

AUTOMAZIONE INDUSTRIALE
Appello: dicembre 2008

Nome: _____

Matricola: _____

Compito totale

Compito parziale + tesina

Punti

SFC	
Ladder	
Teoria	
	--- --- --- --- --- = ---
Ctrl moto	

Tutti i fogli sono da riconsegnare al docente, anche in caso di ritiro

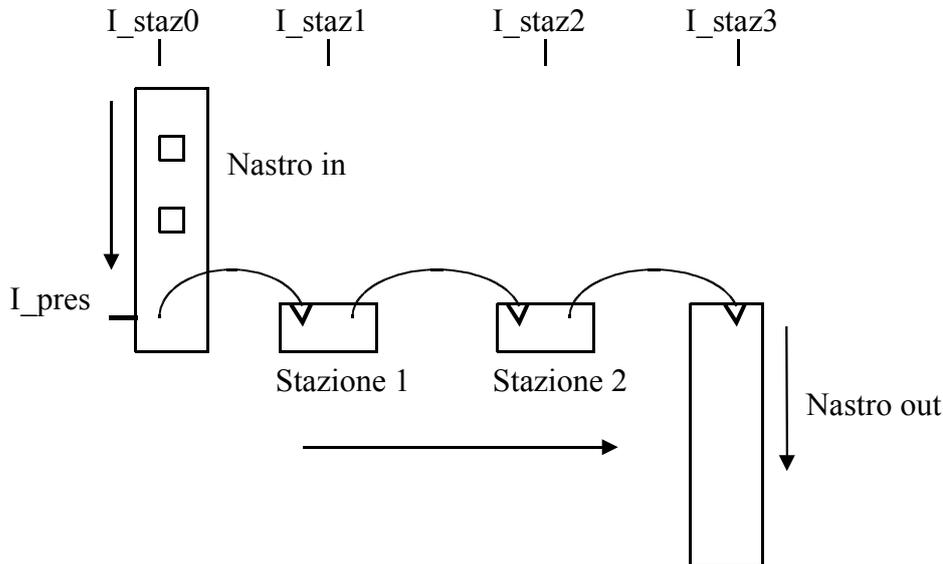
1 SFC

Un sistema automatico che porta alla produzione di blocchetti lavorati in legno, è costituito da due nastri trasportatori, due stazioni di lavorazione e un braccio robotico che deposita e preleva i pezzi da/sui nastri e nelle/dalle stazioni di lavoro.

Il primo nastro (governato dall'uscita O_nastro_in) è quello che porta i pezzi all'inizio della lavorazione, mentre il secondo nastro (governato dall'uscita O_nastro_out) è quello sul quale vengono depositati i pezzi lavorati.

I pezzi sono prelevati e depositati per mezzo di un braccio di presa che orizzontalmente si muove tra le fotocellule I_staz0, 1, 2 e 3, mediante le uscite O_dx e O_sx che lo fanno andare a destra o a sinistra, mentre verticalmente si muove grazie alle due uscite O_su e O_giù che lo fanno muovere sempre tra due fotocellule di finecorsa alta e bassa, che, a seconda della posizione orizzontale si chiamano I0_su e I0_giù, I1_su e I1_giù, I2_su e I2_giù, I3_su e I3_giù. La presa avviene per effetto di aspirazione d'aria, governata dalle uscite O_asp per prendere il pezzo e O_noasp per rilasciarlo. Entrambe devono restare attive per 1 secondo al fine di riuscire effettivamente a prelevare o rilasciare il pezzo.

Quindi, per esempio, se il braccio deve prendere un pezzo dal nastro in e depositarlo nella stazione di lavorazione 1, dovrà far spostare il braccio a sinistra fino a I_staz0, scendere, aspirare, risalire, spostarsi a destra fino a I_staz1, scendere, rilasciare il pezzo e risalire, il tutto azionando le opportune uscite e controllando le opportune fotocellule.



Il sistema funziona così: la macchina viene messa in funzione premendo il tasto I_avvio, operazione che deve far partire il nastro di ingresso. Si presuppone che all'inizio il braccio di presa sia orizzontalmente in posizione I_staz0. Al primo pezzo che raggiunge la fotocellula I_pres, il sistema deve prendere il pezzo e metterlo nella stazione 1 di lavorazione. Al secondo pezzo che arriva, il sistema deve prendere il primo pezzo che era nella stazione 1 e metterlo nella stazione 2, poi prendere il pezzo sul nastro di ingresso e metterlo nella stazione 1 di lavorazione, e infine azionare il nastro di uscita. Dal terzo pezzo in poi, il sistema funziona così: preleva il pezzo lavorato nella stazione 2 e lo mette sul nastro di uscita, poi preleva il pezzo lavorato dalla stazione 1 e lo mette nella stazione 2, poi prende il pezzo dal nastro di ingresso e lo mette nella stazione 1.

Ogni spostamento tra le varie stazioni termina sempre col braccio di presa che risale fino al finecorsa alto dello spostamento verticale.

Si scriva un programma in SFC che gestisce le operazioni sopra descritte, e la cui struttura sia **obbligatoriamente** la seguente:

- 1) ci deve essere un SFC indipendente per ogni azione, quindi un SFC che regola la presa del pezzo dal nastro di ingresso (discesa, aspirazione, salita), uno per il rilascio del pezzo nella stazione 1 (discesa, rilascio, salita), uno per la presa del pezzo dalla stazione 1, uno per il rilascio del pezzo nella stazione 2, uno per la presa del pezzo dalla stazione 2 e uno per il rilascio del pezzo sul nastro di uscita;
- 2) in più ci deve essere un SFC di controllo dell'intero ciclo che richiama o è sincronizzato con gli altri SFC in modo opportuno

2 Ladder

Un micro PLC gestisce una macchinetta per caffè. Il caffè costa 30 centesimi, somma che deve essere raggiunta introducendo soltanto monete da 10 centesimi. Si costruisca un programma ladder che, con l'ausilio di soli contatti e bobine della tipologia più opportuna, senza utilizzare nessun function block, riesca ad alzare un'uscita chiamata O_caffee quando vengono introdotti 30 centesimi, e a predisporre poi per il successivo ciclo di immissioni monete per un altro caffè. Si presupponga che la macchinetta non produca il caffè finché non sono stati inseriti esattamente 30 centesimi, e che si fermi semplicemente in attesa nel caso ne vengano inseriti solo 10 o 20.

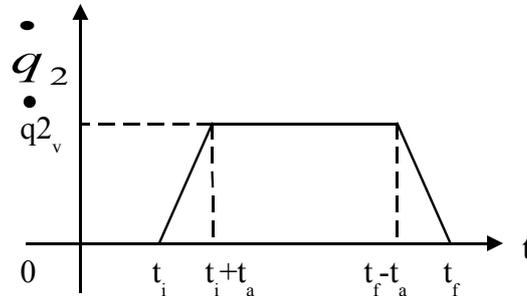
3 Domande di teoria (saranno valutate la correttezza della risposta e il grado di approfondimento raggiunto)

- 1) Descrivere le tre POU, le loro caratteristiche e differenze
- 2) Elencare e descrivere brevemente tutti i possibili linguaggi ufficiali per PLC messi a disposizione dalla norma 61131
- 3) Scrivere e commentare l'equazione di coppia e l'equazione della parte elettrica del circuito di armatura di un motore in corrente continua
- 4) Descrivere i concetti di coppia e potenza. Come si modificano potenza, coppia e velocità se si collega un riduttore ad un motore?
- 5) In base a che parametri e che considerazioni si deve dimensionare un motore? Elencarli e descriverli

4 Controllo del moto

→ N.B. E' obbligatorio riportare i passaggi. Compiti che riportano solo la soluzione finale senza passaggi saranno valutati con punteggio nullo.

Un motore master, la cui traiettoria è indicata con la lettera p , è sincronizzato con uno slave secondo una relazione polinomiale del terzo ordine. Al motore slave, la cui traiettoria è indicata con la lettera q , sono collegati un riduttore (q_1) con rapporto di riduzione $K_r = 10$ e una vite senza fine (q_2) con passo $p_i = 0,5$ cm. La vite senza fine è tale per cui per ogni giro del cinematismo che ha collegato al suo ingresso, essa compie uno spostamento di p_i metri.



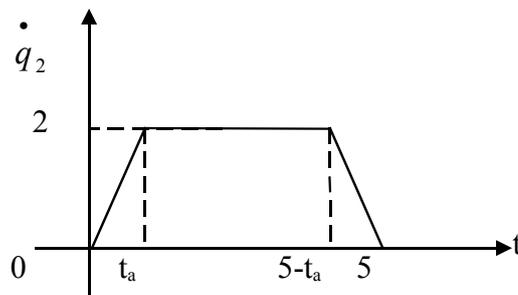
1) Se la traiettoria in velocità della vite senza fine è quella trapezoidale indicata in figura, ponendo $t_i = 0$ s, $t_f = 5$ s e $\dot{q}_{2v} = 2$ m/s, calcolare t_a affinché la distanza totale percorsa dal carrello della vite sia pari a 7m.

2) trovare la relazione master – slave al fine di ottenere che, mentre la vite senza fine si muove secondo quanto riportato nel grafico, il master parta da 0° e arrivi a 100° iniziando con velocità pari a $2^\circ/s$ e terminando con una velocità pari a $8^\circ/s$.

3) a che posizione si trova lo slave quando il master è a 30° ?

Soluzione controllo del moto

Il grafico diventa:



La distanza percorsa è l'integrale della velocità fatto tra t_i e $t_f \rightarrow$ dal punto di vista geometrico è l'area sottesa dalla curva di velocità.

Essendo un trapezio, l'area della curva di velocità si può calcolare come:

$$\text{distanza} = A = (B + b) h / 2 = [5 + (5 - 2t_a)] 2 / 2 = 7 \rightarrow t_a = 1,5 \text{ s}$$

Per ogni giro del riduttore, il carrello collegato alla vite senza fine si muove di una quantità pari al passo della vite, quindi di 0,005 m. Per far fare al riduttore un giro, il motore deve compiere K_r giri, quindi la catena cinematica è impostata come segue:

$$2 \pi K_r : p_i = q : q_2 \rightarrow q = (2 \pi K_r q_2) / p_i$$

Quindi, sapendo che il carrello della vite senza fine parte da 0 m e percorre 7m, iniziando e finendo a velocità nulla, avremo:

$$q_0 = (2 \pi K_r q_{20}) / \pi = (2 \pi \cdot 10 \cdot 0) / 0,005 = 0 \text{ [rad]}$$

$$q_f = (2 \pi K_r q_{2f}) / \pi = (2 \pi \cdot 10 \cdot 7) / 0,005 \approx 87965 \text{ [rad]}$$

(infatti, essendo un radiante circa $57,3^\circ \rightarrow 87965 \text{ rad} = 5,04 \cdot 10^6 \circ \rightarrow 5,04 \cdot 10^6 / 360 \approx 14000$ giri motore $\rightarrow 14000/10 = 1400$ giri riduttore, e sapendo che per ogni giro il carrello si sposta di $\pi = 0,005\text{m} \rightarrow 1400 * 0,005 = 7\text{m}$)

I dati in nostro possesso, ovvero i vincoli che serviranno per descrivere la traiettoria, sono quindi:
 MASTER: $p_0 = 0^\circ$, $p_{fin} = 100^\circ$, $(dp/dt)_0 = 2^\circ/s$, $(dp/dt)_{fin} = 8^\circ/s$

SLAVE: $q_0 = 0 \text{ [rad]}$, $q_{fin} = 87965 \text{ [rad]}$, $(dq/dt)_0 = 0 \text{ [rad/s]}$, $(dq/dt)_{fin} = 0 \text{ [rad/s]}$

Considerando che devo usare le velocità effettive e non quelle geometriche, il sistema, se mantengo lo slave in radianti e il master in gradi, sarà:

$$\left\{ \begin{array}{l} 0 \\ 87965 \\ 0 \\ 0 \end{array} \right. = \left\{ \begin{array}{l} a_0 + a_1 \cdot 0 + a_2 \cdot 0^2 + a_3 \cdot 0^3 \\ a_0 + a_1 \cdot 100 + a_2 \cdot 100^2 + a_3 \cdot 100^3 \\ a_1 \cdot 2 + 2 a_2 \cdot 0 \cdot 2 + 3 a_3 \cdot 0^2 \cdot 2 \\ a_1 \cdot 8 + 2 a_2 \cdot 100 \cdot 8 + 3 a_3 \cdot 100^2 \cdot 8 \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} \text{posizione} \\ \\ \text{velocità} \end{array} \right.$$

e la soluzione numerica: $a_0 = 0$ $a_1 = 0$ $a_2 = 26,4$ $a_3 = - 0,176$