

AUTOMAZIONE INDUSTRIALE
Appello: settembre 2008

Nome: _____

Punti

Matricola: _____

- Compito totale
- Compito parziale + tesina

| | |
|-----------|---------------|
| SFC | |
| Ladder | |
| Teoria | _____ = _____ |
| Ctrl moto | |

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

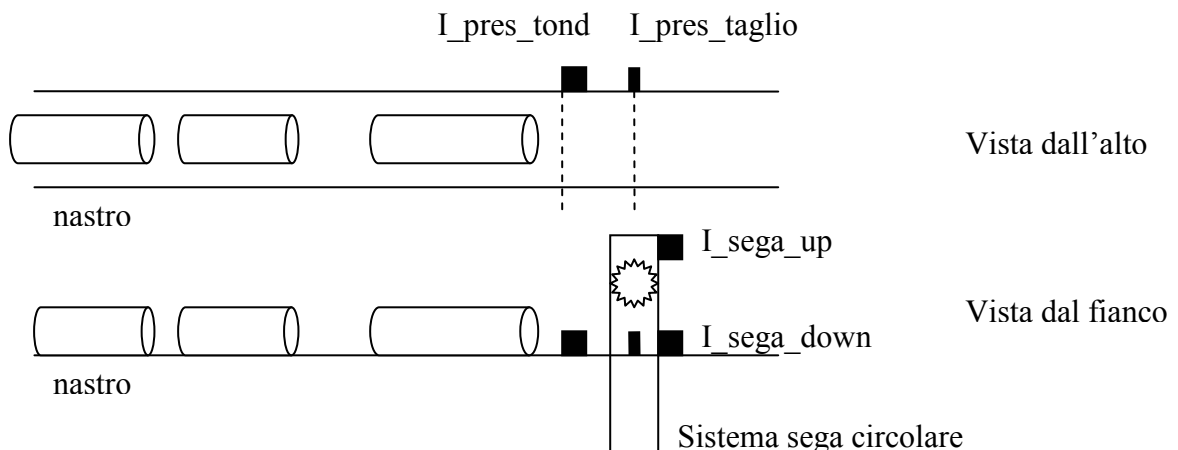
1 SFC

Una macchina automatica produce coperchi di metallo per scatolette di tonno. I coperchi vengono ottenuti “affettando” un tondino di metallo di diametro pari a 8cm. I vari tondini possono avere una lunghezza differente e sono distanziati di una lunghezza variabile.

Le sezioni della macchina da modellare riguardano il funzionamento standard del sistema che taglia il tondino per mezzo di una sega circolare e le due modalità di avviamento, a caldo o a freddo, discriminate per mezzo della variabile Avvio che può valere “Avvio_freddo” o “Avvio_caldo”.

Quando l’operatore preme il tasto I_avvio e la macchina si deve avviare a freddo, significa che la macchina è ferma da un determinato tempo (probabilmente dal ciclo di lavorazione del giorno precedente) e che essa deve compiere una serie di operazioni di partenza, preliminari al ciclo continuo di lavorazione dei pezzi. Se invece la macchina si avvia a caldo significa che essa riparte dopo un breve periodo di sosta, e che perciò può subito riprendere il ciclo continuo di lavorazione dei pezzi.

La sezione di lavorazione del tondino si compone di un nastro trasportatore sul quale viaggiano i tondini, di un sensore di presenza del tondino in una determinata posizione alla quale si ha l’accensione della sega circolare, del sensore di presenza del tondino in una successiva posizione che determina la discesa della sega circolare, e dei comandi per gestire il nastro e il movimento della stessa sega circolare.



Il funzionamento della macchina è il seguente: quando l’operatore preme il tasto I_avvio la macchina si deve avviare. Se è settato l’avviamento a freddo si devono compiere in parallelo tre operazioni: 1) la sega circolare deve essere messa in funzione (tramite uscita O_sega), deve essere fatta scendere (O_sega_giù) fino al finecorsa I_sega_down e risalire (O_sega_su) fino al finecorsa I_sega_up, una volta sola, e poi disattivata. Questa operazione serve a verificare il corretto

funzionamento della sega; 2) per verificare il corretto funzionamento della fotocellula I_pres_tond, ogni volta che essa viene fatta scattare dall'operatore con un pezzo di metallo si deve accendere per 1 secondo una luce governata dall'uscita O_light_tond; 3) per verificare il corretto funzionamento della fotocellula I_pres_taglio ogni volta che essa viene fatta scattare si deve accendere per 1 secondo una luce governata dall'uscita O_light_taglio. La macchina permane nello stato di avviamento a freddo per 1 minuto (quindi all'interno di questo minuto la sega sale e scende una sola volta mentre le due fotocellule possono scattare un numero di volte indefinito e diverso tra loro).

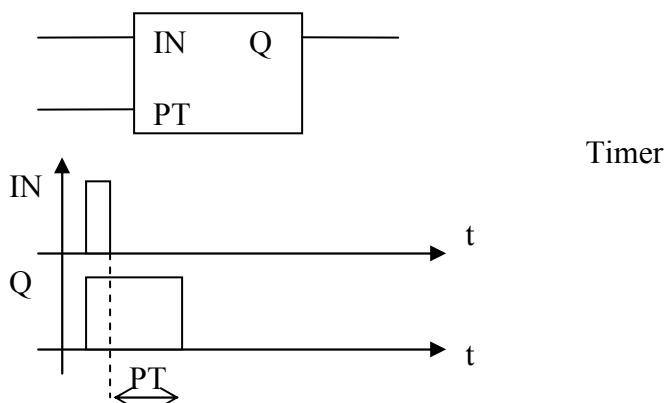
Finiva la prima fase di avviamento a freddo si inizia la fase ciclica della macchina, fase alla quale si arriva direttamente, saltando le operazioni sopra menzionate, nel caso di avviamento a caldo.

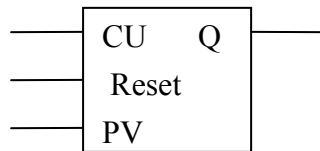
Qui bisogna avviare la sega circolare e il nastro che trasporta i tondini a velocità standard (mediante l'uscita O_bell_std), finchè un tondino non fa scattare la fotocellula I_pres_tondino. A questo punto il tondino avanzerà ancora finchè non farà scattare la fotocellula I_pres_taglio. Qui il nastro deve ridurre la sua velocità (O_bell_slow), e la sega circolare deve scendere e poi risalire tra i due finecorsa sopra menzionati. Eseguito il primo taglio, che produce il primo coperchio, la sega deve continuare a scendere e risalire fintanto che il tondino occupa la fotocellula I_pres_taglio. Quando il tondino, avanzando lentamente sul nastro, sarà stato tutto tagliato, la fotocellula I_pres_taglio sarà liberata, per cui si procederà a far tornare il nastro alla velocità standard e ad aspettare il successivo tondino. Quindi, ricapitolando, il nastro va sempre a velocità standard, tranne quando un tondino è nella fase di taglio, nel qual caso il nastro va a velocità ridotta. La sega circolare, invece, è sempre azionata, e scende e risale ripetutamente finchè il tondino, avanzando, smette di occupare la fotocellula I_pres_taglio.

La macchina di default parte a freddo, ma se intercorrono più di 2 minuti tra due scatti successivi della fotocellula I_pres_tond, cioè se due tondini consecutivi sono troppo distanti uno dall'altro, deve scattare un allarme che ferma la macchina e predisporre l'avvio a caldo la prossima volta che l'operatore riavvierà la macchina.

2 Ladder

Un palazzo di uffici è governato da un sistema automatizzato che gestisce le luci e visualizza i dati del consumo energetico. Per esempio quando si va alla toilette, la luce si deve accendere automaticamente se il rilevatore di presenza I_pres va a valore logico vero e se il sensore di luminosità I_luce è falso, segnalando che la quantità di luce naturale non è sufficiente. Se si verificano entrambe queste condizioni allora scatta un timer che governa l'uscita O_luce, tenendola accesa per 3 minuti. Inoltre, ogni volta che la luce si accende, va incrementato un contatore che arrivato a valore logico 100 aziona l'uscita O_100. Il contatore si può resettare mediante ingresso I_reset.





Contatore (CU = ingresso da contare, PV= valore di paragone. Se ha contato PV volte l'uscita Q va a valore logico vero)

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

- 1) Cos'è un PLC? Quali sono le tre operazioni fondamentali che esegue di continuo, in modo ciclico?
- 2) Elencare e descrivere brevemente tutti i possibili linguaggi ufficiali per PLC messi a disposizione dalla norma 61131
- 3) Descrivere le modalità di funzionamento wavemode e two phase on per i motori stepper unipolari e bipolari
- 4) In base a che parametri e che considerazioni si deve dimensionare un motore? Elencarli e descriverli
- 5) In base a quali considerazioni scelgo una traiettoria invece di un'altra? Descrivere almeno due esempi pratici

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.

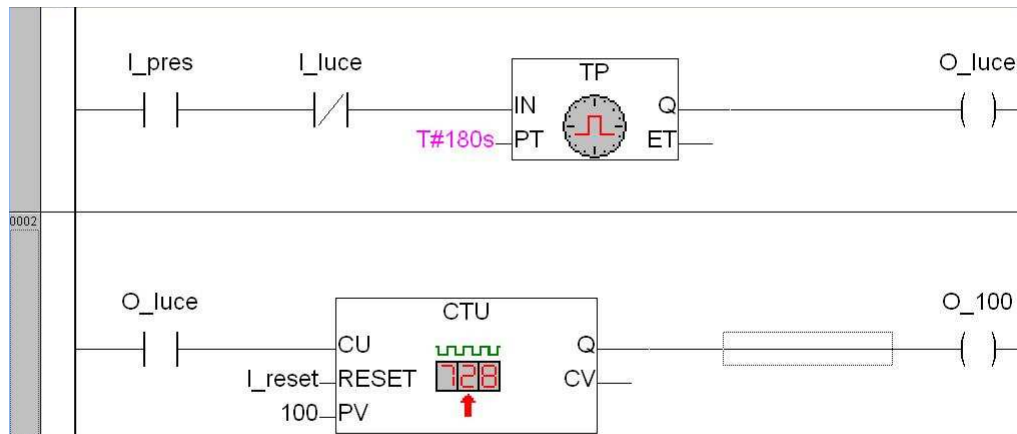
Una ditta, per guadagnare il budget che si è prefissata, deve produrre 2000 pezzi del suo prodotto ogni giorno. Tali pezzi sono lavorati uno alla volta, su un nastro lungo 14,4 m. Ciò vuol dire che sul nastro è sempre presente un solo pezzo alla volta.

- 1) Considerando che il nastro va a velocità costante e che l'impianto automatico è in servizio otto ore al giorno, calcolare la velocità del nastro in metri al secondo.

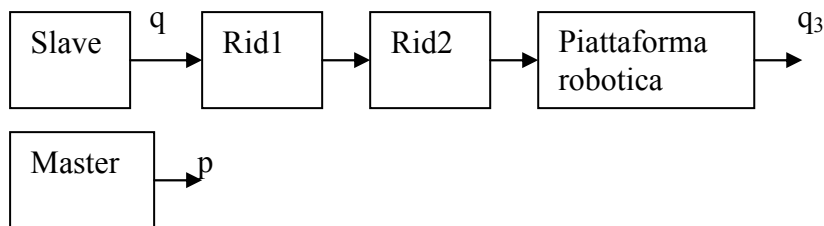
I pezzi da lavorare sono trasportati sul nastro da una piattaforma robotica (identificata dalla lettera q_3) che è governata da un motore slave (il cui moto è identificato dalla lettera q) e da due riduttori in cascata, con rapporto di riduzione rispettivamente di 10 e 2. Lo slave è sincronizzato con un motore master (identificato dalla lettera p) mediante una traiettoria parabolica, tale per cui, mentre il master fa un giro completo, partendo con una velocità iniziale di $10^\circ/s$ e terminando con una velocità finale di $18^\circ/s$, la piattaforma robotica faccia dieci giri, partendo con velocità iniziale nulla e terminando con una velocità che ha valore pari a 40 volte quella del nastro trasportatore (solo come valore numerico. Ovviamente la velocità del nastro trasportatore è in m/s mentre quella della piattaforma sarà in $^\circ/s$). Il punto intermedio della traiettoria corrisponde alla metà dell'angolo giro.

- 2) Calcolare i coefficienti dei due polinomi q_1 e q_2 che compongono la traiettoria parabolica che lega il moto dello slave a quello del master
- 3) Presupponendo che la velocità del master nel punto intermedio sia di $14^\circ/s$, qual è la velocità della piattaforma nello stesso punto?

Soluzione ladder



Soluzione controllo del moto



Dovendo produrre 2000 pezzi ogni giorno, e lavorando per 8 ore (cioè per $8 \times 60 \times 60 = 28800$ s), per ogni pacco impiegherò $28800/2000 = 14,4$ s. Considerando che il nastro va a velocità costante, e che quindi $v = s/t$, la velocità del nastro sarà $v = s/t = 14,4 / 14,4 = 1$ m/s.

La catena cinematica è costituita da due riduttori in cascata, ovvero da un unico riduttore con rapporto di riduzione pari al prodotto dei due rapporti, quindi $k_{tot} = k_1 \times k_2 = 20$.

Quindi $q = 20 q_3$.

Quindi se la piattaforma fa 10 giri, il motore slave si muoverà di $10 \times 20 \times 360 = 72000^\circ$, e la sua velocità finale è pari, numericamente parlando, a 40 volte la velocità del nastro, quindi pari a $40^\circ/s$, quindi la velocità dello slave, alla fine, sarà $40 \times 20 = 800^\circ/s$.

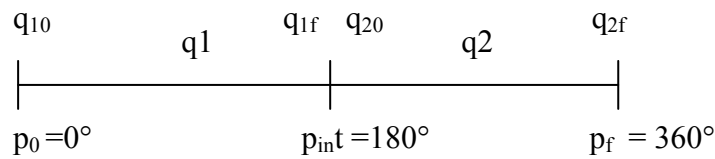
Quindi i vincoli sono:

| | | | |
|-------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|
| posizione master: | $p_0 = 0^\circ$ | $p_{int} = 180^\circ$ | $p_f = 360^\circ$ |
| velocità master: | $\dot{p}_0 = 10^\circ/s$ | $\dot{p}_f = 18^\circ/s$ | |
| posizione slave: | $q(p_0) = 0^\circ$ | $q(p_f) = 72000^\circ$ | |
| velocità slave: | $\dot{q}_0 = 0^\circ/s$ | $\dot{q}_f = 800^\circ/s$ | |

Avendo una parabola, sarà:

$$q_1(p) = a_0 + a_1 p + a_2 p^2 \quad p \text{ sta nell'intervallo } [0, 180^\circ]$$

$$q_2(p) = b_0 + b_1 p + b_2 p^2 \quad p \text{ sta nell'intervallo } [180^\circ, 360^\circ]$$



Sistema di 6 equazioni in 6 incognite

1. $q_1(p_0) = a_0 + a_1 p_0 + a_2 p_0^2$
2. $q_2(p_f) = b_0 + b_1 p_f + b_2 p_f^2$
3. $q_1(p_{int}) = q_2(p_{int}) \Rightarrow a_0 + a_1 p_{int} + a_2 p_{int}^2 = b_0 + b_1 p_{int} + b_2 p_{int}^2$
4. $\dot{q}_1(p_0) = a_1 \dot{p}_0 + 2a_2 p_0 \dot{p}_0$
5. $\dot{q}_2(p_f) = b_1 \dot{p}_f + 2b_2 p_f \dot{p}_f$
6. $\dot{q}_1(p_{int}) = \dot{q}_2(p_{int}) \Rightarrow a_1 \dot{p}_{int} + 2a_2 p_{int} \dot{p}_{int} = b_1 \dot{p}_{int} + 2b_2 p_{int} \dot{p}_{int}$

Una volta calcolati i coefficienti, presupponendo che nel punto intermedio della traiettoria la velocità del master sia la media delle sue velocità iniziali e finali, (ovvero $14^\circ/s$), posso usare la

$\dot{q}_1(p_{int}) = a_1 \dot{p}_{int} + 2a_2 p_{int} \dot{p}_{int}$ per trovare la velocità intermedia dello slave, che andrà poi divisa per 20 per conoscere la velocità intermedia della piattaforma.