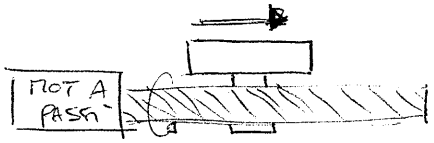
P8A - Controllo anello aperto



Il motore a passo è caratterizzato da una serie di impulsi che determina la rotazione del motore di α = passo

$$\alpha = 360°/n_s \quad \text{con } n_s = n° \text{ passi } \forall \text{ giro motore}$$

Per spostamento Δx, il n° di impulsi da fornire al motore è $n_p = \frac{360° \cdot \Delta x}{p_v \alpha}$

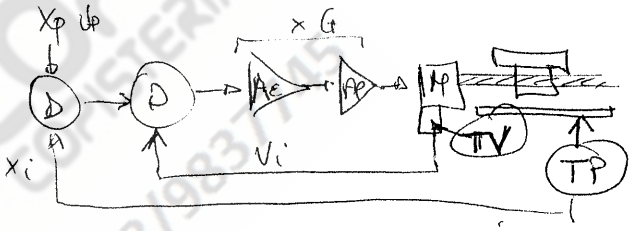
con p_v = passo delle viti di trascinamento.

Ne la vel. di rotazione è $n = \frac{60 f_p}{n_s}$ e la vel. della tavola $v = p_v \cdot n = \frac{60 f_p p_v}{n_s}$

Quindi la frequenza con cui devono essere inviati impulsi per far muovere l'asse con una velocità v $\Rightarrow$

$$f_p = \frac{v \cdot n_s}{60 p_v}$$

Sist. controllo anello chiuso: usa $\varepsilon_x = x_p - x_i$ con x_p da raggiungere e x_i misurato dal trasduttore di posizione (TP). Il segnale viene poi amplificato ($\times G$). Questo segnale ($G\varepsilon_x = G(x_p - x_i)$) viene trasformato in coppia motrice fino a che $x_p = x_i$ ($\varepsilon_x = 0$). Questo sistema è meno sensibile ai disturbi; la velocità precisione è basso tempo di risposta.

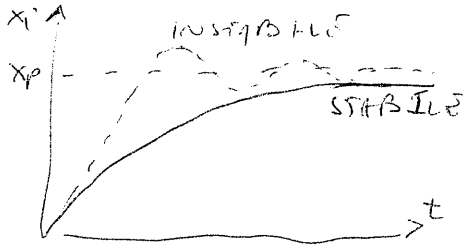


La precisione è il max errore che si può commettere nel posizionamento in un punto. E' funzione di fattori aleatori (deformazioni, fatt. ambientali), non sopprimibili degli attriti delle guide e delle viti a ricircolazione.

Il problema è che, oltre che la coppia dinamica con cui si avvicina a x_p, esiste un certo punto che la coppia non riesce a vincere l'attrito.

Per questo si usano i seguenti accorgimenti:

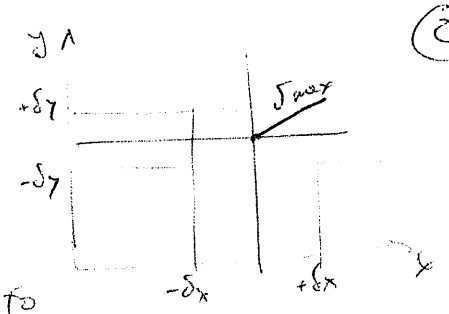
1) uso guide a rulli
2) uso viti a ricircolazione } uno attrito volvente anziché di strisciamento
3) aumento G.



Se aumento troppo G $\Rightarrow$ sist. instabile $\Rightarrow$ supero x_p e ritorno ripetutamente indietro. Per risolvere questo caso, posso usare un 2° anello di retroazione costituito da un (TV) (vedi TV disegno)

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

Precisione di Posizionamento e Ripetibilità



Errore max su piano XY = $\delta_{max} = \sqrt{\delta_x^2 + \delta_y^2}$

Posso dare l'errore come $\varepsilon = \Delta X \pm 3\sigma$

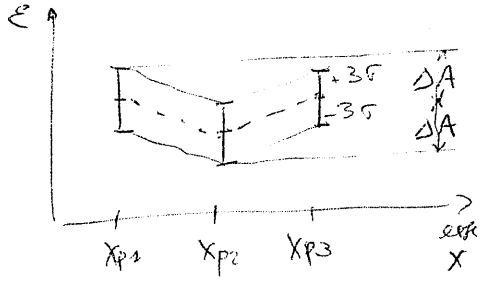
con σ = scarto quadratico medio

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (x_m - x_i)^2}{N-1}}$$

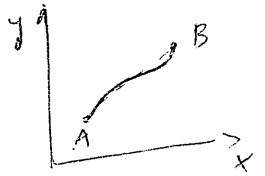
Il problema è che il comportamento di un asse varia da punto a punto →

Precisione posizionamento → $\pm \Delta A$

" ripetibilità → $\pm 3\sigma$



Controllo punto - punto



Il movimento di ciascun asse avviene con fattore dell'ordine dell'errore.

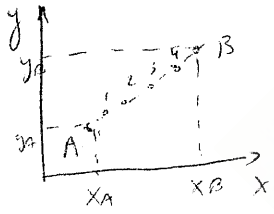
$\varepsilon_x = x_B - x_i$

$\varepsilon_y = y_B - y_i$

VANTAGGIO: posso usare le max velocità

SVANTAGGIO: traiettoria non necessariamente rettilinea

Controllo continuo in interpolazione



Il controllo calcola le coordinate di un punto intermedio della traiettoria e prende come riferimento per il calcolo dell'errore questo:

$\varepsilon_x = x_1 - x_i$ | $\varepsilon_y = y_1 - y_i$ | → $\varepsilon_x = x_1 - x_i$ | $\varepsilon_y = y_2 - y_1$ | ⇒ ...

VANTAGGIO: $\varepsilon \leq$ Errore punto punto

SVANTAGGIO: velocità lunghe

050/83121126 380 383 7115

TRASDUTTORI

Caratteristiche: - Elevato potere risolutivo — Elevata affidabilità
- Elevata precisione — Bassa sensibilità ai disturbi

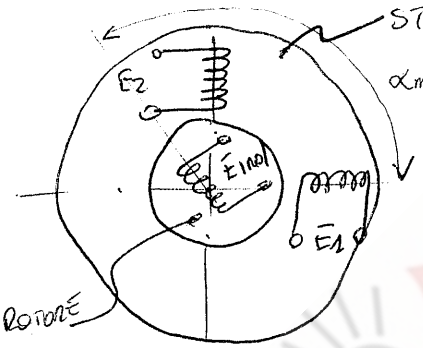
Grandezza di Uscita
- **T. Analogici**: Forniscono segnale analogico
- **T. digitali**: 0, 1, V, F; o 2 livelli tensione

Grandezza rilevata
- **T. Diretti**: Sensibili alla grandezza da misurare
- **T. Indiretti**: Sensibili ad 1 grandezza fisica proporzionale

TP
- **Assoluti**: Portano esse rispetto alla sua origine assoluta
- **Assoluto ciclici**: " nell'ambito del passo del TP
- **Incrementali**: " alla portata precedente occupata

4 tipi più utilizzati → INDUCTOSYN, RESOLVER, ENCODER, ENCODER LINEARE.

RESOLVER → Analogico – Assoluto ciclico – Induttivo



- $E_1 = E\cos\omega t$ → induce sul circuito rotorico una tensione max quando $\bar{E} \parallel$ e nulla quando $\bar{E} \perp$

Se $\Phi_1 = \Phi\cos\omega t$ è il flusso magnetico generato, ho che la tensione indotta sarà di $E'_1 = -N\,d\Phi/dt = N\Phi\sin\omega t = E'\sin\omega t$ con N num spire circuito rotorico.

$E'_1 = E'\sin\omega t\cos\alpha_m$ Per E_2 faccio discorso analogo.

Con lo stesso angolo α_m, ho però che E_2 è max se $\alpha_m = 90$, E_2 è nulla se $\alpha_m = 0$

$E_2' = -E'\cos\omega t\sin\alpha_m$ → $E_{ind} = E_1' + E_2' = E'(\sin\omega t\cos\alpha_m - \cos\omega t\sin\alpha_m)$

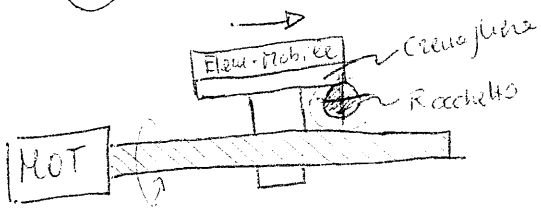
$E_{ind} = E'\sin(\omega t - \alpha_m)$. Tramite una misura dello sfasamento, posso risalire alla posizione del rotore nell'ambito di 1 giro completo (che sarebbe il passo).

Tipi di Montaggio → (A) Tramite pacchetto e cremagliera
(B) Su vite di trascinamento della tavola.

t = passo

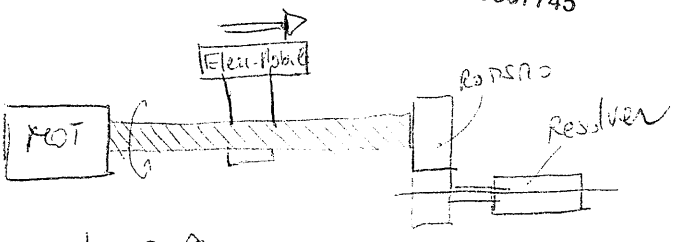
(spostamento tavola x giro completo resolver)

(A)



$t = \pi D$ · D Ø rocchetto

(B)



$t = p_v \cdot c$

- p_v = passo vite
- c = rapp. tx rotismo

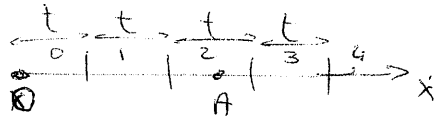
$$X_1 = \frac{t\,\alpha_m}{360°}$$

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

$$D = \frac{t}{\pi} = \frac{360^\circ}{\pi}\frac{r_{TAV}}{r_{RES}} \qquad \boxed{t = 360^\circ \frac{r_{TAV}}{r_{RES}}} \qquad C = \frac{t}{pv} = \frac{360^\circ}{pv}\frac{r_{TAV}}{r_{RES}}$$

- r_{TAV} risoluz. tavola
- r_{RES} risoluz. resolver

La quota calcolata è errata, avrei misurato sul seguente esempio:



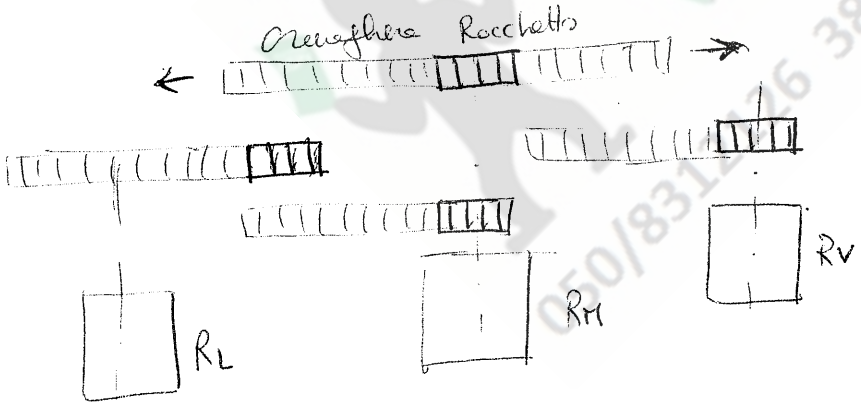
La quota assoluta sarà pari a $\boxed{X_{AS} = tN + \frac{t\alpha_m}{360^\circ}}$ N = n° settore

È quindi necessario AZZERARE il resolver all'inizio del conteggio per ottenere N.

Se t fosse pari alla corsa, non ci sarebbe bisogno del contatore N!

È ovvio che se $t = C$, la risoluzione non sarebbe accettabile. Per questo motivo si ricorre all'uso di una CELLA DI RESOLVER, costituita da:

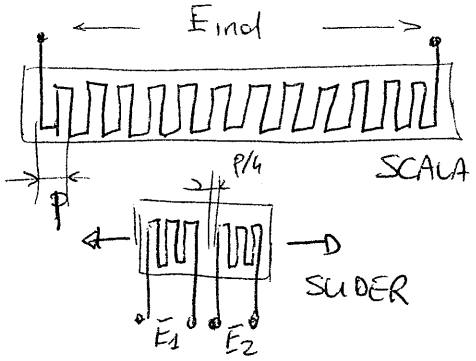
- un resolver lento con t_L tale da coprire la corsa, e pertanto la misura assoluta
- un resolver veloce con t_V piccolo (10mm), per avere la necessaria risoluz. di misura del posizionamento
- un resolver intermedio con t_M medio (200mm) per collegare i 2 precedenti.



$$C_{LM} = \frac{t_M}{t_L} = \frac{1}{20}$$

$$C_{MV} = \frac{t_V}{t_M} = \frac{1}{20}$$

INDUCTOSYN | Analogico, diretto, assoluto/ciclico



Sulla scala è presente un avvolgimento fotoinciso, con passo $p_t = 2$ mm. Sullo slider sono presenti 2 avvolgimenti uguali, ma sfalsati di $p/4$. Lo slider viene montato in modo che le piste non si fronteggino sulla scala, ad una distanza $\simeq \frac{1}{10}$ mm. Alimento E_1, E_2 che hanno stessa f e stessa E, ma in quadratura.

La tensione indotta sarà $E_{ind} = E' \sin(\omega t - \alpha)$

La posizione nell'ambito del passo è ottenuta dalla relazione $x_i = \frac{p_t \alpha}{360°}$

Vantaggi: slider solidale alla tavola, scala lungo l'asse

Svantaggi:
- elevato potere risolutivo ($\approx \mu$m)
- elevata precisione
- ridotta manutenzione (non c'è contatto, e quindi usura).

Svantaggi: costo elevato dovuto al posizionamento preciso dello slider rispetto alla scala.

$$x_{AS} = p_t \cdot N + x_i = p_t N + \frac{p_t \alpha}{360°} = p_t \left(\frac{N+\alpha}{360°}\right)$$

Fonte l'Inductosyn Assoluto che è un modo di rilevare N senza bisogno di azzerare. Sullo slider è presente un dispositivo di lettura di codice Gray (assoluto)



MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745