



Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino

Appunti universitari

Tesi di laurea

Cartoleria e cancelleria

Stampa file e fotocopie

Print on demand

Rilegature

NUMERO : 125

DATA : 21/07/2011

A P P U N T I

STUDENTE : Tortoreto

**MATERIA : Sistemi Integrati di Produzione, Teoria + Seminari
Prof. Iuliano**

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.**

SISTEMI INTEGRATI DI PRODUZIONE

prof. Luca Iuliano

Esame: Orale

Testo: Giusti, Santocchi Tecnologia meccanica e Studi di Fabbricazione

SISTEMA DI PRODUZIONE

Un SISTEMA di PRODUZIONE è un insieme integrato di macchine e risorse umane che compie una o più operazioni di trasformazione o di montaggio su gretto, uno pezzo o più pezzi

- macchine che producono il pezzo
- sistemi di movimentazione
- sistemi di bloccaggio pezzo
- Computer di controllo e coordinazione

L'obiettivo è quello di **ABBACCIARE** i TEMPI DI PRODUZIONE

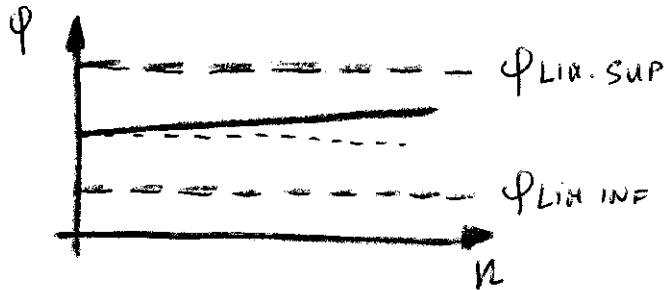
$$t_{\text{ciclo}} = t_{\text{traslo}} + t_{\text{imprescritto}} + t_{\text{setup}}/Q$$

↑
asportazione del materiale

↑
Carica/Scarica pezzo
utensile, atheronico

↑
N° pezzi prodotti (Lotto)

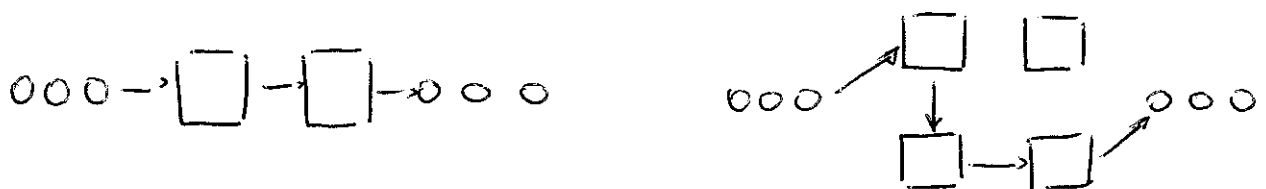
Ad esempio il sistema di controllo controlla il diametro del pezzo prodotto. E Ad esempio come si producono molti pezzi all'utente si esaurisce e il diametro man mano cresce, e vengono imposti dei limiti oltre i quali il sistema di controllo agisce opportunamente.



MOVIMENTAZIONE PEZZO

La MOVIMENTAZIONE può avvenire secondo un percorso FISSO o VARIABILE

- Un sistema automatico opera secondo un percorso Fisso
- In un sistema semiautomatico in cui si lavora per lotti si può lavorare secondo uno schema Variabile (in modo da saturare le macchine)



La movimentazione può avvenire DIRETTAMENTE o su un PALLET che è un attrezzo fatto apposta che mantiene l'assetto dell'utente

CONTROLLO NUMERICO

È nato nel settore aerospaziale per i componenti aerei poi si è esteso a tutti i settori industriali.

- Il controllo numerico è un metodo per controllare i movimenti di una macchina inserendo delle istruzioni codificate che vengono lette e vengono quindi eseguite delle operazioni.

Il programma inserito nel sistema non è altro che il ciclo di lavoro codificato.

- Il CN è una forma di automazione programmabile in cui il processo è controllato da numeri, lettere e simboli che rappresentano il PART PROGRAM.

I Campi di applicazione sono: FRESATURA, TORNTURA, SALDATURA, ELETTROEROSIONE, COLAUDO ecc...

Il sistema può asportare truciolo, deformare, plastomere, collaudare...

Il controllo numerico automatizza le operazioni di lavorazioni meccaniche tradizionali. Ad esempio in precedenza, l'operatore leggeva il disegno tecnico dove legge la quota da raggiungere e partendo dalla quota attuale, viene modificato il tamburo graduato in modo da annullare la differenza (Viene eseguito in un certo senso un LOOP).

Il CN automatizza tutto questo, fa macchinare dove quindi potersi muovere da sola attraverso dei motori (AZIONAMENTI), il braccio dell'operatore viene controllato dal senso motore.

Il CN può essere utilizzato per:

- Realizzazione di SUPERFICI COMPLESSE
- Produzione di piccoli Lotti che si alternano frequentemente
- Cicli che richiedono numerosi utensili
- Assorbimento di un rilevante volume di materiale
- Disegni del modello frequentemente modificati
- Tolleranze molto strette
- Costo dello scarto molto elevato (Esempio spaccare la punta nel blocco)

La decisione di utilizzo di CN, entra nel PIANO DI SVILUPPO dell'IMPRESA
E ci sono una serie di VANTAGGI che l'uso di CN comporta

VANTAGGI

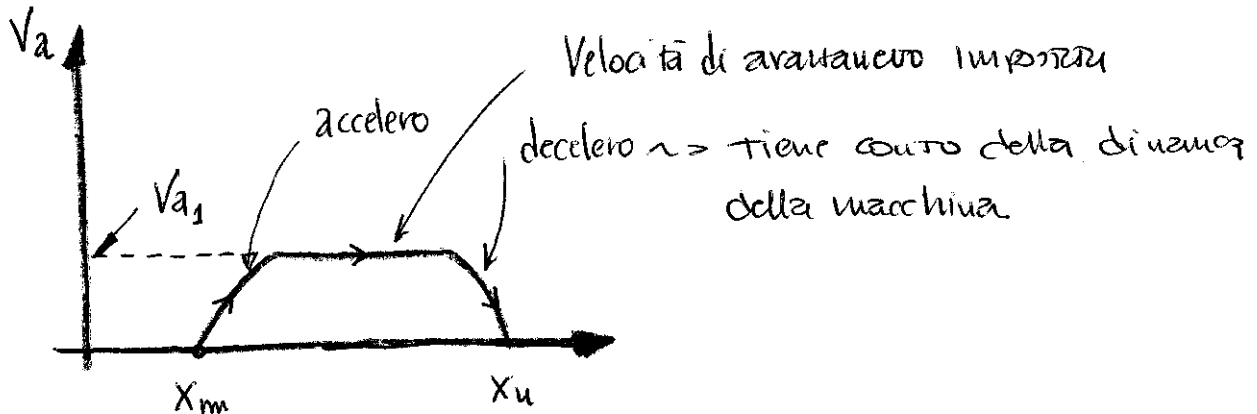
- Riduzione costi diretti e di produzione

La macchina è + produttiva e il numero degli operai è minore

- Miglioramento qualità
- Riduzione scarti

- Incremento della FLESSIBILITÀ
- Riduzione degli spazi necessari
- Affidamento ad una sola persona + macchine
- Sicurezza di rispettare i tempi

Nell'unità di governo viene data in input la coordinata nominale X_u , il trasduttore rileva la COORDINATA MISURATA X_m . L'unità di governo calcola quindi l'ERRORE $E_p = (X_u - X_m)$ che va a comandare il servomotore che mi permette di avvicinarci alla coordinata nominale



ANELLI DI REGOLAZIONE

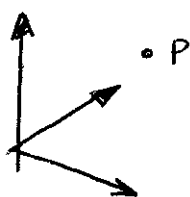
- posizione: X
 - Velocità di rotazione vite: $n \rightarrow V_a$
chiuso sul servomotore
 - accelerazione
 - Corrente
- } (A) Accenti all'operatore

Esistono sistemi didattici che operano ad anello aperto quindi non c'è il trasduttore di posizione ma un motore PASSO

ASSE = Movimento ; Traslazione o Rotazione (Esclusa la rotazione intorno o longitudinale)

- 2 assi	TORNIO
- 2 assi e $\frac{1}{2}$	
- 3 assi	FRESATRICE
- 4 assi	CENTRI DI LAVORO
- 5 assi	

- Macchina a 2 Assi è ad esempio il Tornio con X per i diametri e Z per movimenti longitudinali, ed è in grado di lavorare solidi di rivoluzione.
- Fresatrice a 2 assi e $\frac{1}{2}$ vuol dire che possiede l'asse Z, lo tiene fisso e poi effettua l'interpolazione sul piano XY. Il sistema di controllo riesce quindi ad interpolare solo 2 assi XYZ*
- Fresatrice a 3 assi abbiamo XYZ controllabili e interpolabili liberamente
- Fresatrice a 4 assi possiede anche una rotazione controllabile quindi XYZA
- Fresatrice a 5 assi ci sono 2 rotazioni oltre a XYZ, quindi contemporaneamente possono essere combinati XYZAB



$$P = (\underbrace{X, Y, Z}_{\text{Traslazione}}, \underbrace{A, B, C}_{\text{Rotazione}})$$

La rotazione C è dipendente dalle rotazioni A e B

$$\cos^2(A) + \cos^2(B) + \cos^2(C) = 1$$

GRUPPO BANCALE

È quello che sostiene il petto ed è costituito da 3 elementi:

- Tavola portapetto → dove si posiziona il pezzo
- Slitte inferiore di supporto → Motore e ruota cingolata che permettono la movimentazione secondo l'asse x, la tavola portapetto è posizionata sulla slitta inferiore.

Le guide sulle quali si muove la tavola portapetto sono diverse una piana e una prismatica per meglio distribuire le sollecitazioni dovute al peso del petto e forze di taglio. (Antiribaltam)

- Slitta a contatto con Basamento → Permettono la movimentazione secondo l'asse y, il motore e il cingolato è posizionato sul basamento. In questo caso le guide sono entrambe prismatiche perché sono + lontani dalla lavorazione.

L'asse x scorre sull'asse y, le distanze dei 2 movimenti non sono gli stessi perché la y porta anche il peso della tavola portapetto. La distanza di y è inferiore rispetto a quella x.

La precisione delle Guide deve essere limitata progettualmente ad un valore non maggiore a 0,25 MPa. Le guide rappresentano una parte importante per la precisione di movimento. In fase di montaggio si utilizzano dispositivi completi per l'allineamento.

Livello di automazione si svolge su 4 TIPOLOGIE ($W_u = 1$)

Tipo 0 -> Stazione singola con 1 operatore (ad esempio tornio parallelo) $M = \frac{1+1}{1} > 1$

Tipo 1 -> Stazione singola senza presidio, può lavorare per tempi lunghi senza operatore => $M = 1$

Tipo 2 -> Sistema a n stazioni tutte sorvegliate $n > 1$ $W_u = 1$
 $M > 1$

Tipo 3 -> Stazioni di lavoro non sorvegliate $n > 1$ $W_u = 0$ $M < 1$

Tipo 4 -> Stazioni presidiate e non presidiate

FLESSIBILITÀ

La flessibilità di un SP è la sua capacità di gestire i cambiamenti dei particolari o dei prodotti che è in grado di produrre. Tre situazioni tipiche sono:

A) Impossibilità di gestire le Varianti -> Lavoratore di un unico prodotto (STAMPI)

B) Possibilità di gestire diverse tipologie di prodotti a Lotti, ad esempio la sostituzione di parti di struttura per i vari lotti (Produzione della pasta)

C) Possibilità di gestire le parti diverse in modo del tutto casuale.

VITI A RICIRCOLAZIONE DI SFERE

L'attivo in queste viti è di ROTOLAMENTO e non STRISCIAMENTO
si hanno quindi dei RENDIMENTI molto ALTI (superiori a 0,9)

L'inclinazione dell'ELICA è 10÷15%. Si evita il Fenomeno
STICK SLIP (Vibrazioni Tavola). Si ha un'elevata PRECISIONE
Ed è possibile ridurre al minimo il gioco (incrementando un
po' l'attrito, inserendo dei DISCHI DI PRECARICO

Le viti sono TEMPRATE e RETIFICATE, La medievite a DOPPIO CORSO
è quella che consente di eliminare il gioco assiale

Il valore del PRECARICO è $\frac{1}{3}$ di quello nominale e permette di
avere una MAGGIORE PRECISIONE

Le viti si classificano in

- Viti a ricambio esterno
- Viti con deviatore interno

MANDRINO

È l'organo che consente la rotazione del PEZZO o dell'utensile
nel caso del Tornio (è un albero cavo) nel caso della Fresatura è
un albero conico che ha l'alloggiamento per l'utensile.

Il mandrino è sorretto da cuscinetti (APPOGGI e REGGISPINTA)
e la caratteristica principale è che quest'organo deve resistere
a ALTI CARICHI e BASSI RPM (SGROSSATURA) ma anche ad ELEVATI
RPM e BASSI CARICHI (Finitura) La progettazione quindi
prevede una via di mezzo tra le 2 situazioni, oppure si
hanno dei mandrini dedicati (ALTI COSTI)

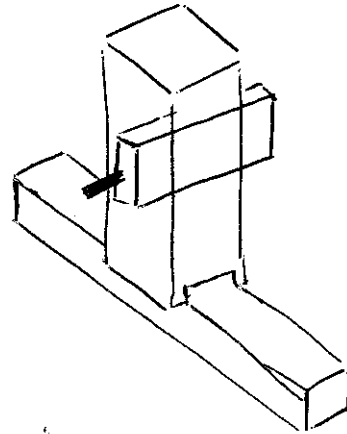
STRUTTURA IN ACCIAIO SALDATO

Idealmente dovremmo avere una struttura infinitamente Rigida per avere una trasmissione di vibrazioni limitata. Bisogna che la struttura deve essere ottimizzata per il tipo di lavorazione.

RIGIDEZZA $\left\{ \begin{array}{l} \text{STATICA} \\ \text{DINAMICA} \end{array} \right.$

RIGIDEZZA STATICA

$$K = \frac{F}{x}$$



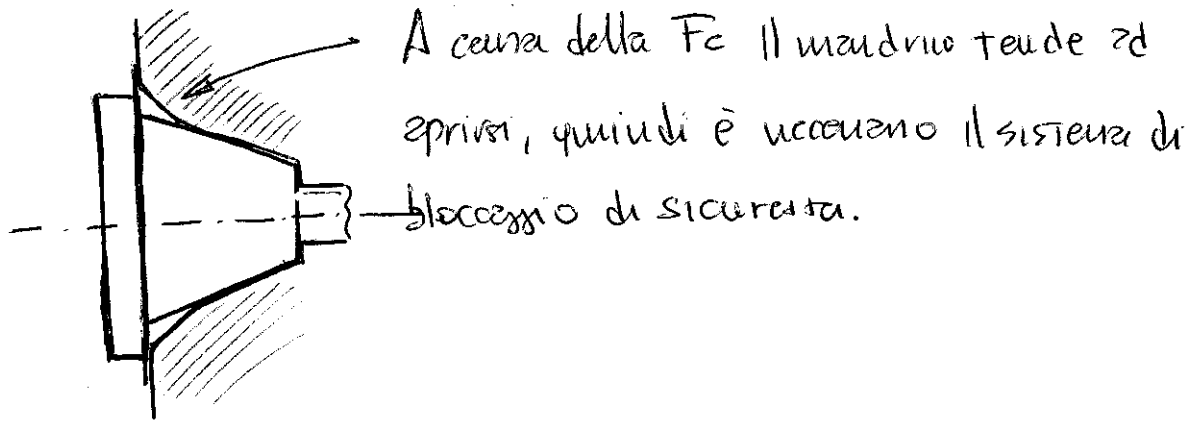
La rigidità statica non è la stessa nei assi

Ogni componente infatti ha luogo ad un equilibrio di rigidità e quindi di deformazione.

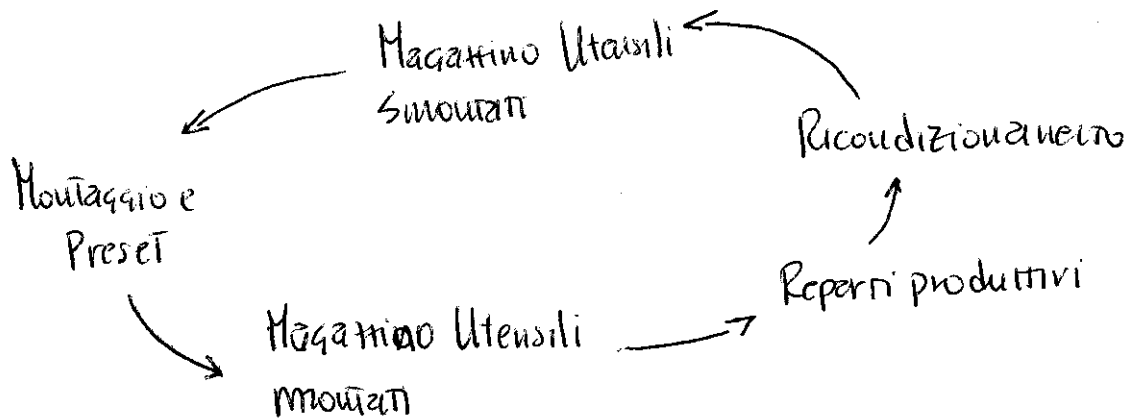
RIGIDEZZA DINAMICA

Esisteranno ovviamente delle Frequenze Proprie ed il progettista deve fare in modo che le frequenze di lavorazione non coincidano con le frequenze naturali





GESTIONE UTENSILE



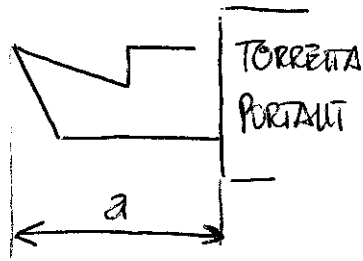
Nella macchina viene imposta anche l'usura dell'utente in modo da sapere quanto tempo può lavorare ancora.

TIRATURE DI PAGAZZINI

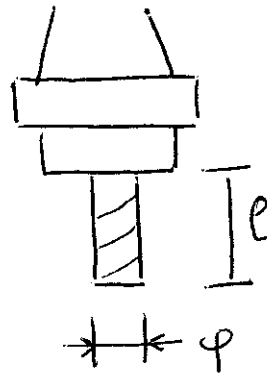
- A TORRETTA
 - A DISCO
- } $N_{ut} \leq 20$
- A TAMBURO
 - A CATENA
 - A PASTRELLIERA o MATRICE
- } $N_{ut} = 20 \div 300$

SOSTITUZIONE AUTOMATICA DELL' UTENSILE

Per velocizzare le operazioni di cambio di pezzo e utensile automatici. La macchina deve essere ϕ ogni utensile in modo da conservare l'AZZERAMENTO

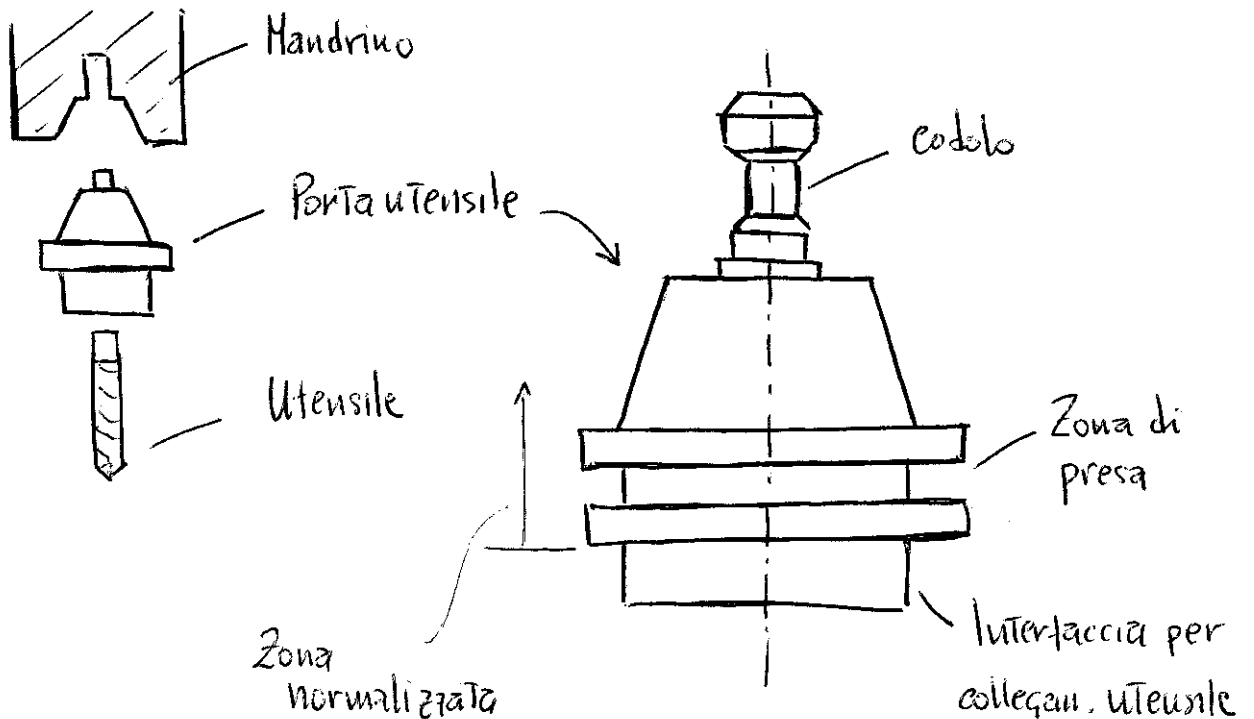


TORNITURA



FRESATURA

È fondamentale l'utilizzo di un PORTAUTENSILE che faccia da INTERFACCIA tra MANDRINO e UTENSILE



ALLOCAZIONE UTENSILE

Bisogna far riconoscere l'utensile alla macchina utensile.

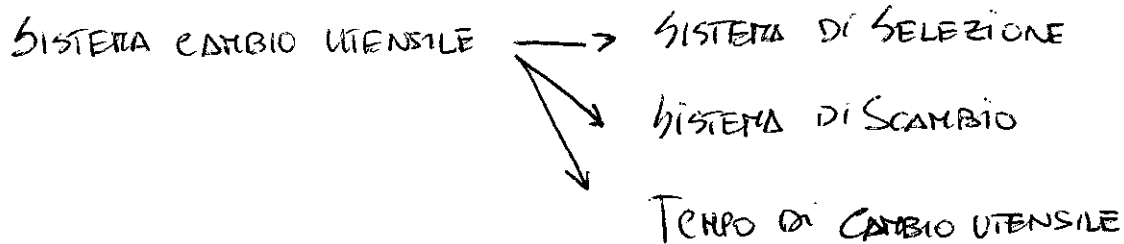
- Un metodo può essere quello di imporre manualmente l'utensile e imporre una posizione. (Questo è possibile per un numero limitato)
- Dare un elemento di memoria al portautensile e quindi è possibile memorizzare i vari utensili nel portautensile.



Nella stanza di caricamento viene letta la memoria quindi sarà poi la macchina a gestire tutto. Le informazioni vengono quindi inviate nella memoria del portautensile.

SISTEMA PER IL CAMBIO AUTOMATICO DEGLI UTENSILI

Dopo la selezione dell'utensile nel magazzino, l'utensile deve essere posizionato nel mandrino.



SISTEMI DI SELEZIONE

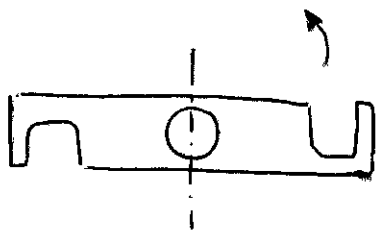
- Sequenziali (Torretta o Tamb)
- A stazione codificata (Resneliera)
- Con utensile programmato (Chip nel porta ut.)

Con braccio di scambio

Il braccio si chiama rototraslaute e in questo caso si migliora l'efficienza dello scambio. L'atterraccio avviene nella Zona Standardizzata.

Lo scambio avviene essenzialmente in 4 fasi:

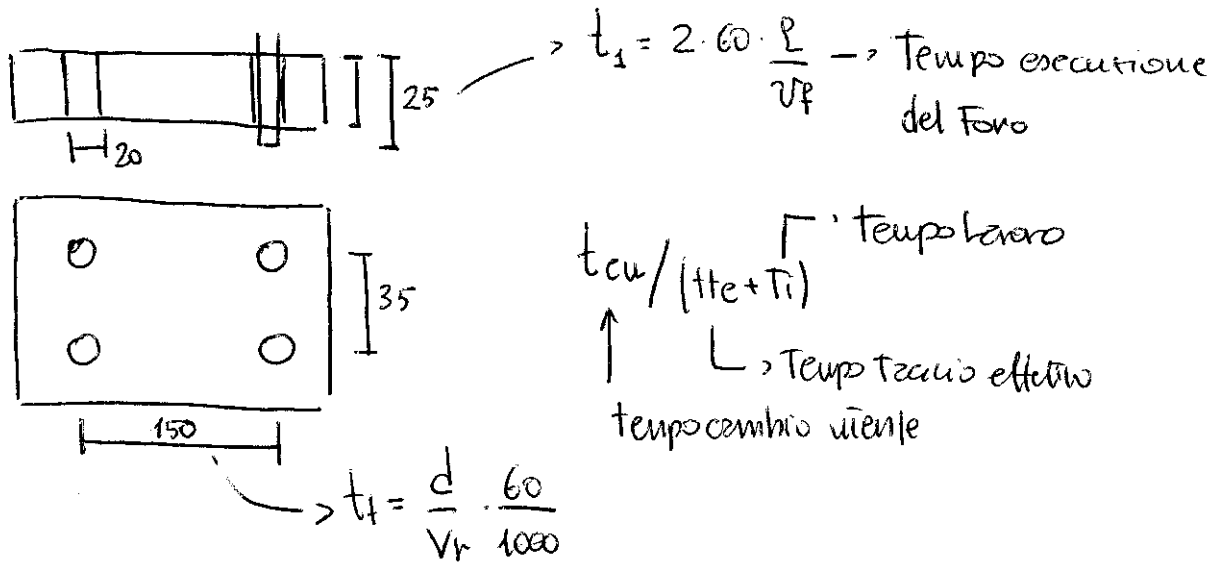
- 1) Quando il mandrino si ferma, il braccio afferra l'utensile nel magazzino e nel mandrino.
- 2) Il braccio avanza ed entra i 2 utensili da mandrino e da magazzino.
- 3) Rotazione di 180° del braccio rototraslaute.
- 4) Arretramento del braccio e posizionamento del nuovo utensile nel mandrino e del vecchio nel magazzino.



Con rotazione della torretta

Il braccio rototraslaute effettua lo scambio nella posizione di riposo della torretta porta utensile, poi per portare nella posizione di lavoro il nuovo utensile, ruota la testa. In modo che diminuisce il tempo di cambio utensile.

TEMPO DI CAMBIO UTENSILE



Non basta avere una macchina veloce ma è necessario avere anche un'opportuna velocità di cambio utensile.

PRESETTING DEGLI UTENSILI

Ogni utensile ha delle dimensioni, principalmente Diametro e Lunghezza che devono essere misurate con estrema precisione.

È importante che sia nota il diametro dell'utensile, infatti la programmazione avviene con UTENSILE PUNTIFORME (con raggio zero) Poi viene indicato il diametro e le traiettorie vengono traslate di $D/2$. In modo tale che cambiando l'utensile, non deve essere cambiato anche il programma. Questa è la COMPENSAZIONE DEL RAGGIO UTENSILE. Il diametro ϕ_1 dell'utensile deve essere noto con una precisione di almeno un centomillesimo. Precisione $\phi = 0,001 \text{ mm}$

SISTEMI DI CAMBIO PEZZO

Mediante la macchina Lenzoni, avviene la movimentazione del pallet sul quale è posizionato il pezzo.

MACCHINE UTENSILI CON TAVOLA A TRASFERIMENTO

È una navetta che può ruotare e traslare (shuttle). Dopo il pezzo in lavorazione che lavora sul supporto (pallet) A. Per il pallet A è posizionato sulla tavola di trasferimento. L'operatore infatti può caricare il pezzo B (mediante la macchina Lenzoni). Quando A è completo, lo shuttle (car. trasferimento) preleva A e lo colloca sulla tavola avendo che ruota di 180° e porta il pezzo B sulla tavola di trasferimento. Questo è un esempio con unica posizione disponibile.

Un sistema più completo può avere un numero di pallet in attesa più elevato. Quindi abbiamo un MAGAZZINO PEZZI specializzato per il settore aerospaziale.

MOTORI A CORRENTE ALTERNATA C.A.

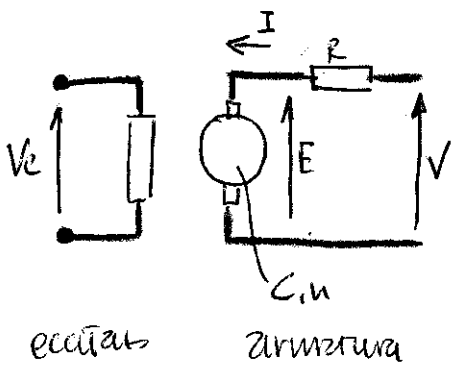
Alimentato a Frequenza costante, il numero di giri è fisso quindi alla rete la velocità è prossima a 3000 giri/min

$$n = \frac{60f}{p} \text{ (rpm)} \rightarrow 2 \text{ poli } p=1 \Rightarrow f=50\text{Hz} \Rightarrow n=3000 \text{ rpm}$$

Non è possibile regolare a meno che non ammetta FORTI PERDITE Inizialmente quindi sono stati abbandonati perché non c'erano sistemi di regolazione della Frequenza.

I sistemi inverter che permettono di cambiare la Frequenza hanno permesso la rivalutazione di tali motori

MOTORI A CORRENTE CONTINUA C.C.



$$E = k\phi n$$

$$C = k_c \phi I$$

$$V = E + RI$$

$$P = V \cdot I = EI + RI^2 = P_{mech} + P_{persa}$$

$$P_u = P_{mech} = EI = \frac{2\pi}{60} C n$$

$$n = \frac{E}{k\phi} = \frac{V - RI^2}{k\phi} \approx \frac{V}{k\phi}$$

Regolare il motore vuol dire varare il numero di giri e vedere cosa succede a potenza e coppia. Pono varare o la tensione di armatura o il flusso mantenendo la corrente di armatura cost

$$\left\{ \begin{array}{l} I = \text{costante} \rightarrow \bullet V_{ecc} \Rightarrow \phi \\ \bullet V \rightarrow \text{Tensione di armatura} \end{array} \right.$$

LIMITI MOTORI A CORRENTE CONTINUA

Il principale limite dei motori a cc. è la presenza di SPATTOLE/COLLETTORI, questi hanno limiti nella velocità (non superiore a 3000 rpm) per cui il problema del consumo di spatole grafittiche e collettore. Inoltre questi motori non possono essere utilizzati in ambienti esplosivi, ad esempio cabine di Veruciatua

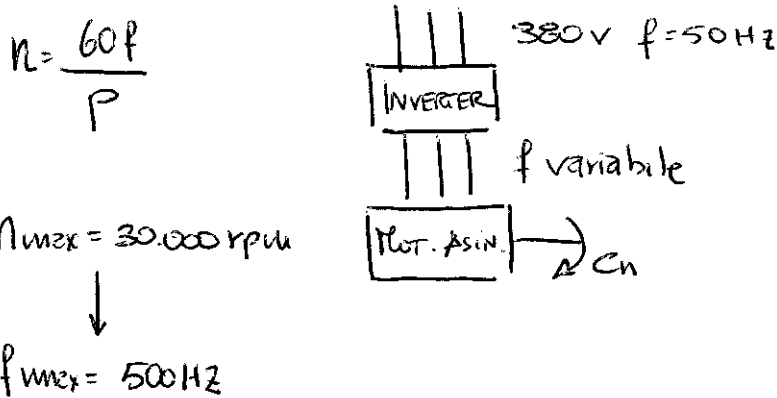
- Se vengono utilizzati per mandrini la regolazione è quella vista in precedenza con possibilità di variare il flusso -
- I motori per le trazioni sono i SERVOMOTORI che lavorano a Flusso costante, quindi a Magneti permanenti. Allora aumenta il rendimento anche del 10%. Si hanno motori più LEGGERI e più COMPATTI.

MOTORI
 / Bassa inerzia -> Elevate accelerazioni e Risposta
 \ Alta inerzia -> Elevata precisione basse accelerazioni

Per questi motori è necessario introdurre un Rettificatore dato che la linea è a CA.

MOTORI A CORRENTE ALTERNATA (FREQ. VARIABILE)

Abbiamo bisogno di un dispositivo che permetta la variazione della Frequenza dato che:



Questi motori si diffondono per la momentazione dei mandrini il sistema deve essere opportunamente schermato.

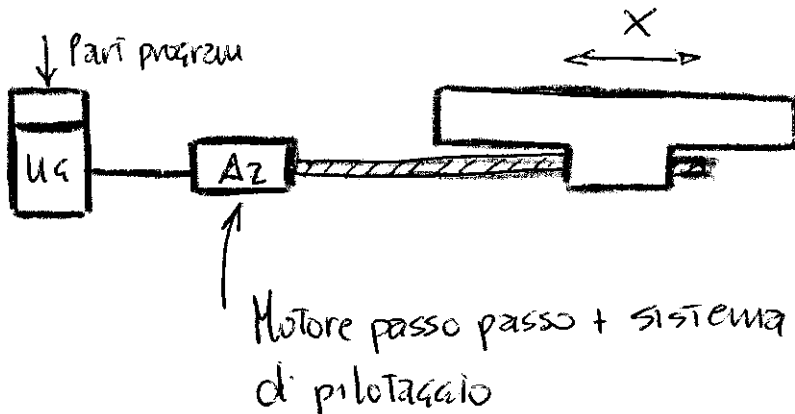
MOTORI PER TAVOLE GIREVOLI

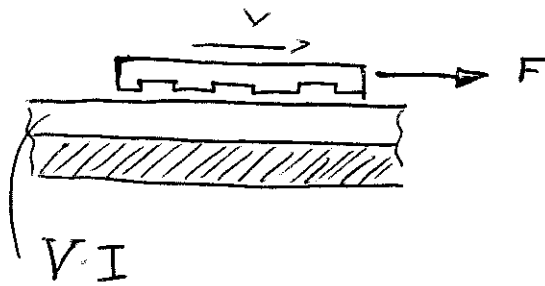
Il sistema cinematico è VITE SENZA FINE - CORONA DENTATA

Il motore è a corrente continua

MOTORI PASSO PASSO

Non vengono utilizzate in questo caso delle RETROAZIONI, ma il sistema è ad ANELLO APERTO





$$e = \phi \cdot I_{in} \cdot v \quad \text{vel.}$$

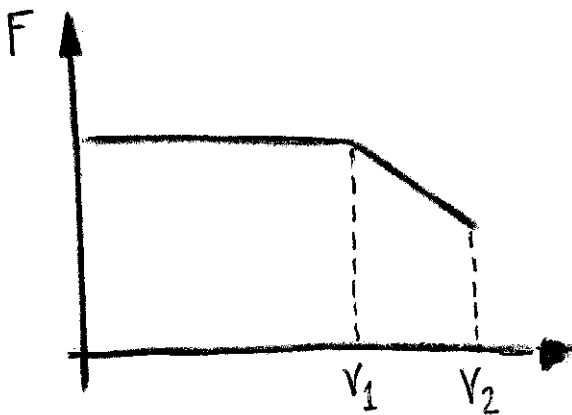
$$F = \phi I_{in} \cdot I$$

$$V = RI + L \frac{dI}{dt} + e$$

$$F = K_F \cdot I$$

$$v = K_{EMF} \cdot V$$

$$P_{mecc} = F \cdot v$$



VANTAGGI

- Non c'è catena cinematica
- Alte velocità a 240 mm/min
- Alte accelerazioni 300 mm/s²
- Miglior efficienza
- Alta rigidità

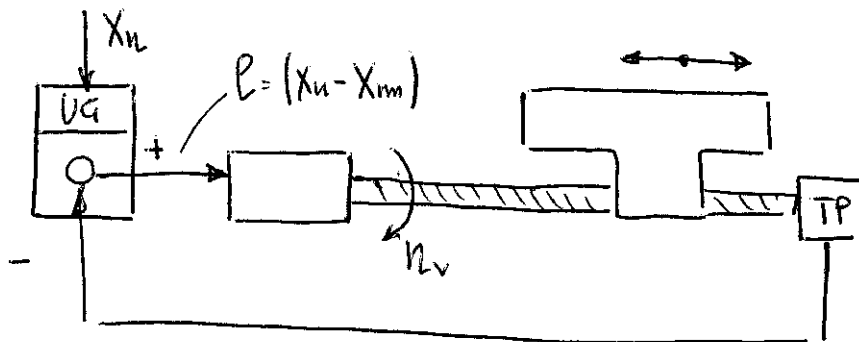
SVANTAGGI

- Minor rendimento del motore
- Smaltimento del calore
- Forza normale che tende a staccare il motore
- Costo elevato
- Protezione da trucidio e refrigerante

RIEPILOGO

Gli assi deve essere controllato separatamente dagli altri,
 le VELOCITÀ devono essere PROGRESSIVE, le VELOCITÀ di RAPIDO sono a
10-15 mm/s con coppia nominale (5÷100Nm) Correnti di spunto 10 In.
Ks ≈ 15 ÷ 50 ms

TRASDUTTORI



Il tecnico ha la Velocità e la Posizione, quindi abbiamo acceno a 2 anelli, quello della posizione e quello di velocità ne deriva quindi un analisi di TRASDUTTORI DI POSIZIONE E VELOCITÀ

Definizioni

GRANDEZZA MISURATA \rightarrow Variabile fisica da determinare mediante una misura

VALORE MISURATO \rightarrow È la grandezza specifica della variabile misurata (con unità di misura)

TRASDUTTORE DI MISURA \rightarrow È il componente che in presenza del valore misurato fornisce in uscita il segnale di misura.
 ○ SENSORE

POSIZIONE DI MISURA \rightarrow È la posizione occupata dal sensore

NB: L'introduzione di un nuovo componente un errore introdotto ad esempio inserendo un voltmetro in un circuito si introduce un'ulteriore resistenza.

TRASDUTTORE DI POSIZIONE

Prima l'impiego di sistemi analogici/digitali, classificava il tipo di unità di governo. Adeno, l'unità di governo è sempre digitale e quindi in caso di utilizzo di trasduttore Analogico è necessario un convertitore A/D dal trasduttore all' UG.

L'uso di un trasduttore DIRETTO/INDIRETTO influenza la costruzione della macchina. E' INDIRETTO quando dalla rotazione della vite si rinvia al movimento della tavola, ad esempio.

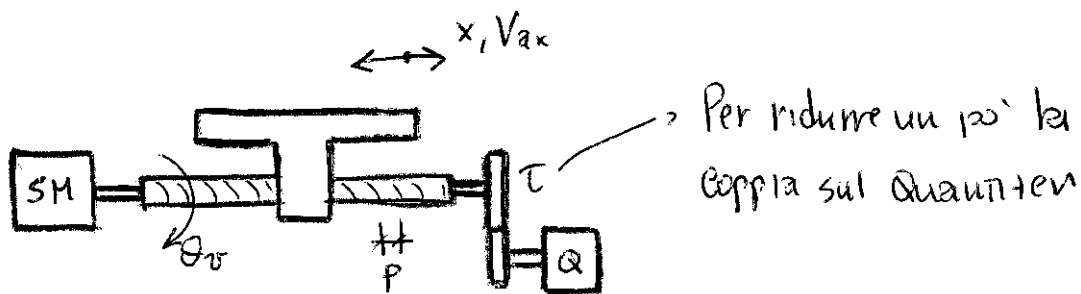
La scelta del TRASDUTTORE di POSIZIONE è legata al suo POTERE RISOLUTIVO cioè la minima variazione di spostamento misurabile

I più utilizzati sono:

- INDUCTOSYN (a induzione magnetica) - > in disuso
- ENCODER (ottico) - > + diffuso
- RIGA OTTICA (ottico) - > diffusa su macchine di misura
- RESOLVER (elettromagnetico)
- LASER (interferometrico) - > Generalmente utilizzato in Fase di MONTAGGIO e CONTROLLO

Il principale problema è che non evociamo il verso di rotazione
 E la soluzione può essere quella di posizionare un fotodiodo
 utente stazionario ANGOLARMENTE di un angolo δ . In questo
 modo possiamo capire se il motore ruota orario o antiorario in
 funzione della sequenza di spegnimento accensione dei fotodiodi

RISOLUZIONE $\theta_{\text{quanti}} = \frac{2\pi}{50} \rightarrow 50 \text{ sezioni.}$



$Z \approx 5 \quad p = (5 : 10)$

Così posizionato, il quantiter è un trasduttore INDIRETTO dato
 che misura θ_v per misurare lo spostamento della tavola.
 Voliamo ad esempio calcolare lo spostamento minimo fatto dal
 quantiter.

$$\frac{2\pi}{\theta_v} = \frac{P}{X} \rightarrow X = \frac{P \cdot \theta_v}{2\pi}$$

$$Z = \frac{\theta_{\text{quanti}}}{\theta_v} \Rightarrow \theta_v = \frac{\theta_q}{Z} \rightarrow X = \frac{P \cdot \theta_q}{2\pi Z}$$

$$W_g = \frac{2\pi V_{ax} \cdot 1000 \tau}{p \cdot 60} \quad i^\circ = \frac{W_g \cdot n}{2\pi}$$

$$i^\circ = \frac{2\pi V_{ax} \cdot 1000 \tau n}{2\pi \cdot p \cdot 60} \Rightarrow i^\circ = \frac{V_{ax} \cdot 1000 \tau \cdot n}{p \cdot 60}$$

$$V_{ax} = 10 \text{ m/min} \quad p = 5 \text{ mm} \quad \tau = 5$$

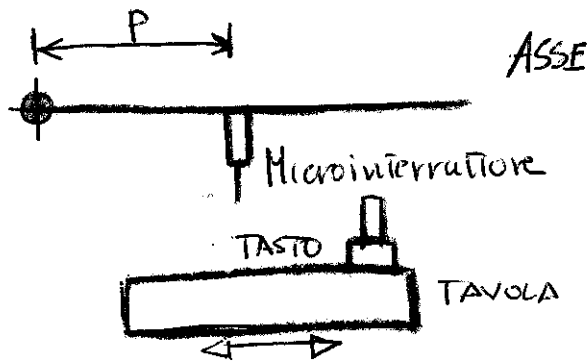
$$n_1 = 50 \quad n_2 = 2500 \quad [\text{rpm}]$$

$$i_1 = 8333 \text{ imp/s} \quad i_2 = 416.000 \text{ imp/s}$$

L'encoder è stato quindi sviluppato per andare i limiti del Quantiter. È un trasduttore ottico (senza elementi di strisciamento). Non può essere montato direttamente sulla vite per la coppia elevata. Il disco è di vetro e non risente degli sbalzi termici. Deve essere a TENUTA STAGNA per evitare la presenza della POLVERE.

La massima velocità di rotazione di un albero collegato all'Encoder è:

$$N = \frac{\omega}{ii} \quad \left\{ \begin{array}{l} N = N^\circ \text{ giri max dell'albero} \\ f = \text{frequenza dell'unità di governo} \\ ii = \text{Impulsi al giro} \end{array} \right.$$



Quando si riaccende la macchina, viene mossa la tavola in modo che torni indietro, quando viene toccato il tasto, viene attivata la seconda pista e da lì la tavola si ferma quando legge la tacca sulla seconda pista. In questo modo si ha sempre uno ZERO MACCHINA.

RIGA OTTICA

È lo sviluppo sul piano dell'encoder, viene montata sulla parte fissa della tavola. Poiché il dispositivo che contiene la sorgente di luce e il fotodiodo, la parte è chiamata REGOLO. Il Regolo è montato sulla parte mobile.

Il trasduttore in questione è di tipo diretto. Molto preciso ma anche molto delicato. Infatti viene utilizzato su macchine di misura dove non c'è trucco ne Refrigerante. Le righe sono generalmente ottenute per ELETTRODEPOSIZIONE

Modulazione di Fase

$$V_1 = V_0 \sin \omega t$$

$$V_2 = V_0 \cos \omega t$$

V_1, V_2 stessa ampiezza, diversa Fase

$$V_{12} = V_0 \cos(\omega t - \varphi)$$

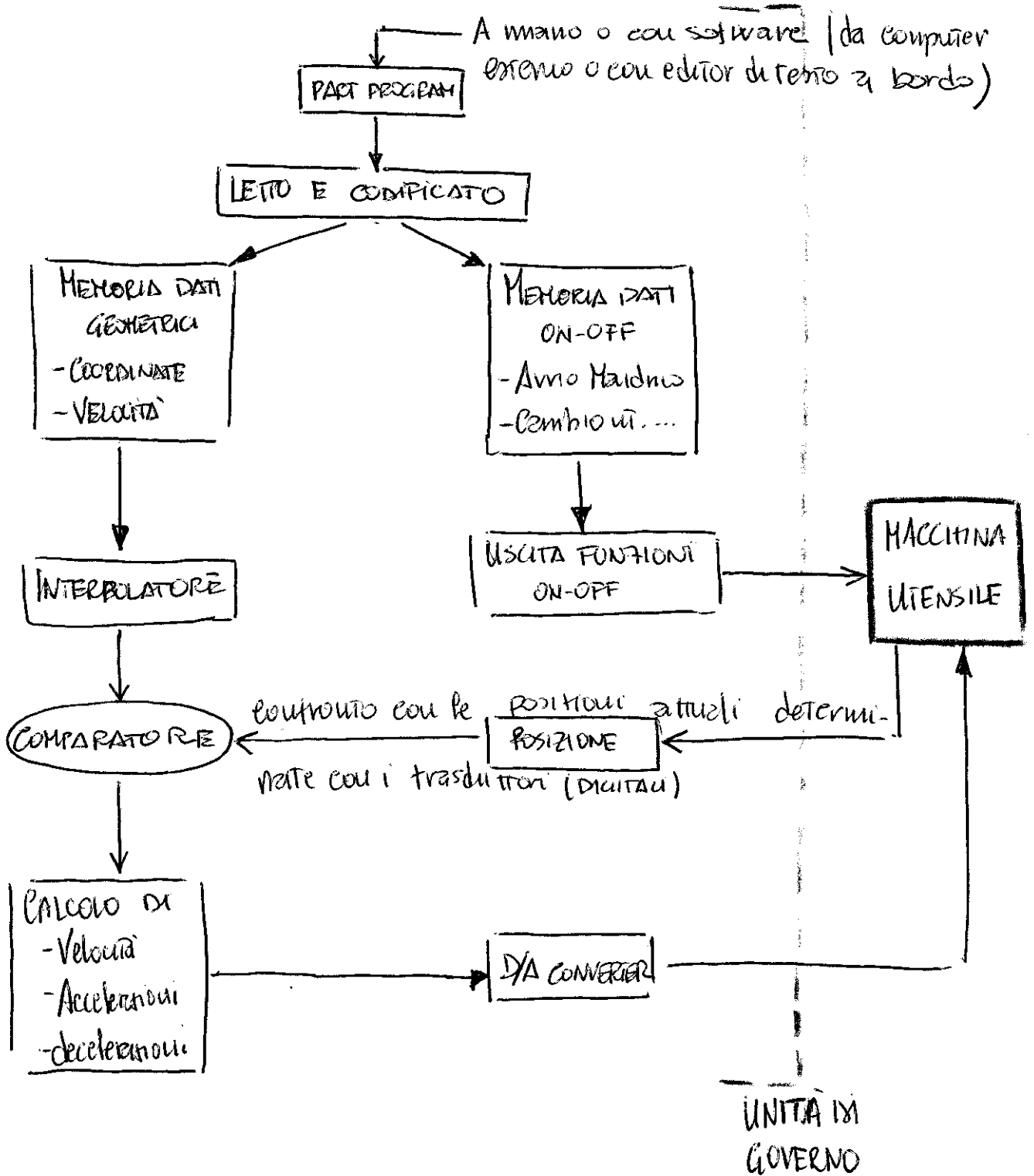
$$V_{34} = V_0 \sin(\omega t - \varphi)$$

Il Resolver tuttavia è in disuso.

Resolver come uno sfasatore.

L'unità di governo può dover essere utilizzata per delle scansioni che servono per la copiatura, ma non vengono più utilizzate. Invece sono utilizzate le sonde per la MISURA DURANTE IL PROCESSO.

SCHEMA LOGICO

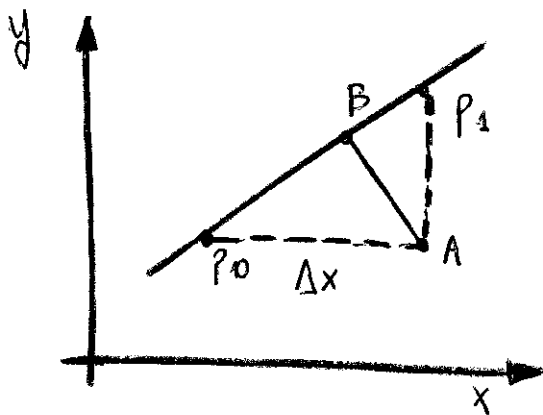


Da un piccolo incremento Δx all'asse x e arrivo in un determinato punto e calcolo il segno della funzione e se è ≤ 0 do un incremento Δy . Arrivo nel nuovo punto e calcolo il segno della funzione e se è > 0 do un incremento Δx . Approssimiamo quindi la traiettoria con una SPEZZATA.

$$\begin{cases} \Delta x = S_x \\ \Delta y = S_y \end{cases} \text{ Risoluzione degli assi } x, y.$$

Si fa in modo che $S_x = S_y$ agendo sui parametri.

L'ERRORE sulla traiettoria è più piccolo o al massimo uguale alla Risoluzione



$$AB = \epsilon$$

$$\Delta x = S_x$$

$$\epsilon = S_x \cdot \sin \alpha$$

L'errore è al più = alla Risoluzione

Questo comporta sia un errore dimensionale che un errore sulla Rugosità

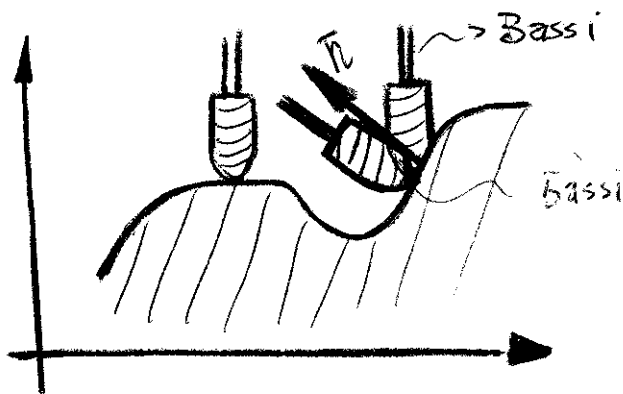
L'interpolatore quindi non fa altro che unificare i punti tra quello iniziale e quello finale.

CONTROLLO ASSI

CONTROLLO PUNTO-PUNTO = Non esiste relazione tra gli assi controllati e si controlla solo il pt. di inizio e Fine, ad esempio utilizzato per i monumenti in Repub

CONTROLLO CONTINUO = Relazione funzionale tra gli assi, e la relazione deve essere rispettata istante x istante. E' quindi necessario un INTERPOLATORE

In Funzione del numero di Assi a zorno diverse unita di Governo. E' importante capire che con la Fresa a 3 assi non sempre possiamo fare delle lavorazioni complete perche non si mantiene allineato l'asse dell'utente con la normale alla Superficie



Generalmente:

SGROSSATURA -> 3 assi
(meno vibrazioni)

FINITURA -> 5 assi
(Più precisione)

Una volta definito il ciclo di lavorazione e definito il percorso dell'utensile viene emesso il File chiamato CL FILE. Quindi c'è il POST-PROCESSAMENTO che non fa altro che tradurre il CL FILE in linguaggio macchina. Questo processo viene svolto dal POSTPROCESSORE. In officina arriva il File POSTPROCESSATO. E se viene acquistata una nuova macchina, basta acquisire nuovi POSTPROCESSORI per contenere tutti i programmi.

LINGUAGGIO ISO

N#### -> Identifica il blocco (N° riga programma)

G## -> Funzione preparatoria (G1 interpolazione lineare)

X,Y,Z ####.### -> Coordinate di un punto

U,V,W -> Angoli di rotazione

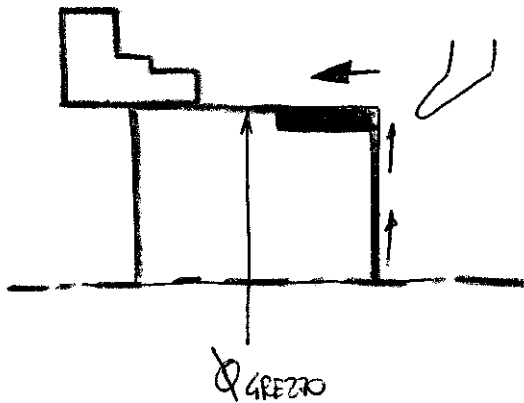
F#### ° ##, ## -> Avanzamento [mm/min o mm/giro]

S#### -> Velocità di rotazione

T#### -> Utensile

M## -> Azio mandrino ecc...

AZZERAMENTO



Viene tornito il materiale in modo da pulire il diametro quindi senza togliere l'utensile misuro il diametro \varnothing_1 e quindi con la funzione di azzeramento dico alla macchina che l'utensile si trova a \varnothing_1

LINGUAGGIO APT

Linguaggio compilativo (Automatic programming Tool) - La base di questo linguaggio è ancora valida. Attualmente però i programmi sono GRAFICI INTERATIVI. Strutture:

INFORMAZIONI GEOMETRICHE

Con l'APT un numero 16 forme geometriche elementari, quindi le superfici erano una composizione di queste

INFORMAZIONI DI MOTO

Spostamento dell'utensile

COMANDI PER POST PROCESSORE

TOLLERANZE

Ad esempio n° di segmenti per approssimare una curva.

CONTROLLO NUMERICO COMPUTERIZZATO - RIEPILOGO

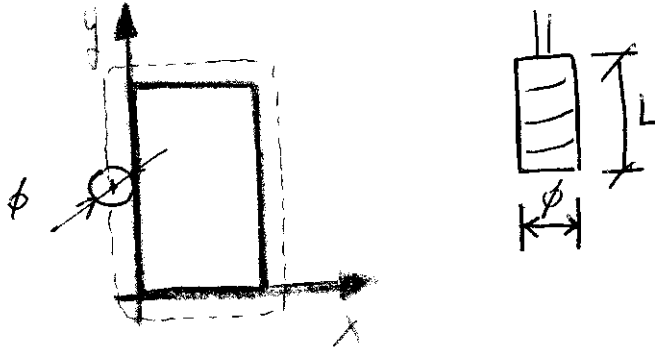
- Le unità di Governo di nuova generazione sono del tipo "SOFT WIRED" il controllo è gestito da più processori.
- Nel passato le Unità di Governo erano a Logica cablata e avevano una bassa flessibilità con la possibilità di gestire 2 istituzioni per volta.
- Limite superiore con l'impiego di un calcolatore a bordo dell'unità di Governo - Il sistema operativo è generalmente Windows anche se il controllo delle operazioni non sempre è facilmente gestibile
- Numero elevato di Gestione Assi
- Principali Funzioni del CNC
 - Controllo macchina utensile
 - Compensazione in Linea
 - Gestione programmi
 - Diagnostica

CONTROLLO MACCHINA UTENSILE

È la funzione PRIMARIA dove il controllore GESTISCE tutte le funzioni dell'unità di Governo

OPERAZIONI PRINCIPALI DELLA COMPENSAZIONE IN LINEA

1- Correzione del raggio e Lunghezza utensile.



Se vuoi fare la funzione di compensazione in Linea, per ogni diametro di Freza bisognerebbe risentire il programma.

2- Correzione degli errori riferiti da sonde di misura che operano in procent.

↓

Se disposti di una macchina che ha sonde di misura, viene misurato il pezzo dopo la lavorazione e sulla base delle misure è possibile modificare la lavorazione (si tiene conto ad esempio dell'usura dell'utensile).

3- Ricambio delle portioni degli Assi quando con TASTATORE viene individuato un nuovo riferimento nel pezzo.

4- Controllo automatico di Velocità e avanzamento.

5- Determinazione delle vita Residua dell'utensile.

VANTAGGI DEL CNC

- Gestione e archiviazione programmi
- Gestione unità di misura
- Introduzione di nuove funzioni
- Possibilità di ~~pro~~ generare programmi di Gestione personalizzati
- Possibilità di essere interfacciati con varie funzioni aziendali.

DIRECT NUMERICAL CONTROL

Può essere definito come un sistema di produzione dove un insieme di macchine è controllato da un elaboratore CENTRALE attraverso una comunicazione diretta in tempo reale.

Il PART PROGRAM viene inserito nelle macchine utensili attraverso un collegamento con cavo direttamente dalla memoria principale.

Il DNC prevede l'impiego di un unico calcolatore che gestiva tutte le MU con l'obiettivo di

- 1) Trasferimento delle informazioni su richiesta
- 2) Raccolta ed elaborazione dei dati raccolti

LIMITI DEL DNC ORIGINALE

- 1) rottura del Elaboratore centrale comporta l'interruzione di tutta la lavorazione - Necessario quindi avere 2 Elaboratori centrali in backup
- 2) costo elevato e non sempre conveniente considerando che per ogni macchina acquistata, deve essere eliminata l'unità di lavoro e sostituita con il DNC.



sistema DNC riservato ad officine completamente Automatizzate con CNC oppure in Espansione.

EVOLUZIONE DEL MODERNO DNC

- 1) La MU deve mantenere la propria INTELLIGENZA Locale in più deve dialogare con l'elaboratore centrale.
- 2) Calcolatore centrale adatto ad Accumulo + SOSTIAMENTO dei PART PROGRAM + COMPITI GESTIONALI

E' possibile la presenza di Elaboratori INTERMEDI dedicati a delle specifiche aree di lavoro (che hanno macchine utensili omogenee)

13-01-2011 T1

Calcolatore centrale deve garantire:

- Accumulo e smistamento PART-program.
- Monitoraggio delle macchine MU
- Archiviazione dei tecnici
- Verifica durata utensili
- Acquisizione cause di fermata
- Acquisizione dati di produttività
- Verifica avanzamento della produzione

Blocchi I:

Sono delle interfacce verso i CNC e non devono operare in tempo reale. Dato che il CNC ha una sua intelligenza. Nel complesso quindi il DNC non deve operare ONLINE

Il DNC

- 1) Archiviazione part program in linguaggio edito
- 2) Post processing automatico a seconda della macchina
- 3) Elaborazione dati di produzione

VANTAGGI

- 1) UNIFORME trasferimento dei PART PROGRAM.
- 2) Elevata capacità di Elaborazione di dati e FLESSIBILITÀ con macchine nuove
- 3) Archiviazione di molti part program

CONTROLLO ADATTIVO

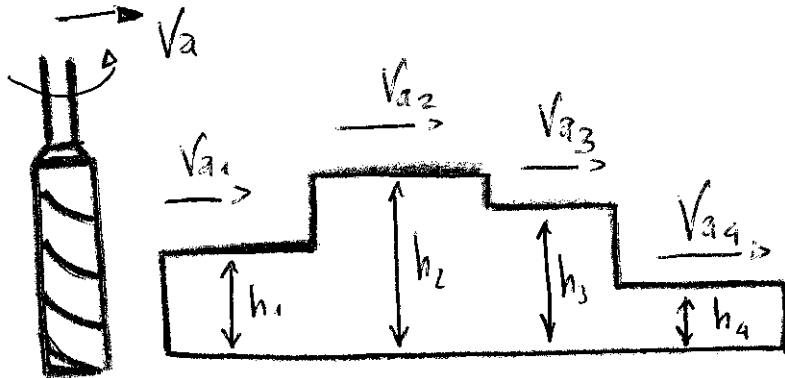
Il principale VANTAGGIO del CNC è quello di aumentare la PRODUTTIVITÀ attraverso una RIDUZIONE dei TEMPI MORTI

Il tempo di asportazione nei CNC è compreso tra 50% - 80%
calcolo FLOOR TO FLOOR (Pallet a Pallet)

Per le MU tradizionali è di circa il 30%.

Per recuperare ulteriore produttività è possibile controllare più PRECISAMENTE i parametri di lavorazione attraverso il CONTROLLO ADATTIVO.

ESEMPIO

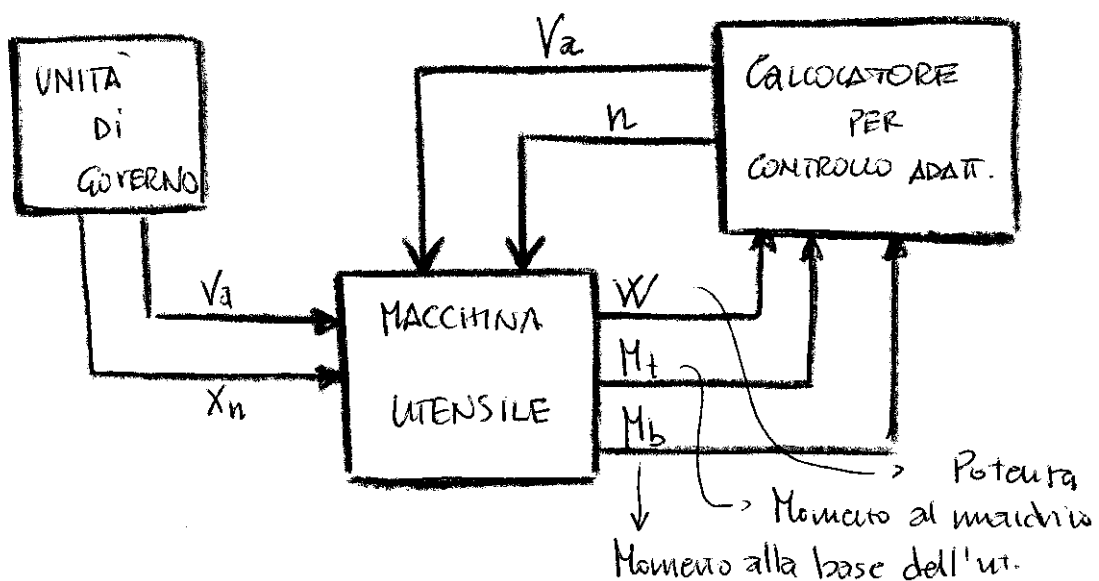


Invece di dover contornare una piastra con altezze differenti di conseguenza gli aumenti possono essere maggiori dove lo spessore è minore. Ma non è possibile variare in questo modo la velocità di avanzamento e generalmente si utilizza una velocità cautelativa, quindi la V_{a2} . Se andiamo però a ridurre il Momento Torcente applicato alla Fresa, potremo

Con il C.A è inoltre possibile adattare l'usura dell'utensile.

Il C.A viene utilizzato quando:

- Tempo di asportazione è 40% tempo ciclo
- Quando ci sono molte sorgenti di variabilità
- Costo della lavorazione molto elevato
- Si lavorano materiali "difficili" e quindi non si conosce bene la dinamica di taglio e dell'ottimizzazione dei parametri



SORGENTI DI VARIABILITÀ

1) Variazione dello SPessore e LARGHEZZA del TRUCIOLO, comporta generalmente la Regolazione dell'AVANTAMENTO.

2) Variazione di DIREZZA e LAVORABILITÀ a causa delle presenza ad esempio di INSERTI, si regola AVANTAM. e VEL. TAGLIO.

CONTROLLO ADATTIVO DI OTTIMIZZAZIONE ACO

Ha lo scopo di realizzare istante x istante una combinazione assunta come OTTIMALE per i parametri di lavorazione

E' necessario un INDICE DI PRESTAZIONE da OTTIMIZZARE ISTANTE dopo ISTANTE

$$I_p = f \left(\frac{\text{MRR}}{\text{TWR}} \right)$$

Material Remove Rate (Vel. di asportat. del materiale)

TOOL WEAR RATE (Tasso di usura) dell'utensile.

MRR è valutabile direttamente mentre TWR non è misurabile direttamente. e questo è un problema e un Limite.

- E' ad esempio possibile valutare il TWR indirettamente attraverso delle LEGGI DI USURA (vedi Taylor).
- Oppure TWR valutabile alla fine della lavorazione

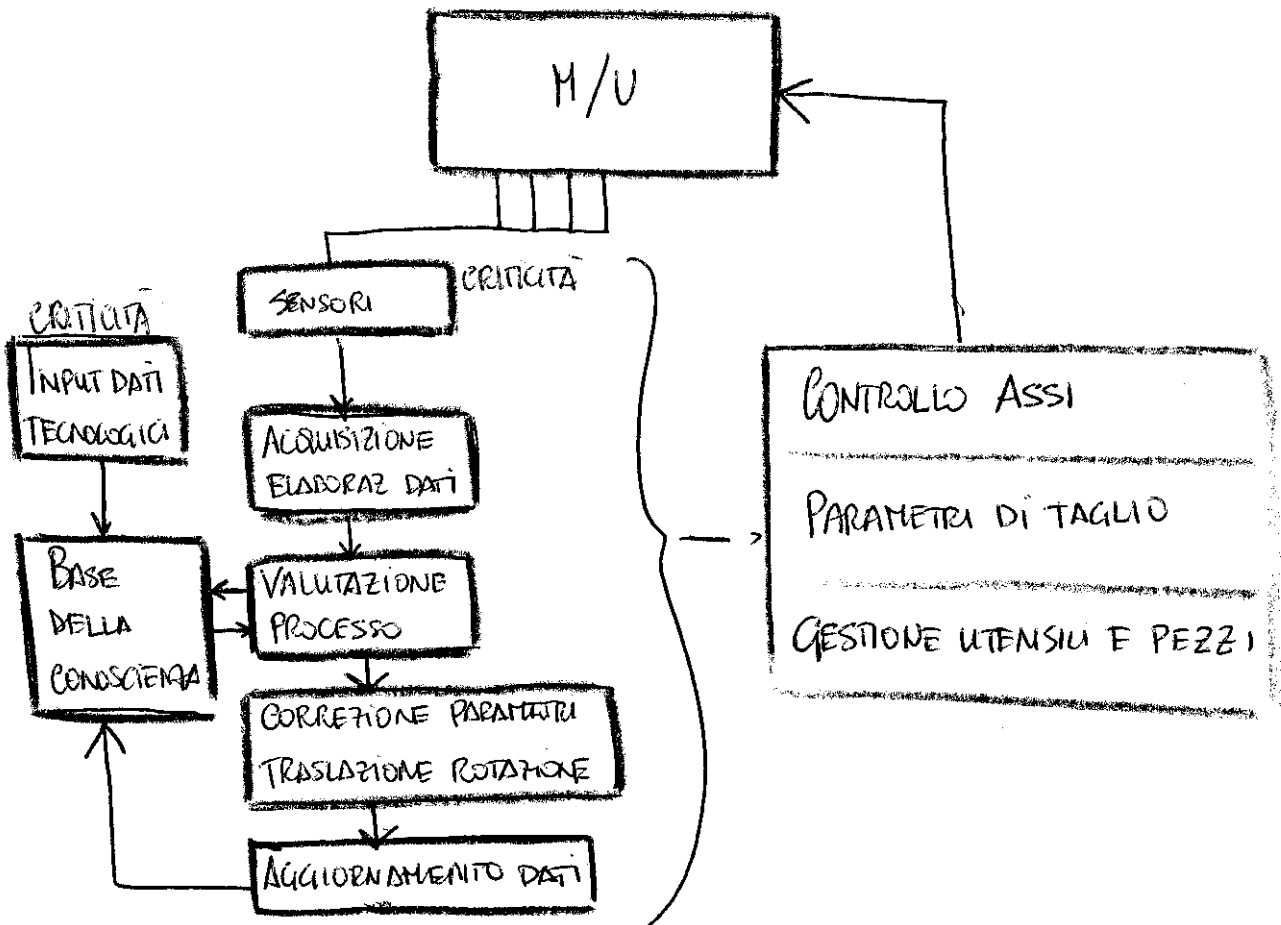
Il controllo adattivo di ottimizzazione non può quindi operare in linea senza l'utilizzo di un controllo adattivo tecnologico di Limite.

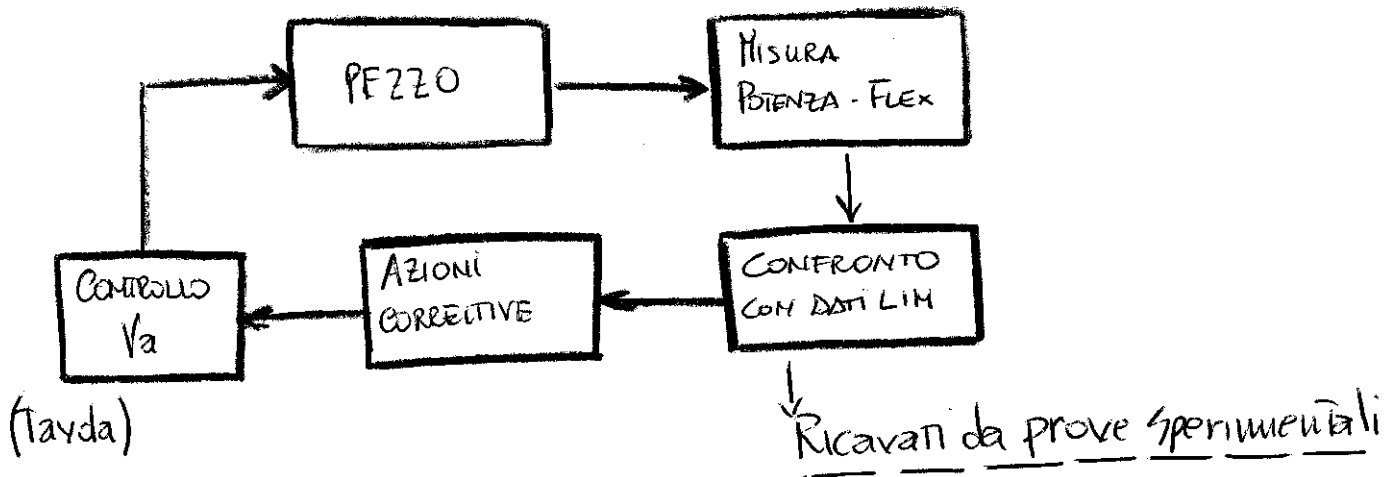
L'ACO può direzionare un sistema Autonomo di Governo della macchina. In grado di tenere sotto controllo:

- USURA UT
- FORZE DI TAGLIO
- POTENZA ASSORBITA
- VIBRAZIONI

Lavorazioni Effettuate → Dati Spesi per successive Lavorazioni

Scelta dei parametri in tempi BREVİ grazie a sistemi completi Implementati





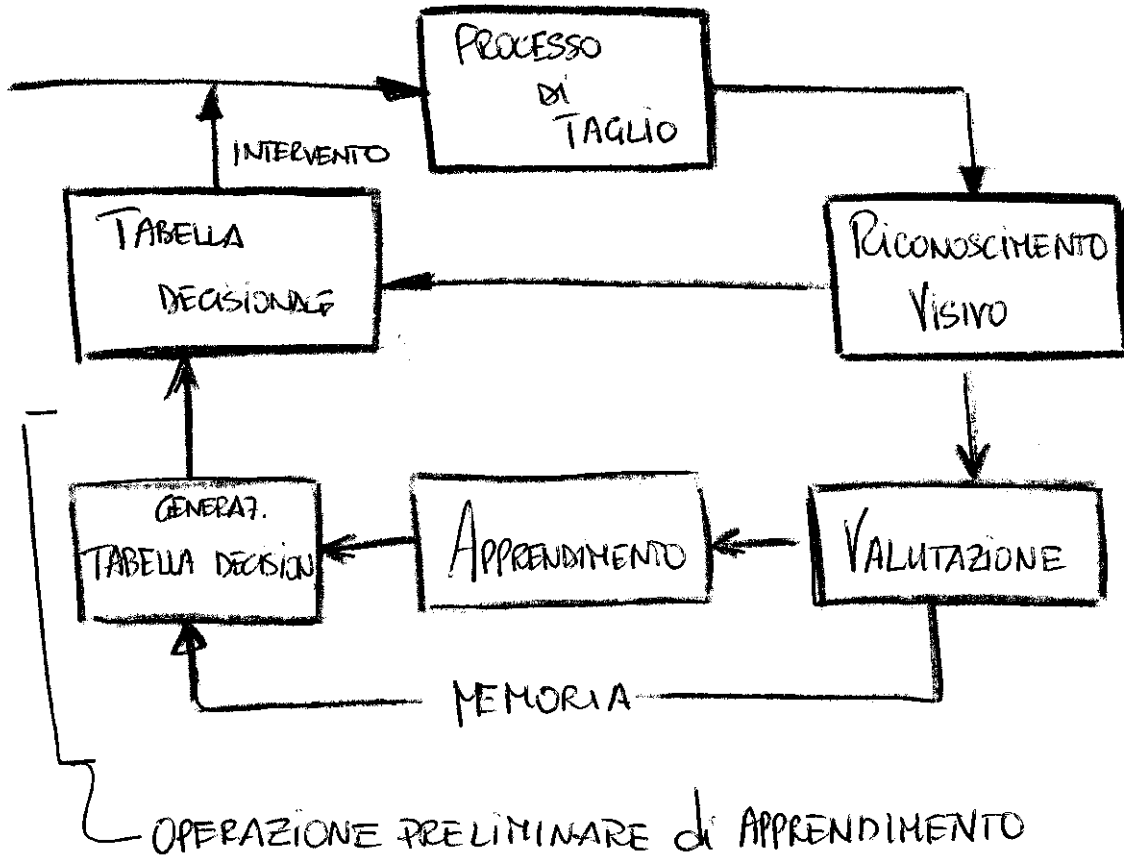
CONTROLLO ADATTIVO GEOMETRICO GAC

Modifica dei momenti della MU compensando gli errori geometrici (DEFORMAZIONI dovute a SOLLECITAZIONI e/o GRADIENTI TERMICI). È un metodo utilizzato per macchine ad alta precisione come ad esempio le macchine di misura.

ERRORI IN LAVORAZIONE

- 1) GEOMETRICO dovuto alla macchina utensile (Guide hanno un loro errore sia dimensionale che geometrico)
- 2) SOLLECITAZIONI MECCANICHE
 - STATICHE → Posizionamento del pezzo
 - DINAMICHE → Durante le lavorazioni
- 3) DEFORMAZIONI TERMICHE.

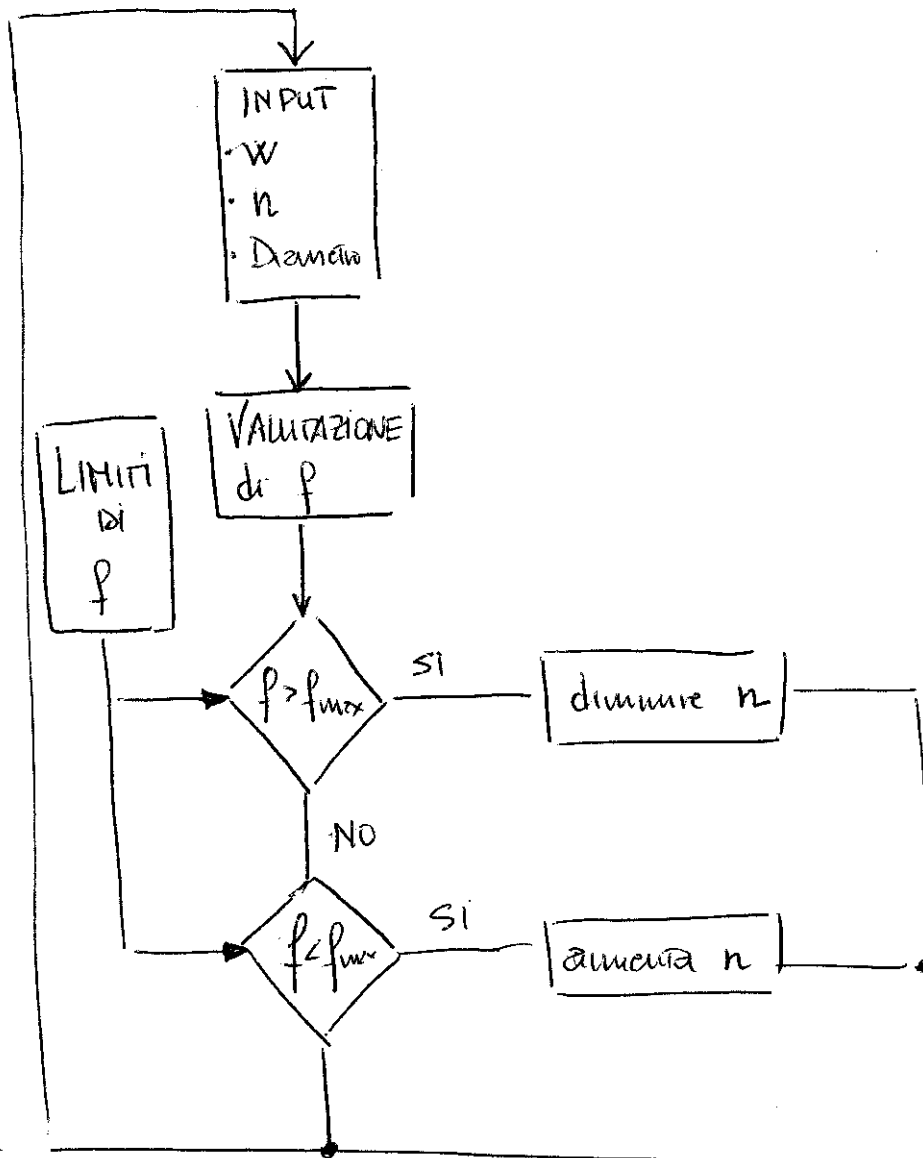
Il controllo adattivo geometrico va a compensare questi 3 errori e viene utilizzato specialmente nelle macchine di misura.



In modo preliminare bisogna stabilire la Tabella DECISIONALE
ad esempio quando viene cambiato il materiale dell'utensile

- f in nota e valutata sperimentalmente
- P nota
- Ho un sensore in più (quello sulla pteca)
- Controllo n per limitare f

Inerziali di
produttività
da 20% - 40%.



ESERCIZIO FILETTATURA

Risultare una filettatura al CN è più facile perché non c'è bisogno di barra scemolata e barra filettata come in un TORNO TRADIZIONALE ma è presente un ENCODER.

Il bloccaggio del PETTO e della CONTROTESTA è generalmente OLEODINAMICO.

Nelle Figure delle SLIDE i torni sono a dassi + la rotazione del mandrino.

Nei Torni Verticali non c'è la CONTROTESTA dato che l'asse Z è Verticale.

Nelle Frese è possibile la presenza di un CILINDRO PNEUMATICO per mantenere l'asse verticale fermo quando viene tolta l'alimentazione.

STRUTTURA
 — GHTSA —> Con guide RIPORTATE
 — ACCIATO —> STRUTTURA SALDATA

Centro di lavoro GANTRY —> A portale, per pezzi di grandi dimensioni.

LAVORAZIONE LAMIERE

Il CN per deformazione della lamiera trova impiego nelle

- PRESSE PIEGATRICI
- SALDATRICI
- PIEGATURA TUBI
- LAVORAZIONE LAMIERA

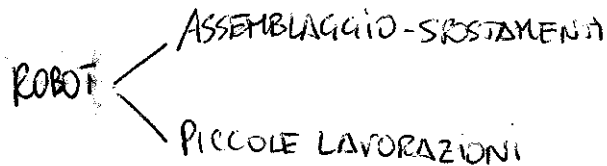
Con lo stesso Punzone, è possibile realizzare Fori con dimensioni diverse in modo da ~~potere~~ avere un numero di punzoni limitato. Ovviamente è uccenzo il CN.

Il N° di assi è 2, perché il momento del PUNZONE non è controllato!

ROBOT INDUSTRIALI

Utilizzati per IMPIANTI MANIFATTURIERI DURI come ad esempio
zapani VERNICIATURA, TRANCIATURA ecc...

I robot sono studiati per PERCORRERE TRAIETTORIE COMPLESSE.



- Il Robot è in grado di compiere precisamente le operazioni che può compiere l'uomo senza il problema di PESO, STANCHEZZA. È ideale perché non è possibile emulare completamente l'uomo
- Robot -> Manipolatore multifunzionale riprogrammabile progettato per manipolare materiali, pezzi, utensili ecc...
attuano movimenti programmabili VARIABILI

PRINCIPALI CARATTERISTICHE

- Manipolare oggetti utensili
 - Flessibilità
 - Sbaratura
 - Taglio
- Piccole Lavorazioni
↓
Entro certi limiti di peso perché nascono
Le VIBRAZIONI.

GRADI DI LIBERTÀ

È il numero di movimenti di cui è dotato il ROBOT (da 5 a 7 cdl)

Maggiore è il N° di cdl maggiore è la Flessibilità del Robot

Il Robot è una macchina a CONTROLLO NUMERICO destinata alla MOVIMENTAZIONE e MANIPOLAZIONE che deve essere in grado di dialogare con altre macchine.

ELEMENTI COSTITUTIVI

- 1- Strutture meccanica
- 2- Azionamento
- 3- Sistema di controllo dell'Unità di Governo
- 4- Sensori. (Per il dialogo)

STRUTTURE MECCANICHE

- Cartesiana
 - Cilindrica
 - Sferica
 - Articolata
 - SCARA
- * ←
* ←
* ←
- Le + diffuse (80 ÷ 85% strutture articolate)

La Facilità di programmazione risiede nel fatto che la
 movimentazione avviene secondo gli assi cartesiani

OPERATORE $\rightarrow X_p Y_p Z_p \rightarrow$ ROBOT (Il Punto coincide)

Struttura cartesiana a portale

E' una forma che ricopre l'area di lavoro quindi permette
 dei Volumi di lavoro superiori.

