo nato nell'ex Unione Sovietica x recuperare pezzi di scarti (ex pezzi di utensili rotti nel pezzo)

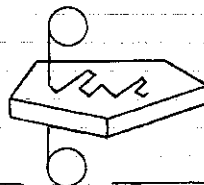
↳ È un processo di forma:

Seguendo opportunamente l'utensile si riesce a creare il negativo sul pezzo; e non essendoci rotazione, possiamo lavorare fori di qualsiasi forma

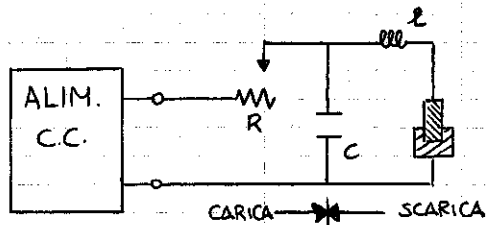


NB:

esiste una variante, cioè un'elettroerosione a filo, in cui il filo si muove di moto alternato, e a differenza del precedente, questa non può fare fori ciechi.



Il primo generatore fu quello a condensatore: - G. A SCARICA DI CONDENS.

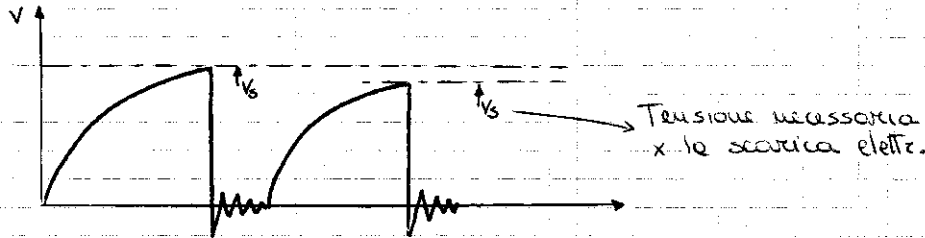


CIRCUITO RC

06/09/2011

Il condensatore si carica e scarica di continuo x generare la scarica elettrica

Analizzando l'andamento della tensione possiamo vedere:



$$E_s = \frac{1}{2} C V_s^2$$

ENERGIA DI SCARICA

$$E \sim 1 \pm 0,1 \text{ J}$$

abbiamo, in alcuni istanti, delle inversioni di polarità, e causa dell'induttanza (L) propria del circuito stesso

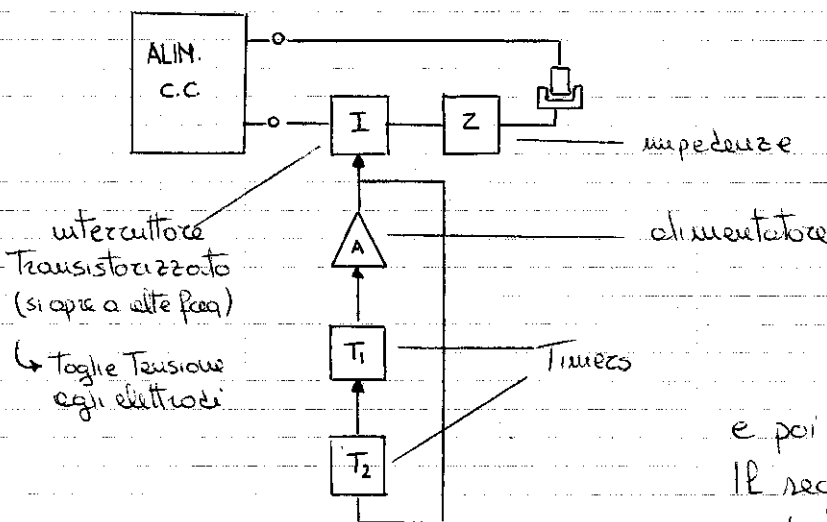
Per aumentare la velocità di esportazione possiamo intervenire in 2 modi:

- 1) aumentare l'Energia di scarica
- 2) aumentare la frequenza di scarica

Cio' xò aumenta le probabilità di avere archi elettrici.

Per evitare il problema degli archi elettrici alle alte frequenze è stato messo a punto un nuovo tipo di generatore.

- GENERATORE A SCARICHE COMANDATE



Adesso le scariche sono comandate dalla chiusura dell'interruttore

(elimino il probl. dell'arco elettr.) nell'istante iniziale l'interruttore si chiude e si applica una tensione agli elettrodi

e poi istanti dopo avviene la scarica. Il segnale che chiude l'interruttore fa partire il Timer T2, che inizia il conto

alla rovescia e, al suo termine, invia un segnale a T1 e apre l'interruttore, togliendo tensione agli elettrodi, e che verrà riaperto solo quando il Timer T2 finirà il suo conto alla rovescia, e il ciclo ricomincia.

nel frattempo però, abbiamo esportato materiale e quindi il gap è aumentato, xke' sto lavorando, quindi devo far scendere l'utensile e quindi devo fare sì che P_1 aumenti, cioè:

$$\boxed{P_1 > \frac{1}{2} P_0} \quad \text{CONDIZIONE DI DISCESA} \quad \boxed{P_1 < \frac{1}{2} P_0} \quad \text{COND. SALITA}$$

Regolando la valvola, riduco la portata, così il ΔP , e se dovesse scendere troppo mi basterebbe aumentare la portata aprendo maggiormente la valvola

Come facciamo a misurare il gap? (~100esimo - 10esimo di millimetro)

Ci basiamo sulla tensione che dobbiamo dare all'elettrodo:

- se $V > V_{ref}$ allora gap positivo \uparrow
- se $V < V_{ref}$ allora gap negativo \downarrow

Possiamo avere anche un SISTEMA ELETTROMECCANICO:

se abbiamo:

- se $E_{reg\ gap} = 0$ allora diamo alla macchina $V = 0$ (sta ferma)
- se $E_{reg\ gap} \neq 0$ allora diamo alla macchina $V \neq 0$ (+o- \rightarrow sale o scende)

NB: Nel caso di un elettroregolatore, avremo sempre un cerchio di ferro che funge da termostato che raffredda la testata, mentre nel caso dell'elettromeccanismo, abbiamo delle deformazioni termiche xke' è un sistema discontinuo.

Abbiamo altri dispositivi associati:

- CIRCUITO DEL DIELETTRICO: filtra il dielettrico dalle parti solide dell'esportazione e lo raffredda
- SENSORI DI LIVELLO: mi avvisano se il livello di liquido è troppo basso

Dal pto di vista tecnologico:

- DIELETTRICO: - non dev'essere nocivo x l'uomo o l'ambiente
- " " " " aggressivo x il pezzo e l'utensile
- deve costare poco

- CAPPE ASPIRANTI: aspirano e raccolgono i gas nocivi

- MATERIALI X L'UTENSILE: - Rame elettrolitico (ad altissima purezza)

- Grafite

\rightarrow le polveri dopo l'utilizzo vengono aspirate dalle cappa

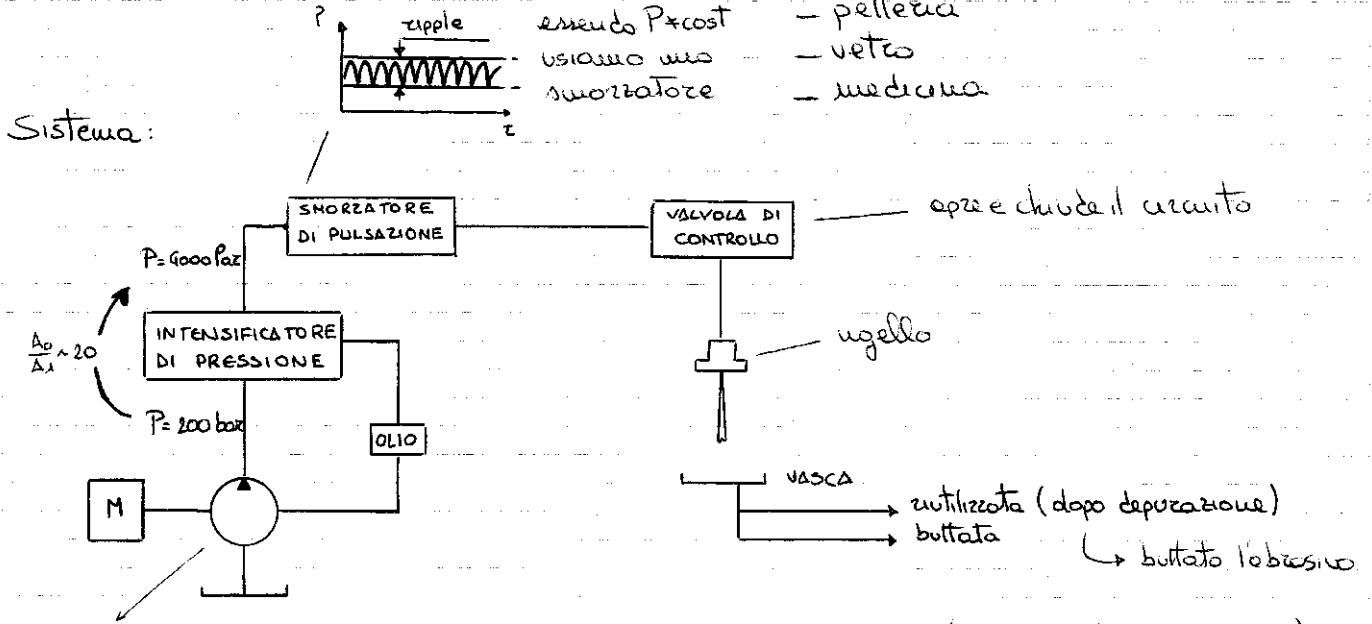
11/04/2011

- JET CUTTING (getto tagliante)

Processo con esportazione di materiale; tagliamo il materiale con un getto d'acqua ad elevatissima pressione

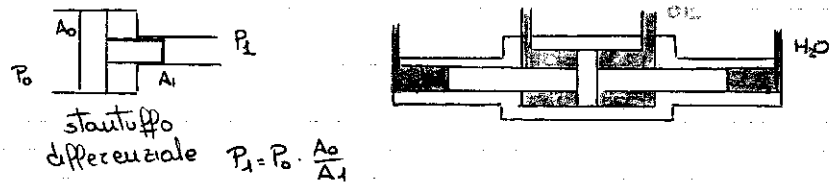
- I vantaggi sono:
- nessuna alterazione termica
 - " " deformazione meccanica
 - " " formazione di bavature
 - traiettorie di taglio anche complesse
 - ridotta usura dell'utensile

- Le applicazioni ci possono essere numerose:
- auto (plastica/compositi)
 - Aerospaziale
 - elettrotecnica (circuiti stampati)
 - attrezzi sportivi (caschi)
 - pneumatica
 - alimentare
 - carta
 - pelletteria
 - vetro
 - medicina

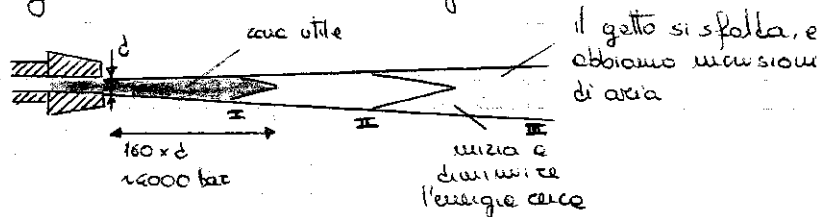


una normale pompa non riesce a produrre tutta la pressione che ci serve...

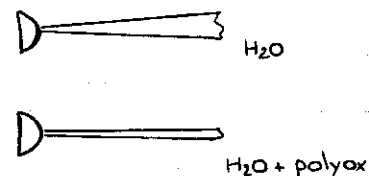
utilizzo un intensificatore di pressione (solitamente speckboce)



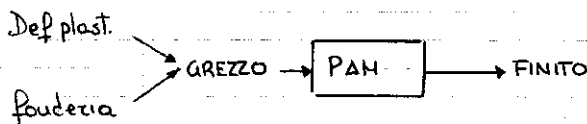
riguardo la sezione del getto



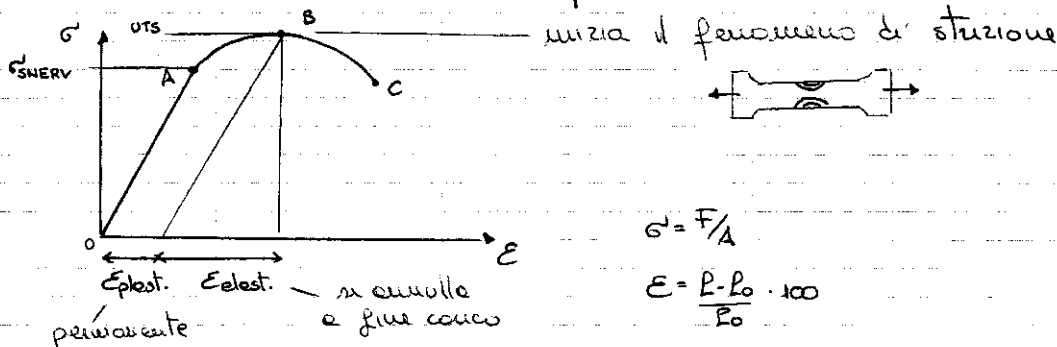
vengono usati materiali come il polyox[®], che mescolato con l'acqua, rende il getto più compatto.



Analizziamo il grezzo:



Vediamo x prima cosa la deformazione plastica:



la zona elastica viene regolata dalle legge di Hook: $\sigma = E \cdot \epsilon$

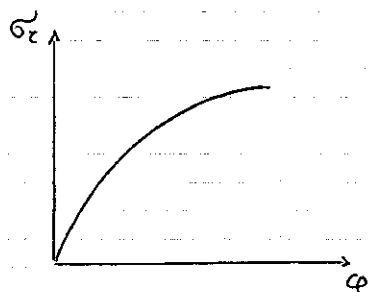
↳ modulo di Young
E acciaio = $2 \cdot 10^5$ MPa

di ora mi poi considereremo

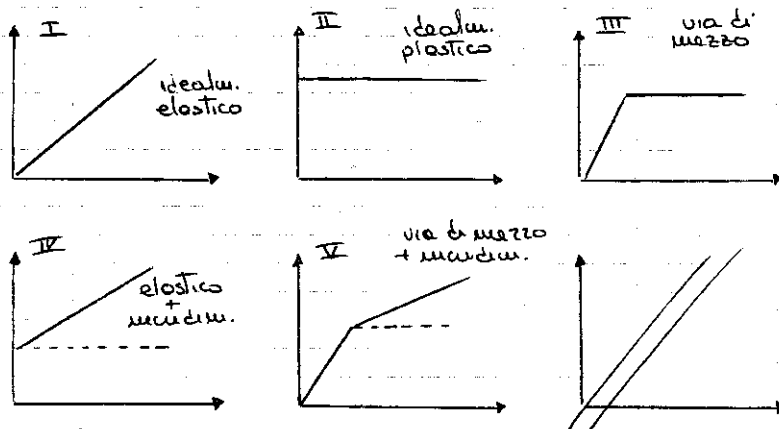
$\sigma_z =$ Tensione reale = F/A_{ist}

$\varphi =$ deform. reale = $L_u (L/P_0)$

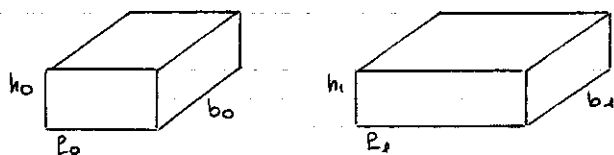
le grandezze reali permettono di vedere meglio cosa accade nei processi di deform. plastica



analizziamo 5 casi ideali



Osservando la deformazione parallelepipede:



$V = h_0 l_0 b_0 = h_1 l_1 b_1$

↳ $\frac{h_1 l_1 b_1}{h_0 l_0 b_0} = 1$

↳ $\log \left(\frac{h_1 l_1 b_1}{h_0 l_0 b_0} \right) = 0$

$\log(h_1/h_0) + \log(l_1/l_0) + \log(b_1/b_0) = 0$

$\varphi_h + \varphi_l + \varphi_b = 0$

NB: Tutti e 3 i termini non possono essere dallo stesso segno

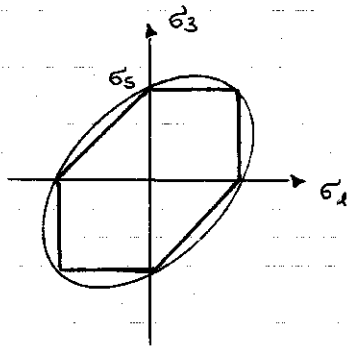
già la menovante, cioè $K = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = \frac{\sigma_s}{2}$

molte trave fu le seguenti ipotesi:

- pezzo omogeneo
- pezzo isotropo
- stesso comportamento in trazione o compressione

• CRITERIO DI VON MISES:

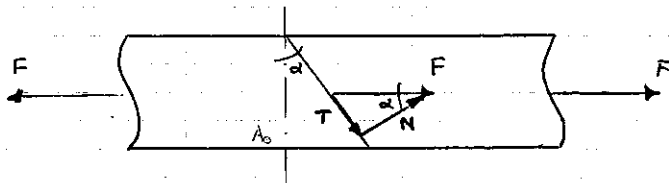
$$\sqrt{\frac{1}{2}[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2]} = K_w$$



- Tresca
- Von Mises

NB: entrambi i metodi hanno poca affidabilità; x semplice usiamo Tresca

Consideriamo una sbarra in trazione.



$$T = F \cdot \sin(\alpha)$$

$$A_0 = A \cdot \cos(\alpha)$$

$$\sigma = \frac{T}{A} = \frac{F \sin(\alpha)}{A} = \frac{F \sin(\alpha) \cos(\alpha)}{A_0} = \frac{F}{A_0} \frac{1}{2} \sin(2\alpha)$$

$\approx \cos t$

$\rightarrow \sigma_{max} |_{\alpha=45^\circ}$
quando

$$\sin(2\alpha) = 1 \quad 2\alpha = \frac{\pi}{2} \quad \alpha = \frac{\pi}{4} = 45^\circ$$

- distinzione tra lavorazioni a caldo e a freddo

Prima di tutto, lavorare a freddo non significa che il materiale resta a T_{amb} , durante le lavorazioni (una parte dell'energia che uso si, trasforma in calore)

- Lavorazione a caldo: si riduce il lavoro di deformazione (abbasso K_w)

2 inconvenienti: - ossidazione

si crea una crosta; pessima finiture superficiale

- Tolleranze non strette a causa delle dilatazioni termiche

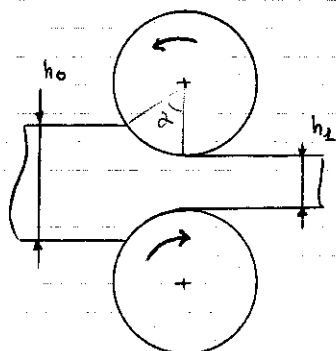
- Lavorazione a freddo: dobbiamo spendere più energia

2 vantaggi: - ottime finiture superficiale

- tolleranze molto strette

Generalmente, spere x prodotti piani, lo schema della laminazione è del seguente tipo.

Il trascinamento avviene esclusivamente x effetto da parte dei cilindri dei rulli. In certi casi poi, x iniziare la laminazione, si spinge il materiale x farlo arrivare ai cilindri.



α = angolo di contatto

Allunghi: alberi telescopici che portano il moto

↳ Usata dai rotatori fissa

↳ ingressi cilindri variabili a seconda dello spessore voluto

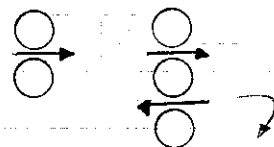
(in realtà la struttura non è infinit. rigida)

Per avere una sezione quadrata del laminato, correggo la geometria dei cilindri x tenere conto delle eventuali deformazioni

↳ sono biconici: $d_{centro} > d_{estremita}$ (x millesimo)

► DUO: 2 cilindri

► TRIO: 3 cilindri, x avere un doppio passaggio



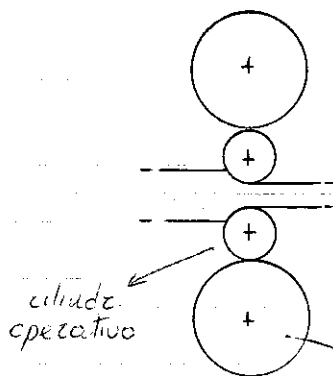
(nel caso in cui abbiamo dei laminati spessori sottilissimi (DOMOPAK))

Perche il trascinamento avviene x effetto, devo garantire un certo angolo di contatto minimo tra il laminato e il cilindro

Se riduco le variazioni di spessore del laminato, devo ridurre il diametro del cilindro x garantire un angolo di contatto x sufficiente

↳ se però riduco troppo il diametro, rischio di avere cilindri deformabili che mi rendono il laminato bombato!

↳ utilizziamo dei cilindri + grossi in aggiunta x contrastare tali deformazioni!!



contrastano le deform. del cilindro operativo

adesso calcoliamo α : $\Delta h = h_0 - h_1$

$$\frac{D}{2} - \frac{\Delta h}{2} = \frac{D}{2} \cdot \cos(\alpha)$$

$$\hookrightarrow \cos(\alpha) = \frac{\frac{D}{2} - \frac{\Delta h}{2}}{\frac{D}{2}} = 1 - \frac{\Delta h}{D}$$

essendo $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \rightarrow \sin^2 \alpha = 1 - \cos^2 \alpha$

$$1 - \left[1 - \frac{\Delta h}{D}\right]^2 = 1 - \left[1 - 2 \frac{\Delta h}{D} + \left(\frac{\Delta h}{D}\right)^2\right] = \dots$$

essendo $\frac{\Delta h}{D}$ piccolo $\Rightarrow \left(\frac{\Delta h}{D}\right)^2 \approx 0$ allora

$$\dots = 1 - 1 + 2 \frac{\Delta h}{D} - \underbrace{\left(\frac{\Delta h}{D}\right)^2}_{\approx 0} = 2 \frac{\Delta h}{D}$$

quindi

$$\sin^2 \alpha \approx 2 \frac{\Delta h}{D}$$

$$\sin \alpha \approx \sqrt{2 \frac{\Delta h}{D}}$$

α piccolo $\Rightarrow \sin(\alpha) \approx (\alpha)$

quindi possiamo scrivere

$$P_c = \left(\sqrt{2 \frac{\Delta h}{D}}\right) \frac{D}{2} = \sqrt{\frac{\Delta h}{D}} \frac{D^{\frac{3}{2}}}{2} = \sqrt{\frac{\Delta h \cdot D}{2}}$$

$$A_c = b \cdot \sqrt{\frac{\Delta h \cdot D}{2}}$$

$$R = K_w b \sqrt{\frac{\Delta h \cdot D}{2}}$$

il momento generato dalle risultanti è:

$$C = R \cdot L = \dots \quad \text{con } L = \frac{1}{2} P_c \quad (\text{poiché } \alpha \text{ molto piccolo})$$

$$\dots = K_w b \sqrt{\frac{\Delta h \cdot D}{2}} \frac{1}{2} P_c = K_w b \sqrt{\frac{\Delta h \cdot D}{2}} \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\Delta h \cdot D}{2}} = \frac{1}{4} K_w b \Delta h D$$

$$C = \frac{1}{4} K_w b \Delta h D$$

\nearrow diametro alidico
 \rightarrow spessore da cui imposto
 \rightarrow larghezza mater. in lamiera.

Questo coppia viene generata a spese della potenza erogata dal sistema

$$P = \frac{2 \cdot C \cdot \omega}{9549} \quad \text{[Nm]} \quad \text{[g/min]}$$

POTENZA IDEALE (KW) RICHIESTA NELLA ZONA DI DEFORMAZIONE

abbiamo 2 alidici

$$P_M = P / \eta_{\text{meccanico}}$$

POTENZA DI PROCESSO REALE

\hookrightarrow effettivamente dissipata nelle zone di lavoro

data la potenza reale, troviamo la potenza meccanica

$$P_M = P_c / \eta_{\text{meccanico}}$$

POTENZA MECCANICA

quando si arriva un pezzo sotto forma di VERGIELLA (prodotto di laminazione a caldo) da trafilare, dobbiamo eliminare quelle patine di ossidazione, che ricopre il pezzo, con una miscela di acido solforico diluito (H_2SO_4) che, x evitare di degradare anche il materiale ed l'utensile, si lava via con una soluzione basica

Naturalmente abbiamo anche un banco di trafilatura ove lavoriamo il pezzo in serie x ridurre le sezioni del trafilato

la velocità v del trafilato in uscita dalle metriche non è costante!

se $v_{uscita} > v_{entrata}$

→ sollecito a trazione e rischio la rottura

se $v_{uscita} < v_{entrata}$

→ pericolo di intoppo

$$Q_v = S \cdot v \rightarrow \begin{matrix} \text{velocità} \\ \text{(non cost)} \\ \downarrow \\ \text{portata} \\ \text{in volume} \\ \text{(cost)} \end{matrix} \begin{matrix} \text{sezione} \\ \text{cunivarsca} \end{matrix}$$

→ vi sono dei rulli triduttori che compensano leggere differenze di velocità...

C'è un ulteriore metodo x eliminare la zona ossidata

Metodo meccanico:

La costa essendo fragile (vetrosa), con la lavorazione si stacca

Calcoliamo le forze scambiate e le potenze

$$L_i = k_w \cdot \varphi \cdot v = k_w \cdot \varphi \cdot A_1 v_1$$

→ velocità in uscita del trafilato

$$P_i = \frac{L_i}{t} = \frac{k_w \varphi \cdot A_1 v_1}{t} = k_w \varphi A_1 v_1$$

POTENZA IDEALE

$$P_i = F_i v_1 = \dots = P_m$$

POTENZA MECCANICA (spesa tirando il filo)

quindi avremo $F_i v_1 = k_w \varphi A_1 v_1$, cioè:

→ si trasforma tutta in deform. del mater.

$$F_i = k_w \varphi A_1$$

FORZA IDEALE

$$F_z = F_i / \eta_{Processo}$$

FORZA REALE (con $\eta_{P(trafil.)} = 0,7 < \eta_{P(lamin.)} = 0,9$)

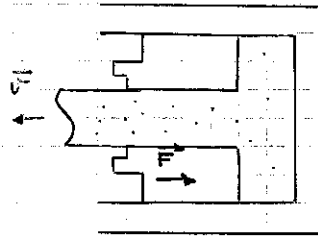
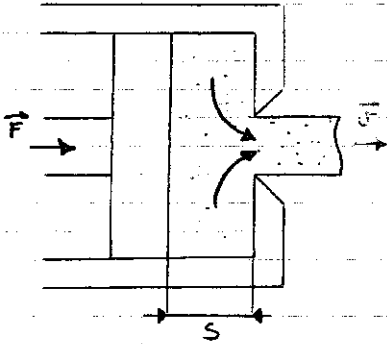
ESTRUSIONE:

Processo a caldo e/o a freddo.

Lavorando a caldo, x ridurre gli attriti uso polvere di vetro come lubrificante, (a 900°C il vetro fonde)

DIRETTA:

INVERSA:

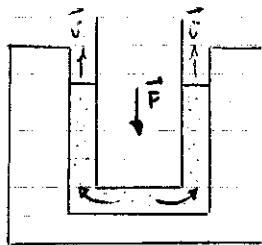


Contenitore dentro il quale mettiamo il materiale che viene estruso sotto grandi pressioni (il materiale si comporta come un fluido viscoso)

- diretta: pressatore verso dx - estruso verso dx

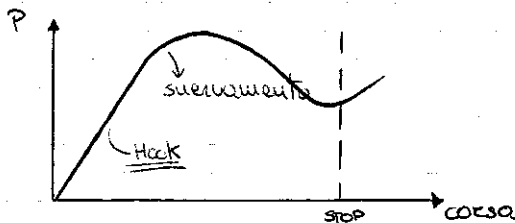
- inversa: " " verso dx - " " verso sx

CON IMPATTO (O URTO):



il materiale viene compresso violentemente e compresso si sagoma x ottenere cilindri con foro (ex. lattine)

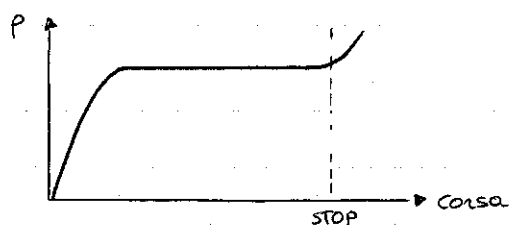
Estrusione diretta:



dopo lo surriscaldamento esce materiale estruso (non nuovo che esce il materiale, l'effetto di = minuziosa che le sezione s diminuisce)

↳ intervengono fenomeni fluidodinamici
 ↓
 il fatto, dopo un lv minimo, la forza si incrementa nuovamente (dovrei sp = piacere una $P \rightarrow \infty$)

Estrusione inversa:

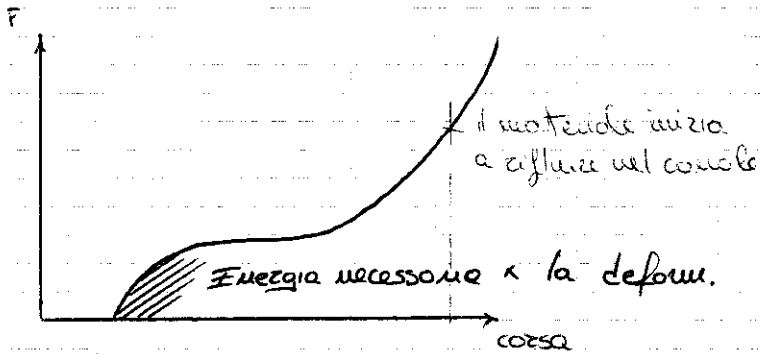
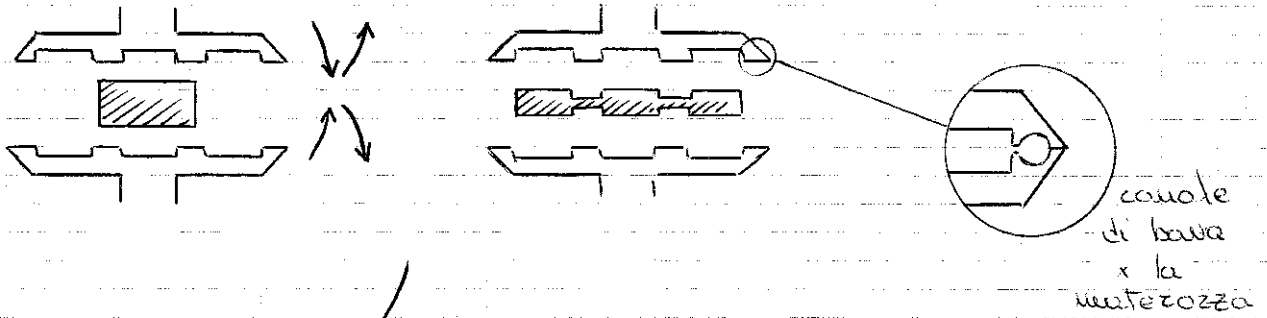


la \vec{F} necessaria alle deform. plastiche \approx cost
 ($\vec{F}_{attivo} \approx$ cost)

le particelle non strisciano contro le pareti finché non esce sotto forma di estruso, $P \approx$ cost (si ha un'impennata di P x lo stesso motivo)

STAMPAGGIO

Processo di deformazione plastica tramite due stampi



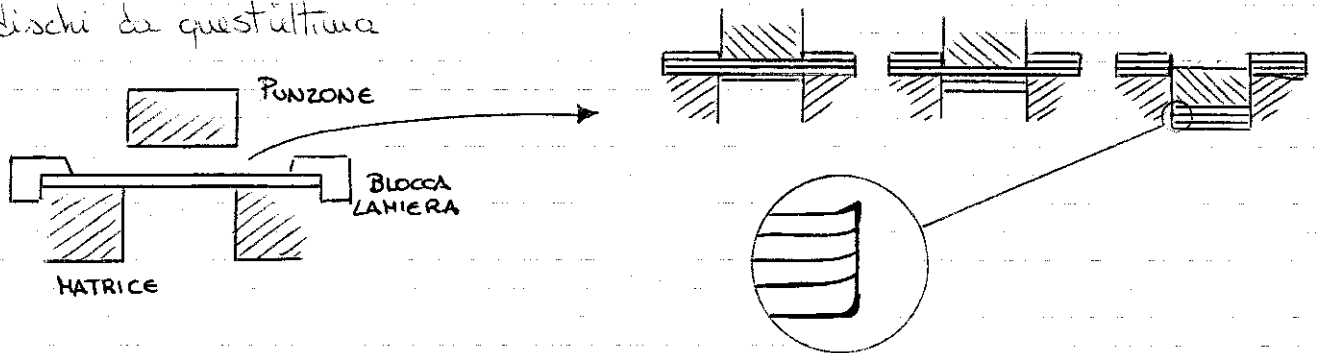
solitamente gli acciai stampati vengono utilizzati x auto sportive.
(solitamente acciaio fuso)

LAVORAZIONI DELLE LAMIERE

- TRANCIATURA
- PIEGATURA
- IMBOTTITURA

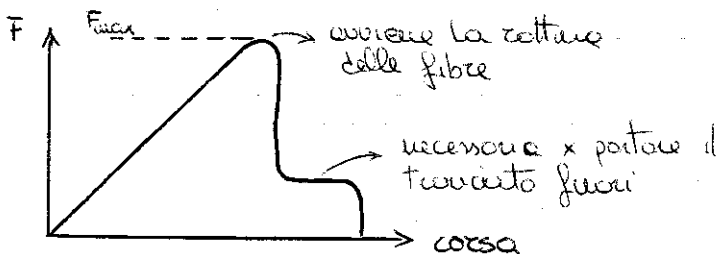
- TRANCIATURA

Processo tramite cui vengono praticati fori su lamiera o si ottengono dei dischi da quest'ultima



Nella tranciatura utilizziamo dei guide lamiera

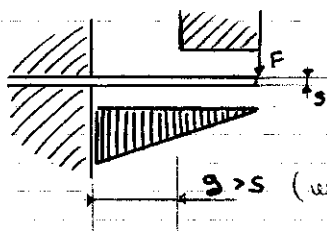
Possiamo utilizzare un pezzo lamiera x assorbire le forze di attrito mate x effetto delle deformazioni elastiche, che tendono a comprimere lateralmente il punzone



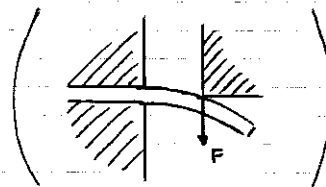
$$\sigma' = \frac{M_y}{I} = \frac{F \cdot l}{4} \cdot \frac{s}{2} \cdot \frac{12}{bs^3} \Rightarrow F = \frac{2 \sigma' b s^2}{3 l}$$

$$\sigma' = \sigma_{UTS} \quad (\sigma_{max} \text{ nel diagramma } \sigma' - \epsilon)$$

2)



$l > s$ (ma in approssimazione $l \approx s$)



$$\rightarrow M_{max} = F l \approx F s$$

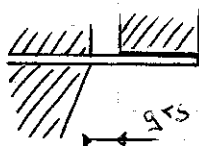
$$\sigma' = \frac{M_y}{I} = \frac{F \cdot s}{4} \cdot \frac{s}{2} \cdot \frac{12}{bs^3} \Rightarrow F = \frac{\sigma' b s}{6}$$

NB: bisogna tener conto del ritorno elastico

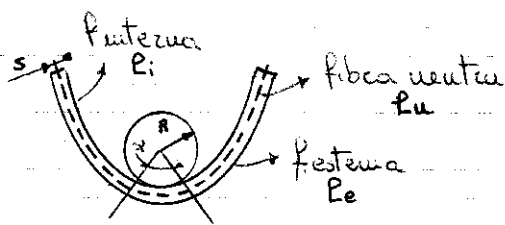
→ e' necessario piegare x un angolo maggiore di 90°

1ª possibilità: pieghiamo a 90°, x effetto del ritorno elastico avremo qualche grado in più, e poi ripieghiamo

2ª possibilità: spogliamo le metture



Analizziamo il raggio minimo di curvatura (nelle piegature a V)



$$L_{neutra} : L_n = 2 \left(R + \frac{s}{2} \right)$$

$$L_{esterna} : L_e = 2 (R + s)$$

$$\epsilon = \frac{L_e - L_n}{L_n} = \frac{2(R+s) - 2(R + s/2)}{2(R + s/2)} = \frac{R+s - R - s/2}{R + s/2} = \frac{s/2}{R + s/2} = \frac{A^*}{100}$$

allungamento che subisce la fibra esterna rispetto a quella neutra

→ allungamento percentuale a rottura

→ definizione proporzionale geometrica

$$R_r = 1,4 R$$

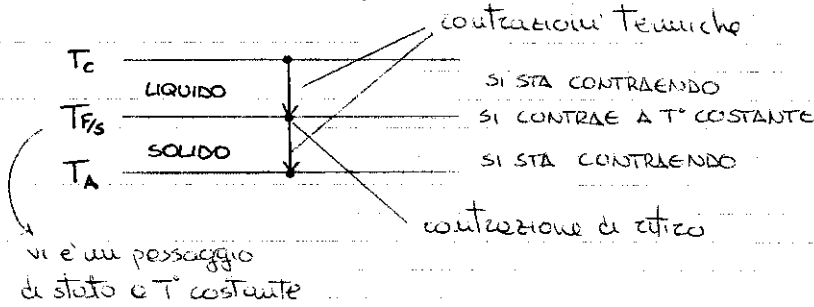
maggioramento di un 40% ~ mettere in sicurezza

(inseriamo un valore che ricaviamo dalle prove di trazione x avere dei dati anche sul materiale stesso)

FONDERIA:

Colare il metallo fuso all'interno di cavità con la geometria voluta.
 Siamo leggermente al di sopra della T_f fusione del metallo.

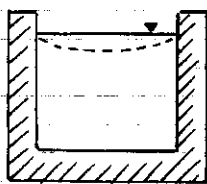
(NB: I metalli solidificando diminuiscono di volume!)



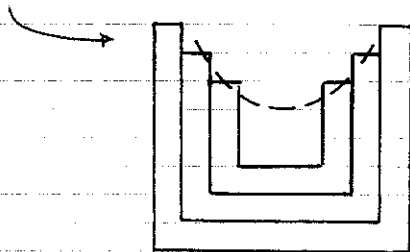
(Eccezione fa il bismuto che, come l'acqua, si dilata solidificando)

→ facendo leghe di bismuto possiamo avere contrazioni pari a 0!

Si viene a formare un **cono di ritiro**, cioè:



Coagolo di metallo liquido
 la sua formazione è legata alle 3 contrazioni, 2 termiche e 1 di ritiro.



Solidifica il 1° strato e va ad occupare un volume minore, e così via...

⇒ non si può evitare, lo si può, ma spesso = stare ore e ore da festidio!

Aggiungo la "materozza" affinché si formi in essa il cono di ritiro, così da eliminarla e processa concluso.

Seconda Chocziuvor abbiamo

$$X = K\sqrt{t}$$

con $K = f(\text{materiale})$
 (se $[X] = \text{cm}$ allora $K \approx 0,1$)

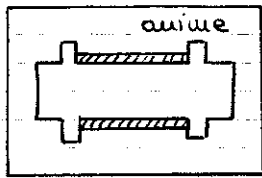
spessore del metallo che solidifica in t

$$M = \frac{V}{A_s}$$

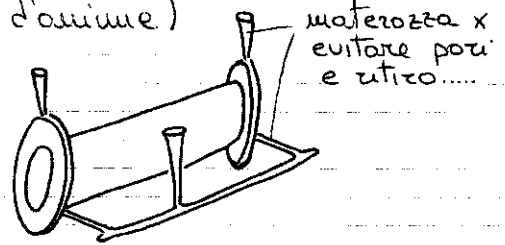
con $V = \text{volume}$
 $A_s = \text{area di scambio termico}$

modulo di raffreddamento (in centimetri)

Se il pezzo dev'essere forato, eseguiamo il **ramolaggio** (inserimento dell'anima) nelle opportune sedi (portate d'anime)



⇒ eseguiamo la colata ⇒



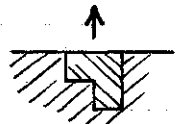
la forma viene distrutta x ottenere il pezzo e quindi non utilizzabile

Tipicamente si utilizza il legno (anche se si può utilizzare metallo) che viene verniciato x sopprimere ai problemi legati all'essiccamento di acqua

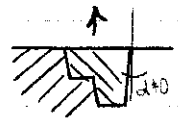
Vi sono diversi **modelli a perdere**, utilizzabili una sola volta, che vengono distrutti prima o durante la colata (in qst caso usiamo polistirene) il **modello recuperabile** viene invece utilizzato più volte x creare la forma nella terra da fonderia

vi sono alcuni problemi col modello recuperabile cioè:

- Estrazione senza rovinare la forma



non esistono gli spigoli vivi!
possiamo correggerne con raggi di curvatura molto grandi



debbono prevedere un angolo di sforma evitare di danneggiare la forma

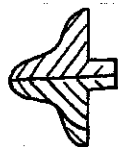
- Sottosquadra, cioè rientranze nel modello



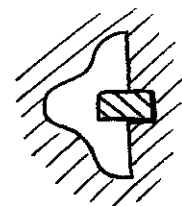
x ottenere una forma così devo avere...



non riesco ad usarlo senza rovinare la forma
sottosquadra



qui nell'estrazione non ho problemi

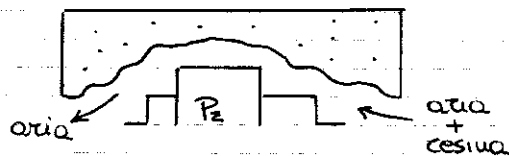


anima (tessello)

↓
x ottenere la forma voluta

Xi così sono aumentati i costi di produzione del pezzo completato e finito

faccio passare aria + resina nel mezzo finché non uscirà solo aria, poi riscaldo, otteniamo la forma voluta

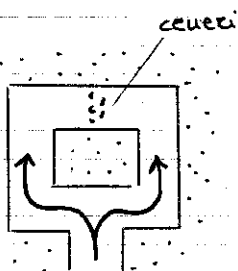


09/05/2011

Un metodo alternativo, sviluppato dalla Teksid (ora della Fiat), è il cosiddetto polycast, cioè l'automazione della produzione dei modelli. Il modello viene formato riempendo uno stampo metallico in negativo con polveri di polistirene che, colpite da getti di vapore, si coagulano e gonfiandosi coprono la forma (il modello verrà eliminato in seguito alla colata)

Vi sono diversi problemi: - il modello fuso inizia a distruggere il modello di poliestere a distanza

↳ veniamo il modello x renderlo più resistente e sostenere la terra

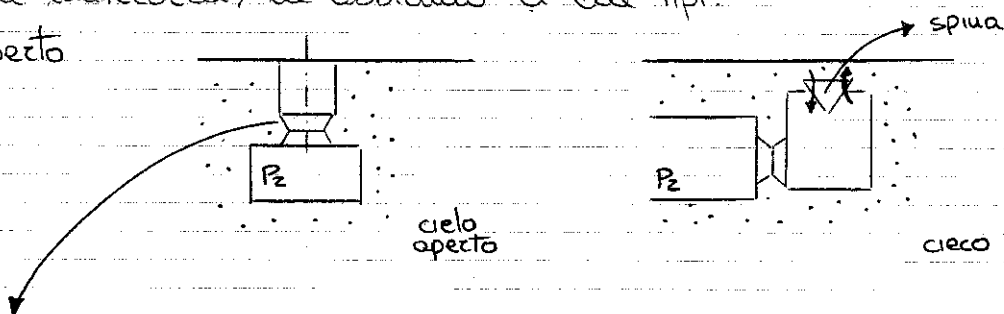


- a causa delle ceneri che si formano in seguito alla combustione del polistirene, danno origine a zone più soggette a rottura a fatica

↳ utilizziamo ACRILICA che però risulta più costoso

Riguardo la materozza, ne abbiamo di due tipi:

- a cielo aperto
- cieco



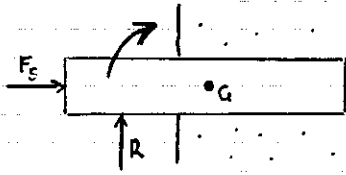
Collare un troppo grande, un troppo piccolo x evitare di contrastare il flusso di fuso in un senso nelle colate, nell'altro senso nelle solidificazioni

x la materozza la forma ottimale (minor volume) è sferica, ma difficile da eseguire

Nel caso di materozza cieca, è presente una "spina" (materozza refrattario poroso) x la respirazione del fuso che riempie (l'aria esce) e si contrae al momento delle solidificazioni (l'aria entra)

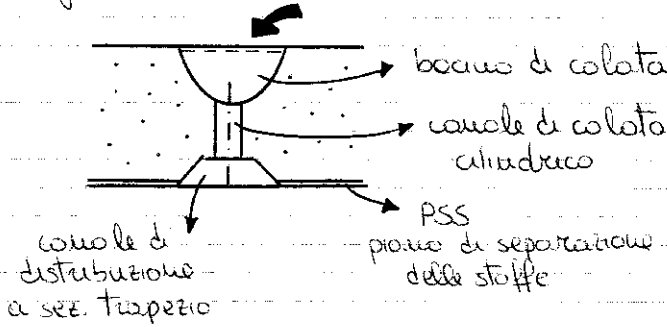
(se la camera fosse emetica il fuso non uscirebbe ed entrerebbe)

osservando l'andamento delle pressioni e la risultante, possiamo:

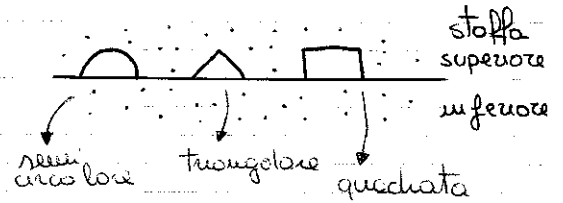


se il baricentro dell'anima non risiede all'interno della terra, si rischia di aver moti.

Riguardo il sistema di colata abbiamo



x la materozza lavoriamo solo sulle stoffe superiori



Il tempo ottimale di colata è:

$$t = 3,2 \sqrt{m}$$

con m = massa della colata

non dev'essere un tempo breve (posso provocare erosioni nella terra x la violenza delle colate) ne troppo lungo (rischio di solidificazione)

La portata massica può avere diverse espressioni:

$$Q_m = \frac{m}{t} = \frac{m}{3,2 \sqrt{m}} = \frac{\sqrt{m}}{3,2}$$

$$Q_m = Q_s m v = S \cdot v \cdot m v = S \cdot m v \sqrt{2gh} \quad \text{con } v = \sqrt{2gh}$$

uguagliando otteniamo

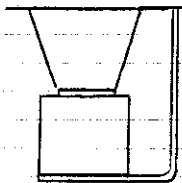
$$\frac{\sqrt{m}}{3,2} = S \cdot m v \sqrt{2gh}$$

$$S = \frac{\sqrt{m}}{3,2} \cdot \frac{1}{m v \sqrt{2gh}} \quad \text{sezione totale del cono di colata}$$

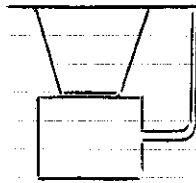
Adesso parliamo di forme permanenti a (canchiglia)

non è più terra ma acciaio, con un costo elevato, giustificato solo x grandi produzioni

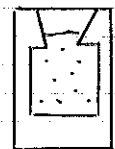
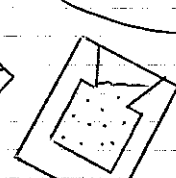
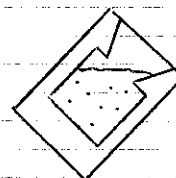
Abbiamo 3 modalità di riempimento delle canchiglie



dal basso



da mezza altezza



dall'alto

si possono avere "gocce fredde" che si solidificano toccando la canchiglia fredda

viene fatto scivolare x evitare bolle

quindi, sommando il tutto:

$$C_{TOT} = C_{S1} c^m + \frac{N}{c} t_c K_0 + N t_c K_1 F_{c1} + C_{M1} N$$

derivando x avere il costo minimo

$$\frac{dC_{TOT}}{dc} = m C_{S1} c^{m-1} - N t_c K_0 c^{-2} = 0$$

$$\hookrightarrow m C_{S1} c^{m-1} = N t_c K_0 c^{-2} \quad \text{moltiplico } \times c^2$$

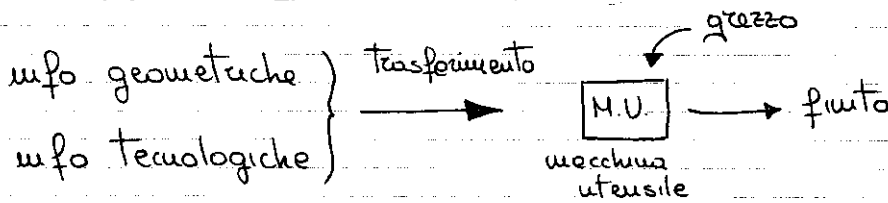
$$m C_{S1} c^{m+1} = N t_c K_0$$

$$\hookrightarrow c = \left(\frac{N \cdot t_c \cdot K_0}{C_{S1} \cdot m} \right)^{\frac{1}{m+1}}$$

numero di macchine che
minimizza i costi

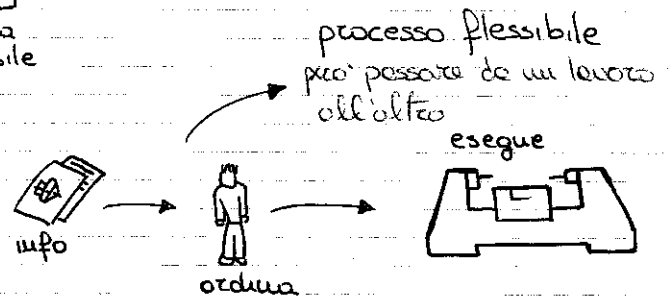
(le conduglie riempiono contemporaneamente)

MACCHINE UTENSILI AUTOMATICHE:

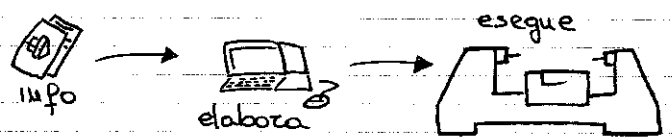


il trasferimento può essere:

- intelligente: con ausilio dell'uomo

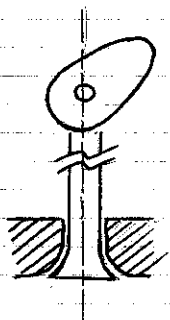


- automatica computerizzato



11/05/2011

la prima automazione avviene tramite l'azione di alcune CAMME



la geometria della camma è fissa.

se voglio modificare, anche se di poco, la legge del moto, devo modificare la geometria della camma

=> AUTOMAZIONE RIGIDA

x cambiare pezzo darò: sprecare molto tempo

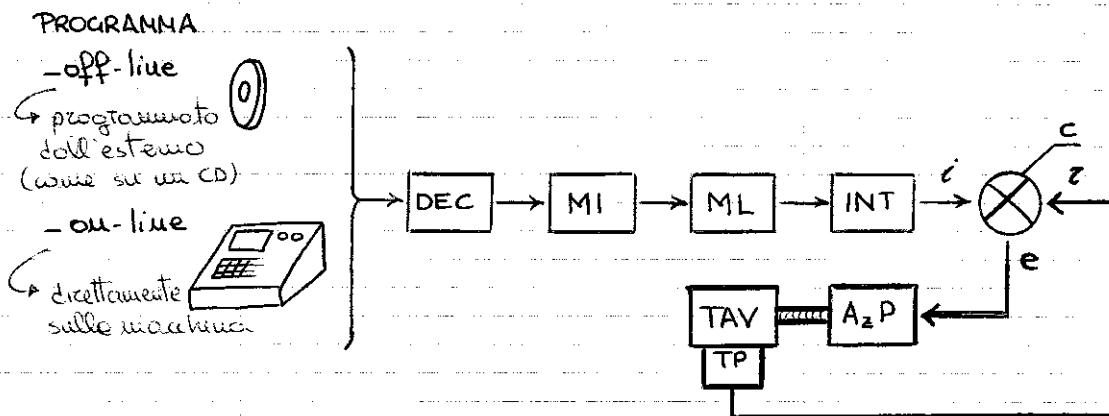
x cambiare le camme -> svantaggioso nel caso di produzione variabili

Dalle grandi produzioni di massa in serie, si passa (dopo la IIWW) ad una produzione più specializzata, e di conseguenza, qsto tipo di automazione non c'è più bene.

CONTROLLO NUMERICO: "tipo di automazione che mi permette di controllare la posizione di un elemento mediante coordinate"

Vi sono due tipi di CN, cioè: - punto/punto (usato solo a pezzo fermo)
- continuo

Analizziamo lo schema a blocchi, cioè:



16/05/2011

DEC = decodificatore

unità: elettrica-elettronica che gestisce i movimenti (svista i dati sugli assi)
decodifica il programma scritto in linguaggio simbolico ISO in comandi di operativi x la macchina

↳ TS = (cambio utensile): ferma macchina, annulla forza che Te = nuova l'utensile, porta via l'utensile e mette quello voluto, monta.

↓
tutte queste operazioni in una unica situazione simbolica

NB: ASSE: movimenti da gestire con controllo numerico (rotaz, trasl, oscil.)

↳ il tornio deve avere 2 movimenti (// all'asse, ⊥ all'asse)

↳ la fresatrice deve avere 3 movimenti (" " " , " " " , ⊥ piano)

MI = memoria intermedia

ML = memoria di lavoro

N	G	X	Y	Z	...	F	S	T	M
100	1	20	50	-		200	300	-	4
110	X	20	60	-		200	300	-	4

/ = ripetizioni
sono inutili
de scrivere

N = numero dell'istruzione

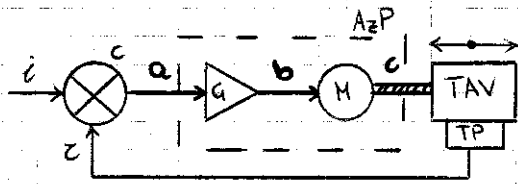
G = istruzione di movimento

- G0 = rapido, il pezzo non tocca l'utensile, posizionamento x lavorazione succes.
- G1 = lavoro 1 → 2 lineare
- G2 = lavoro 1 ↗ 2 arco orario
- G3 = lavoro 2 ↖ 1 arco antiorario

X, Y, Z = coordinate, assi controllati.
posizionamenti che si desidera raggiungere

INI e DEC sono unici, indipendentemente dal numero di assi, mentre gli altri sono tanti quanti il numero degli assi.

→ SERVOMECCANISMO:



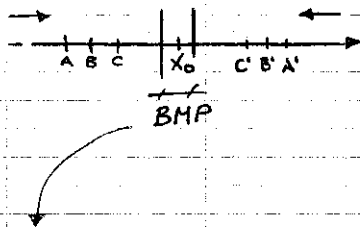
G = amplificatore con un guadagno "G"

avremo: $a = e = i - z$
 $b = a \cdot G = (i - z) G$ } segnali elettrici

$c = k_0 a G = k_0 (i - z) G$

↳ coppia erogata dal motore (seguale meccanico)

la coppia dipende dal guadagno G , e se $G = \text{costante}$, anche dall'errore e



↳ riducendosi l'errore si riduce anche la coppia ma aumentando $a \neq 0$ ma $e \neq 0$, avrò una $c \neq 0$ che non riuscirà a battere le forze di attrito
 => l'utensile si fermerà prima di arrivare a $e = 0$!!!

BANDA MORTA DI POSIZIONAMENTO ~ centesimo di mm

↳ come ridurre BMP?

a) I) Ridurre le resistenze al moto → ridurre gli attriti (resistenti) nelle guide di strisciamento delle tavola (saree + tavola + olio => usura)

↳ uso un corpo coprente x proteggerli da polvere e truciolo

II) utilizzo di materiali polimerici sulle superf. metallica: **TURCITE®**

III) utilizzo nastri di dolo in pressione **RULON®**

IV) uso scusce rulli, passaggio dell'attito volvente **contatto plast-metallo**

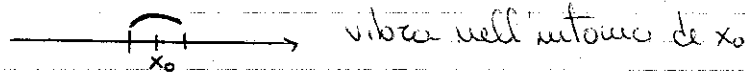
↳ guide a rotolamento

NB: togliere troppo attrito può far avvenire problemi di tipo dinamico, feno meno dissipativi che destabilizzano dinamicamente il sistema

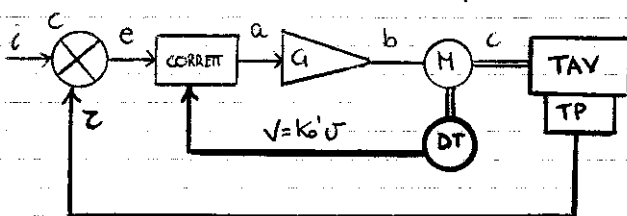
b) Se $C = k_0 G e$ e supponiamo l'errore costante allora $C \propto G$.

Aumento il guadagno ma non troppo x non creare instabilità dinamica

↳ PENDOLAMENTO



c) Servomeccanismo con doppia retroazione:



DT = dinamometro

trasforma energia meccanica in energia elettrica continua con tensione direttamente proporzionale della velocità di traslazione tavola

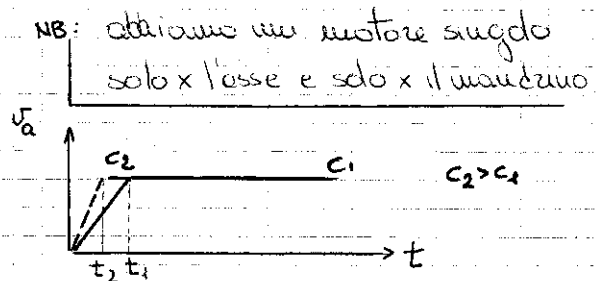
Cronologicamente:

- Motore oleodinamico $\sim 10^1$ MW
- Motore a cozz. cont. $\sim 10^1$ Kw (velocità M limitata x via degli avvolgimenti di rotore e x usura dei componenti)
- Motore a cozz. alteru. (accessibile quando gli INVERTER (variano la f) costano meno)

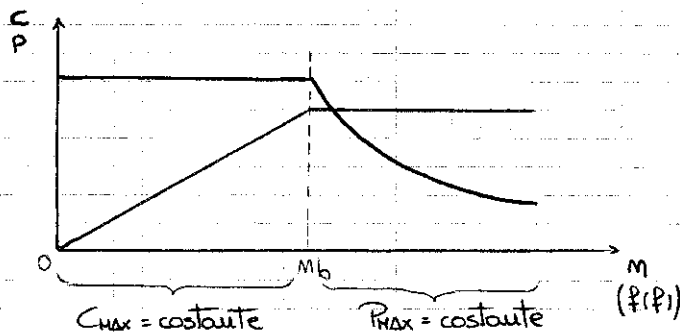
Sulle macchine a CN possiamo avere 2 tipi di motore:

- 1) motore per assi: x spostare un asse, richiedono una coppia elevata
- 2) motore per manovrini: richiedono una Potenza elevata

nel motore per assi vogliamo subito una coppia massima x arrivare a regime nel minor tempo possibile



Analizziamo la caratteristica meccanica di qsto motore alimentato a frequenza variabile



\rightarrow xke M_s e frequenza sono direttamente proporzionali

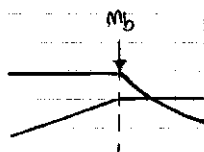
Riguardo la coppia: se vogliamo aumentare M , devo aumentare la f .

\rightarrow se voglio che la coppia resti costante, ed essendo

$$C \sim \frac{V}{f}$$

\rightarrow Tensione di aliment.
 \rightarrow frequenza

devo aumentare V , se questa non può aumentare all'infinito ($V_{max} = 380V \times \text{il t. fase}$), quindi arrivati a M_b , la tensione resterà costante, la frequenza aumenterà e quindi la coppia diminuirà (deflusso secondo un caso di iperbola equil.)



Riguardo la potenza: essendo la potenza $P = C \cdot \omega$, quando la coppia inizia a diminuire, la potenza, al crescere della velocità, resta costante

Vi sono alcuni problemi:

- non ho nessun altro modo x verificare se ho raggiunto il punto (xke non ho un meccanismo di servomeccanismo, oie il trasduttore di posizione mi indica x)
- Lo smog elettromagnetico può falsare le letture degli impulsi letti dalla macchina (da 200p e 201p)

→ TRASDUTTORE DI POSIZIONE:

analizziamo adesso il Trasduttore di posizione

↳ devono darci un'informazione istantanea sulle posizioni dell'elemento mobile

possiamo suddividerli in:

1) Analogico / Numerico

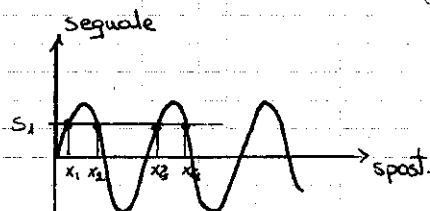
- ciclico
- non ciclico

2) Assoluto / Incrementale

3) Diretto / semi diretto / indiretto

coe:

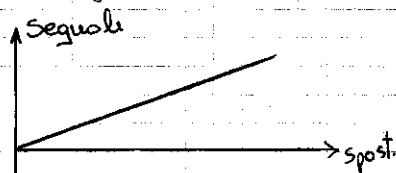
1) Ciclico = xke periodicamente il segnale riprende gli stessi valori



ambiguità:

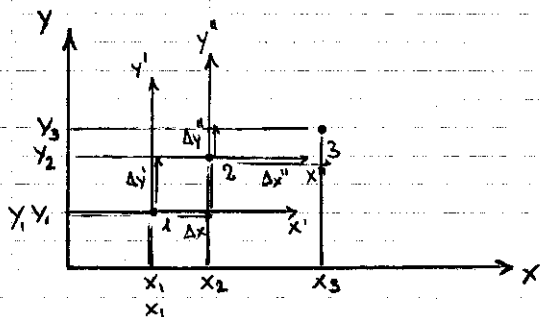
x 1 info di segnale ho 1 info di spost.

Non ciclico = x ogni informazione di segnale ne ho solo una di spostamento



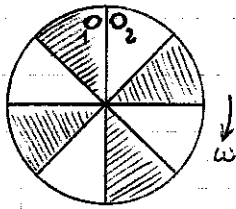
2) Assoluto = quando tutti gli spostamenti sono riferiti ad un sistema di riferimento fisso

Incrementale = quando ogni punto raggiunto diviene l'origine del nuovo sistema

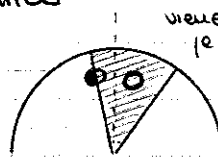


— assoluto
- incrementale

x avviare a qst. inconvenienti nulla è sistemi:



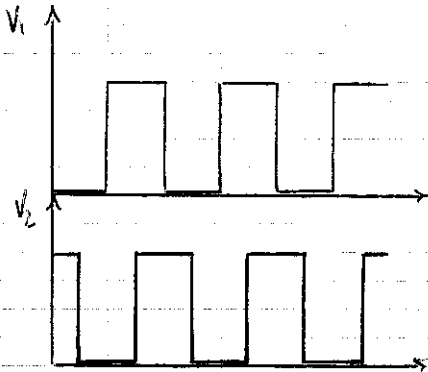
- 1° sistema ottico
- 2° sistema ottico



viene scoperta la
1° luce da una
il segnale



viene scoperta la
seconda

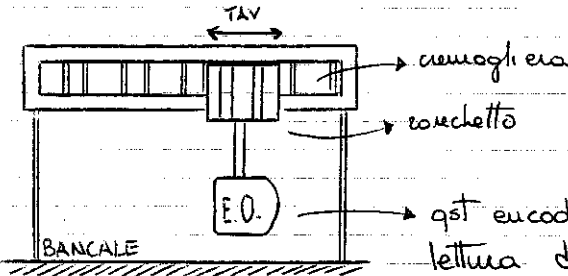


Nell'encoder ottico deve entrare sempre con un moto rotatorio

↳ come in qst caso, con quello delle vite

↳ accoppiamento "zucchetto - cernigliera"

✗ non "bille-manovelle" xke non ho un accoppiamento lineare



qst encoder ottico si occupa esclusivamente della lettura della posizione, x il movimento si interviene con 2° trasduttore

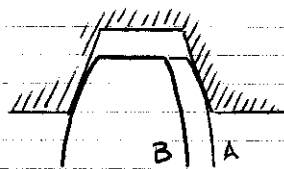
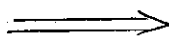
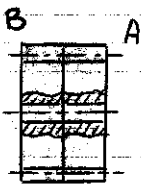
⇒ SENIDIRETTA (un po' più preciso dell'indiretto)

↳ xke le cernigliere ha denti a trapezio



x' + costoso xke il tutto viene montato simmetricamente

Per evitare imperfezioni nella lettura:



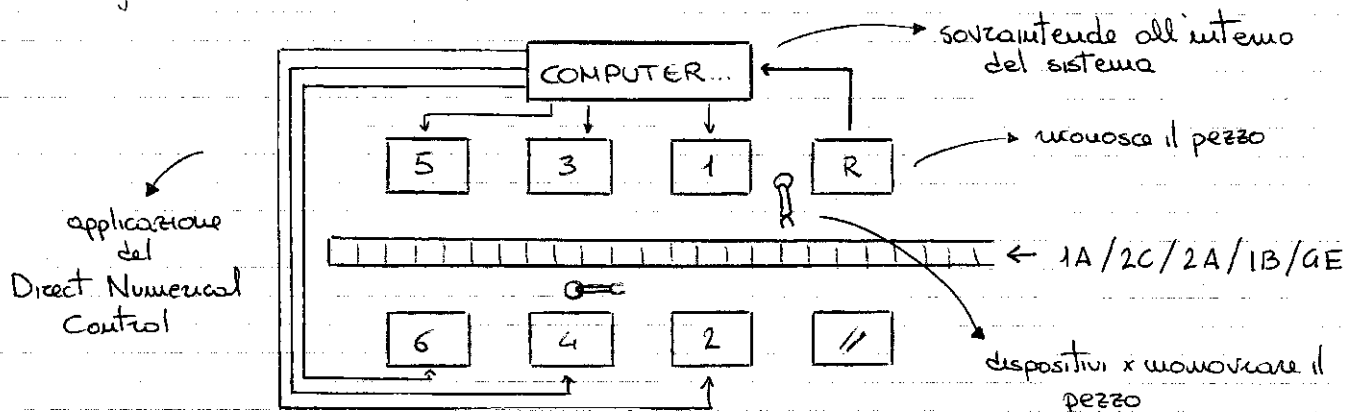
1 denti forniscono un unico dente che si adatta a qualsiasi cavità x una lettura esatta

divido in due la ruota dentata e con sistemi di molle, faccio sì che ruoti in verso opposto...

② FMS (Flexible manufacturing system)

l'esempio più semplice è la LINEA A TRASFERIMENTO FLESSIBILE.

la linea rigida, da cui deriva quella flessibile, nasceva e moriva con la produzione di un unico lotto di pezzi, adesso viene in grado di lavorare più lotti di pezzi diversi.



NB: Se dev'essere misurato, allora attraverso delle fasi di palatura prima delle misura.

Se più pezzi devono utilizzare lo stesso strumento contemporaneamente, il computer ruoterà i vari pezzi in altre posizioni che possono compiere la stessa lavorazione.

↳ Il punto debole è proprio la variazione dei casi possibili che, con i dati in massa, ha buone probabilità di mandare il computer in blocco.

Riguardo i robot possiamo avere diverse applicazioni:

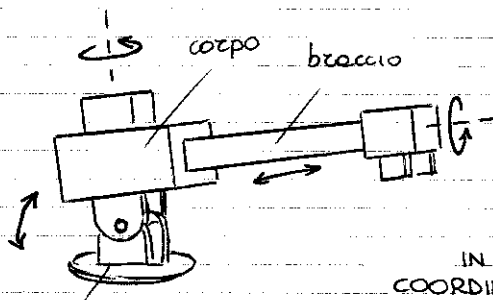
- movimentazioni materiali
- carico / scarico
- saldatura (1^a applicazione di robot nel settore automobilistico)
- verniciatura
- montaggio / controllo



VISTA SUPERIORE

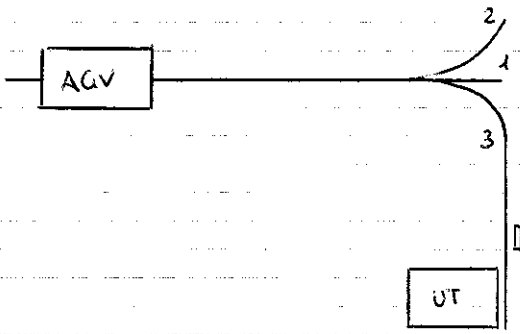


VISTA LATERALE



Messa a terra

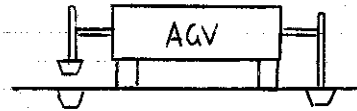
Riguardo le direzioni, le istruzioni vengono inviate all'AGV tramite una stazione centrale.



In base al percorso scelto, viene inviato il segnale si segue il filo con una ben determinata frequenza

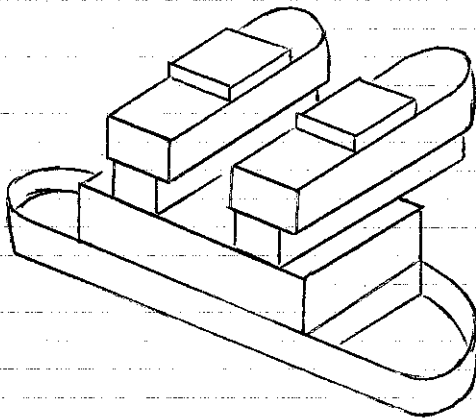
$$\rightarrow 3 \rightarrow f_3$$

Per prelevare un pezzo, l'AGV rileva un sensore poco prima dell'utensile, che fa rallentare il sistema AGV, per poi fermarsi nei pressi dell'utensile

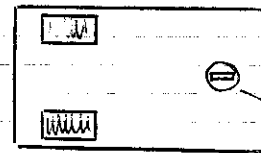


che si fissa tramite dei pemi al ruolo, e il posizionamento perfetto.

Per la sicurezza delle persone, l'AGV non viaggia a velocità superiori ai 5 km/h ed è dotato di batterie ricaricabili e motore elettrico, oltre che a sistemi di sicurezza.

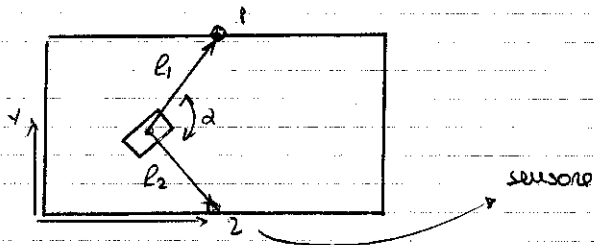


sistemi di sicurezza



ruota sterzante

La rigidità del sistema a filo guidato viene ed essere eliminata con l'utilizzo del sistema laser.



La ricarica delle batterie avviene a messa e torna in zone strategiche stabilite.

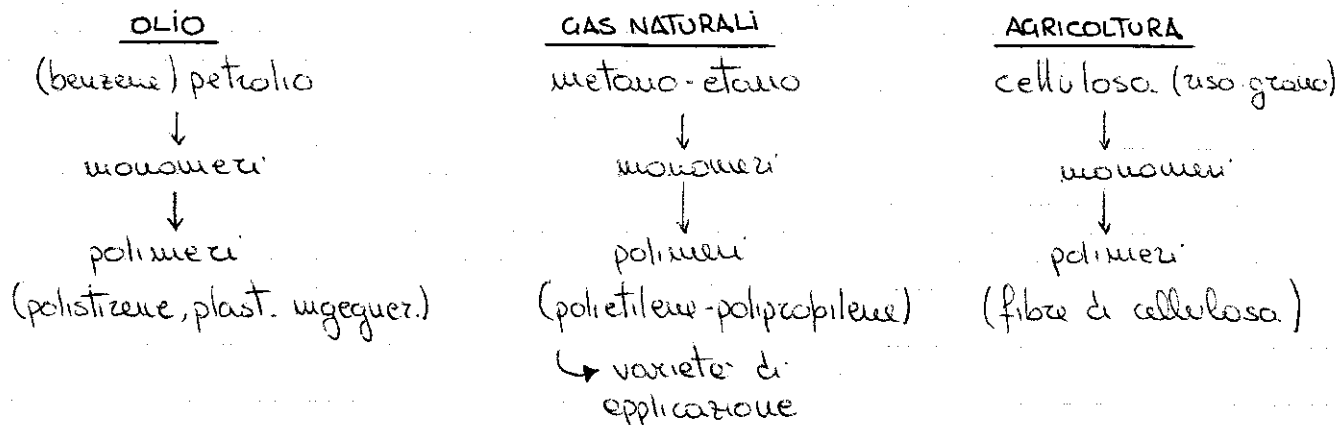
la plastica diviene un materiale sempre di qualità, ma presenta un problema di produttività: - l'imitatura - l'omogeneità

↳ processi che x metallo richiedono pochi secondi, x la plastica richiedono molti minuti

Essa viene usata x le piccole componenti anche nelle vetture sostituendosi al metallo, oltre che nell'edilizia; ma il settore che consuma più plastica è il packaging

05/06/2011

- fabbricazione della plastica:



abbiamo molte - copolimeri: catene di diversi monomeri, legati chimicamente.
- leghe: catene di diversi monomeri, che non si legano tra di loro.

- Tipi di plastiche:

• **TERMOINDURENTI**: scaldiamo il materiale solido e gli diamo una forma all'interno di uno stampo che, riscaldato ulteriormente, dà vita a reazioni chimiche di polimerizzazione (o reticolazione) che lo indurisce.
↳ processo irreversibile... alla fine dell'utilizzo lo mescolo col bitume x fare asfalto

• **TERMOPLASTICI**: partiamo da un materiale solido (granulato) che viene scaldato e fonde, e una volta data la forma lo raffreddiamo.
Esso conserverà la sua forma e se la vogliamo cambiare la posso rifondere.
↳ processo reversibile... intesa fino a infinite volte ma via via perde proprietà.
↳ DEGRADO TERMOPLASTICO...

Vi sono alcuni esempi:

- TERMOINDURENTI:
 - fenolica (poco costosa)
 - poliestere (vernice)
 - Epossidiche

- TERMOPLASTICI:
 - polietilene (high density)
 - polietilene (low density)
 - PVC
 - polipropilene
 - polistiro
 - acriliche

→ catene + ramificata

+ USATE

- Additivi e modificatori:

la plastica è un "COMPOUND", cioè formata da principio attivo:

Resina + vari additivi

- colorante: si aggiunge nel compound un pigmento che si stabilisce il colore
- stabilizzanti: come i "flame retardant" che ritardano la fiamma e in generale il danneggiamento
- riempitivi: x ridurre il costo del compound
- plastizzanti: x renderlo elastico nel tempo (come morbidezza)
- schiumanti: x rendere la plastica con comportamento simile a una spugna (aderide)

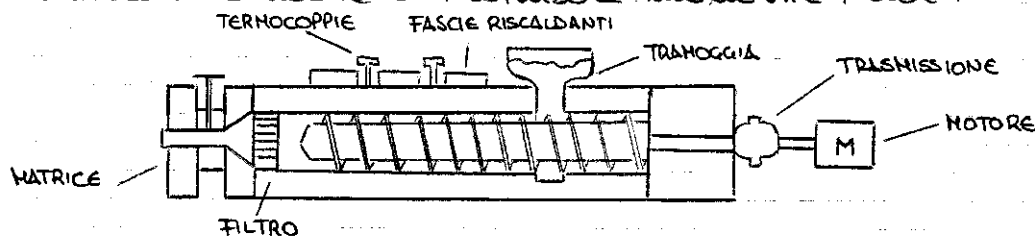
I processi di produzione della plastica sono:

- estrusione
- stampaggio con iniezione
- formatura con soffiaggio

→ Estrusione:

Nella macchina introduciamo il polimero granulato e riscaldando ed estrudendo otteniamo un semilavorato che raffreddiamo.

la macchina usata è l'estrusore monovite, cioè:

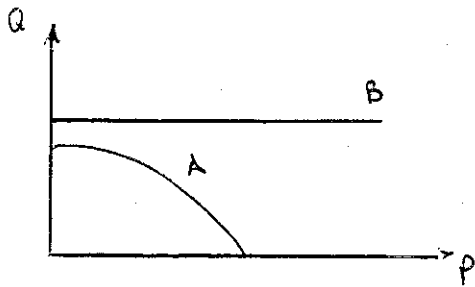


monovite che il cuore della macchina è costituito da una vite che ruota all'interno, caricando il granulato solido tramite la tramoggia.

Esso, viaggiando verso la matrice, si scalda e fonde (circa il 70% del calore è fornito x attrito e il restante 30% da fasce riscaldanti).

Il fuso, prima di entrare nella matrice, attraversa un filtro e

Vozzei, al variare delle pressioni, una portata \approx costante



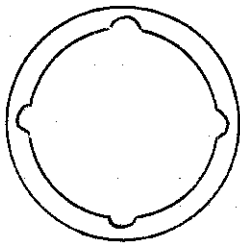
Curva A = coeff attrito granulo-vite e granulo-cilindro circa uguali

Curva B = coeff attrito granulo-cilindro maggiore

↳ forte asimmetria

Per avere questa forte resistenza tra granulo e cilindro uso delle "scanalature assiali" che corrono // all'asse del cilindro.

(cio' fa nascere una componente assiale nel moto del granulo)

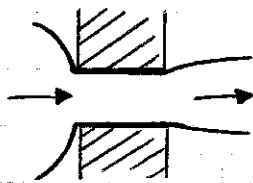


mentre verso la vite devo avere un basso coefficiente d'attrito, e lo posso avere grazie ad una vernice TiN (nitruro di Titanio)

Analizziamo la matrice:

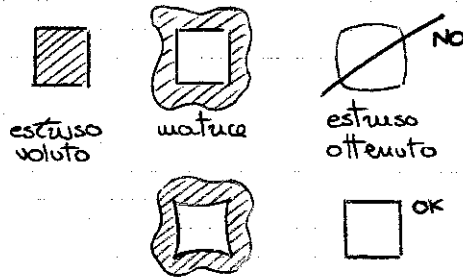
Con le sue dimensioni creo l'estruso voluto.

Il polimero fuso e' un materiale viscoelastico: oltre alla deformazione permanente subisce una componente elastica reversibile

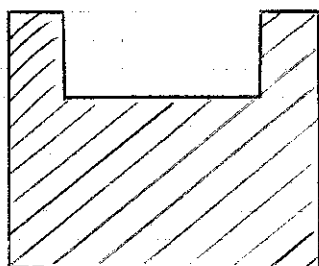


ritorno elastico non costante lungo il perimetro della matrice

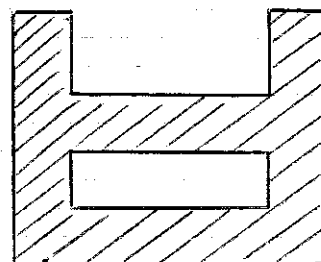
↳ se



le parti devono avere all'incirca lo stesso spessore poiche' avremmo una differente distribuzione delle temperature e differenti raffreddamenti



No...



Si!

la portata solida che ci darà la vite:

$$Q_v = K D^2 p \cdot m = \dots$$

volume generato a ogni giro

velocità delle vite

K dipende da: - unità di misura

- D/dm

- coeff attrito mater. trasp.

$$\dots = K D^3 m = \frac{K D^3 1000 f}{\pi D} = K \cdot \frac{1000}{\pi} D^2 f = K_1 D^2 f$$

la portata fusa invece:

$$Q_v = Q_1 - Q_2 - Q_3$$

trafilamenti

e cause del gioco tra vite e cilindro, ove il fuso $Q_3 \approx 0$ torna indietro

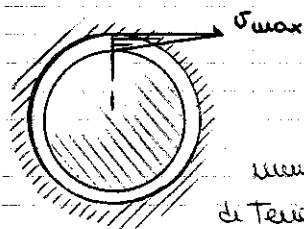
portata di pressione

portata libera

il polimero deve prevalere pressione x attraversare la matrice

$$Q_1 = Q_{max} \text{ ottenibile}$$

in essenza di matrice



immaginiamo di tenere fissa la vite e muovere il cilindro

$$\sigma_m = \frac{1}{2} \sigma_{max}$$

$$\sigma_z = \sigma_m \cdot \cos(\varphi)$$



$$Q_1 = v_z \cdot a \cdot l$$

vale solo x fluidi Newton e polimeri fusi

$$Q_2 = \frac{Q^3 l}{12 \eta} \frac{dp}{dz}$$

Hagen-Poiseuille

può non intervenire con le caratteristiche del fuso, adesso si...

12/06/2011

$Q_1, Q_2 \rightarrow f(\varphi)$ funzione dell'angolo di inclinazione dell'elica

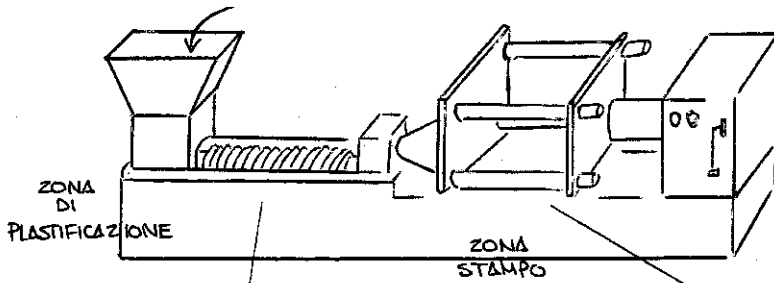
$$\Rightarrow \frac{dQ_v}{d\varphi} = 0 \text{ posso trovare il valore massimo} \Rightarrow \varphi = 30^\circ$$

$$\Rightarrow \varphi = 17.7^\circ \text{ se } p=D$$

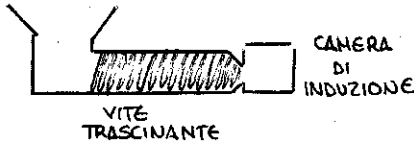
Abbiamo diversi valori di angoli \rightarrow quali scegliamo?

- 1) tutta la vite con $\varphi = 30^\circ$ (X non fa andare avanti il granulo solido)
- 2) una parte con $\varphi = 30^\circ$ e un'altra con $\varphi = 17.7^\circ$ (X procedura lunga e costosa)
- 3) tutta la vite con $\varphi = 17.7^\circ$ \rightarrow + USATA

Analizziamo la pressa e il gruppo



analogo all'estrusione



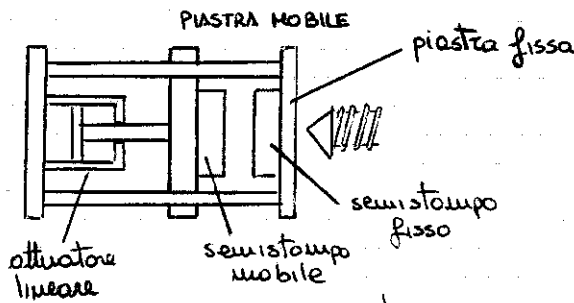
- x polvere di polimero
- 70% colore x attuto
- 30% colore x fasce riscald.

non aspettiamo che si raffreddi!
 non appena acquista le caratteristiche meccaniche x restare integro lo si lascia e raffreddare x ora
 ↳ nel frattempo entra il mater. successivo nello stampo

qui il polimero fuso si accumula in questa camera a V variabile
 la vite mentre ruota quindi trasla all'indietro, e quando la camera e' piena → ferma le rotazione
 → trasla in avanti (come stantuffo)

il gruppo di chiusura - apertura stampo può essere: - idraulico

• OLEODINAMICO DIRETTO:



x valutare le forze di chiusura sono la pressione all'interno dell'attuatore

$$F = p \cdot A$$

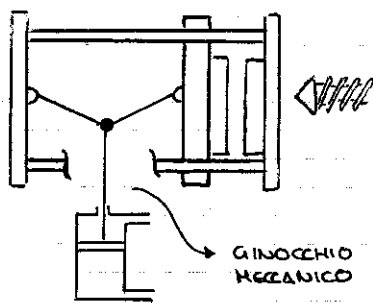
x valutare le velocità, sono la portata

$$Q = v \cdot A$$

LIMITE

di norme non superiore i 100 bar

• OLEODINAMICO IBRIDO (+ una parte meccanica)



grazie al meccanismo usco e multi-plecare la pressione x 20÷25 volte

↓

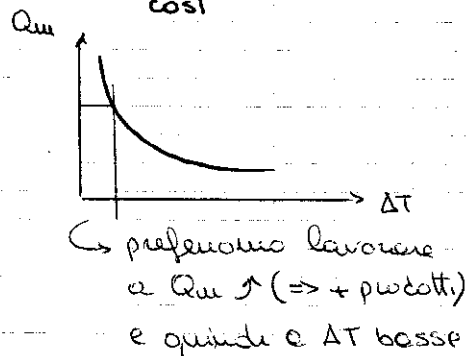
le usiamo tra i 1000 e i 10'000 KN

↳ dovremmo spiegare oltre usiamo sistemi oleo. diretti a più pistoni

se scegliamo il polimero e la presse:

↳ $C_s = \text{cost}$ ↳ $P_{ot} = \text{cost}$

$$P \approx C_s \frac{\Delta T Q_{um}}{\text{cost}}$$



Pero' essa è una **MACCHINA POCO SICURA**:

- necessita di spazi fissi/mobili
- superfici calde
- compressioni elevate
- tensioni elettriche

NB:

- **TERMOPLASTICI**: lo stampo deve sottoporre calore x solidificare il materiale
- **TERMOINDURENTI**: lo stampo deve dare calore x fare completare il processo di reticolazione del polimero

Necessitiamo di uno stampo eccellente:

- non richiede interruzioni ciclo
- non richiede lunghi tempi di manutenzione
- con un buon raffreddamento

15/06/2011

la richiesta dello stampo dal cliente passa prima dal progettista, poi arriva al costruttore, x poi finire allo stampista

devono essere definiti:

- numero di figure
- linea di separazione sul pezzo
- canali di alimentazione
- tipo e posizione:
 -) dei canali di iniezione
 -) degli estrattori
 -) dei dispositivi di sfogo
 -) finitura superficiale

non essendoci spigoli vivi:



la faccia composta in posti poco visibili

se la camera fosse esatta il polimero fuso non uscirebbe a estrazione

I materiali usati per la fabbricazione stampo:

- acciaio

→ **ACCIAI BONIFICA** (insieme di TEMPERA e RINVENIMENTO)
(HRC ≈ 40-50)

ha poca durezza ma non necessita di ulteriori trattamenti termici (processo + rapido)

ACCIAI TEMPRATI
(HRC ≈ 60-70)

ha maggior durezza ma il materiale deve essere lavorato (trattato termicamente, poi x esportazione di mat.)

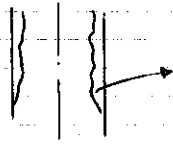
ACCIAI INOX

non ossida la superficie (finitura sempre ottima) ma conduce male il calore che si concentra nella zona di

x monitorare la T° elevata nei condotti mettiamo delle termo coppie (x rilevare la Temperatura) e resistenze (x riscaldare)

nei condotti freddi non abbiamo bisogno di riscaldare

→ CENTRALINE DI CONTROLLO
in base alle rilevazioni accende o spegne le resist.



le piccole gocce di polimero solidificano al contatto con le pareti fredde e, essendo cattivi conduttori, mantengono il fuso caldo

↳ x se fermo il processo, si intascano i canali

Alla fine dei canali era presente una sezione rettangolare (foro) x consentire al polimero di entrare nella cavità.

Riguardo la Temperatura, lo stampo è freddo

STAMPO: ~ 70°C
POLIMERO: ~ 300°C

↳ in esso c'è un impianto di:
- acqua fredda x tenere la T° cost
- acqua calda x riscaldare lo stampo freddo

NB: x i Termoplastici li riscaldo con acqua

x i Termindurenti hanno bisogno di essere riscaldati fino a 150° con olio x completare il processo di reticolazione

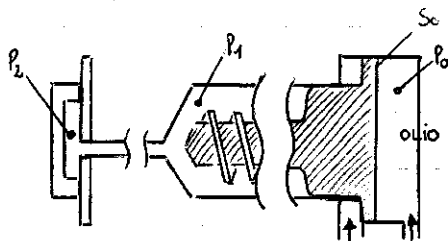
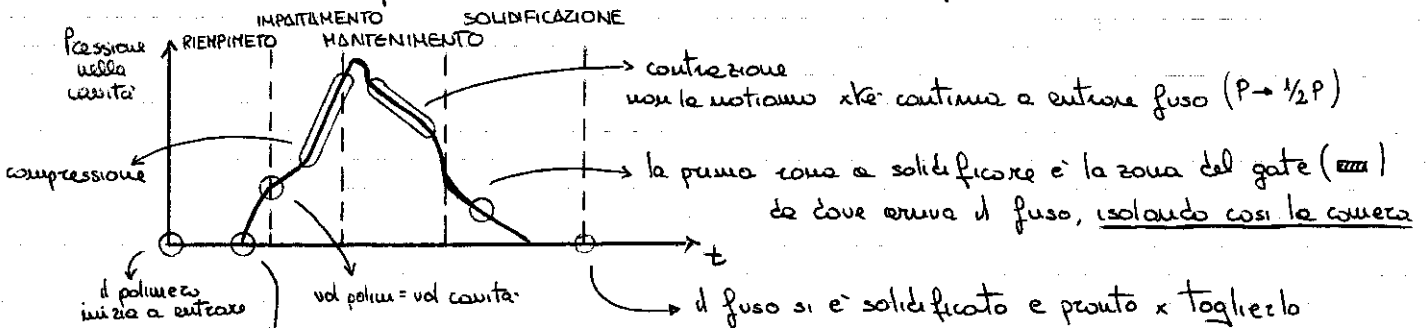
Il trasporto della resina avviene: - a mano

- x via pneumatica (vol max STOP / vol min OK)

NB: alcune resine come il NYLON necessitano di essiccazione x che assorbono umidità

Analizziamo le pressioni all'interno dello stampo, cioè:

20/06/2011



$$P_0 S_0 = P_1 S_1$$

$$P_1 = P_0 \frac{S_0}{S_1} \approx P_0 \cdot 0.7$$

la pressione del polimero in uscita è di circa 0.7 Pmax

noi imponiamo P1 in base a P0 si sceglie la d. di stampo e lo stampatore x P2

30% di perdite fa raffreddare velocemente il polimero

Riguardo gli impianti utilizzati, si evitano (dal pto di vista progettuale e non economico) gli impianti idraulici che:

- sprecano e possono inquin. polimero
- spendono + energia
- rumorosi;
- l'olio va raffreddato e cambiato
(x 100'000 KN Fchiusura → 1000 l olio)
- in base alle TC ho viscosità diverse
→ ho trafilamenti diversi
→ ho portate / rebote diverse



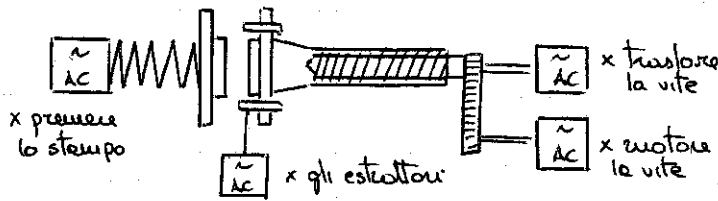
$$Q = v S_0$$

ma sappiamo che $\eta_v = \frac{Q_z}{Q_{th}}$

$$Q_z = Q_{th} \cdot \eta_v$$

→ viene in funzione di TC
 $T \downarrow$ visc $\uparrow \Rightarrow -$ trafilam
 $T \uparrow$ visc $\downarrow \Rightarrow +$ trafilam

Una soluzione è utilizzo di soli mot. elettrici:



FANUC (Giappone)

↳ ROBOSHOT

zero olio

↳ consuma $\frac{1}{3}$ Kw
 rispetto all'idraulico
 che si accende solo
 quando si lavora.....
 (x costo il 25% €)

→ formatura con soffiaggio (solo x termoplastica)

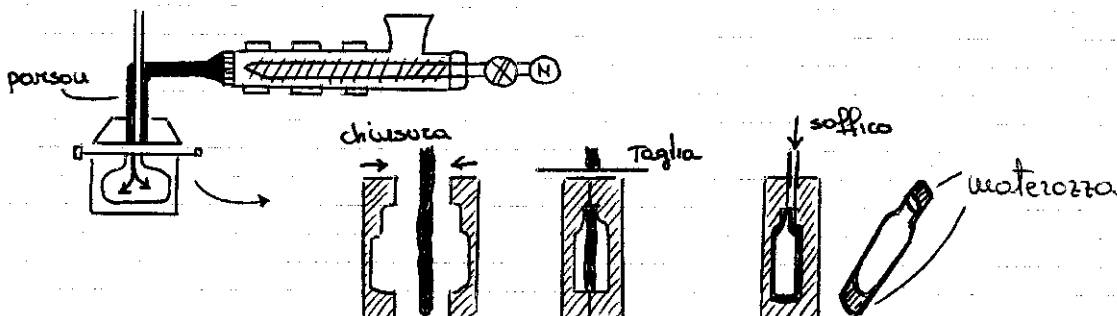
Esiste in 2 versioni: - 1°) soffiaggio con iniezione (punta stampo e poi soff.)
 - 2°) soffiaggio con estrusione (punta est. e poi soff.)

VANTAGGI: - forme complesse
 - pareti anche molto sottili
 - materiale poco stressato

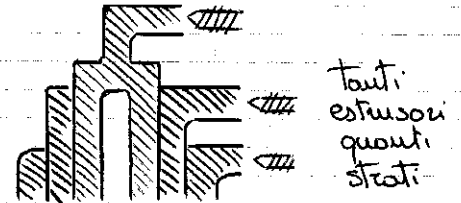
STORIA: - 800 Hyatt soffia con vapore
 - 30' sviluppo con polistirene

RESINE USATE: - Nylon (entrambi)
 - policarbonato (entrambi)
 - PVC (solo soff. a iniezione)

• SOFFIAGGIO A ESTRUSIONE:

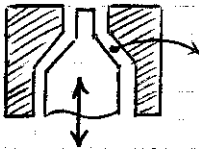


il parison può essere anche multistrato



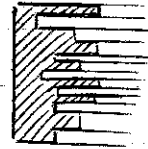
X la geometria dell'intero pezzo, posso variare lo spessore del parison x evitare che, nelle zone ove si dilata maggiormente, si essottigli troppo (+ delicato)

1)

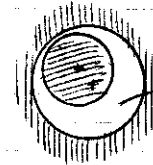


in base all'altezza dell'otturatore posso decidere lo spessore del parison...

2)



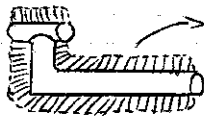
dove voglio che sia + sottile o più spesso



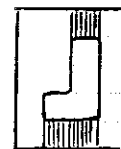
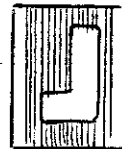
scave' + spesso

I valori di pressioni non superano i 10 bar con una compressa. (e x evitare inquinamento del polimero si usa ozoto)

Ma evoluzione è il processo 3D



col 3D elimino le zone di puratura



3D

=> riduco le zone di trancatura



in questo caso il parison viene appoggiato nelle celle dello stampo
- tramite muov. stampo
- tramite robot