

AUTOMAZIONE INDUSTRIALE
Appello: giugno 2007

Nome: _____

Matricola: _____

↑ Compito totale

↑ Compito parziale + tesina

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

1 Esercizio SFC

Una macchina produce sottilette, ricevendo delle forme di formaggio rettangolari in transito su un nastro, tagliandole prima verticalmente e poi orizzontalmente, deponendole su una piastra rotante in modo da confezionare un cabaret circolare.

Si devono modellare in SFC le stazioni di taglio orizzontale, verticale e la rotazione della piastra.

Il meccanismo è il seguente: dal nastro `nastro_cheese`, comandato dall'uscita `O_nastro_cheese` arrivano delle forme di formaggio rettangolari larghe 40 centimetri. Quando la forma fa scattare la fotocellula `I_taglio_vert`, il nastro si deve fermare e si attivano contemporaneamente tre motori con delle lame circolari che tagliano la forma in tre pezzi uguali (ciascuno largo 10 centimetri). Questi tre motori sono attivati dalle uscite `O_mot_cut_1`, `O_mot_cut_2` e `O_mot_cut_3`. Il moto di questi motori si arresta quando ognuno raggiunge la propria fotocellula di fine corsa, rispettivamente `I_fc_cut_1`, `I_fc_cut_2` e `I_fc_cut_3`.

A questo punto il nastro `nastro_cheese` deve ripartire, per portare alla stazione di taglio verticale la successiva forma rettangolare.

Le stazioni di taglio orizzontale e di rotazione della sottostante piattaforma per il cabaret funzionano invece in sincrono.

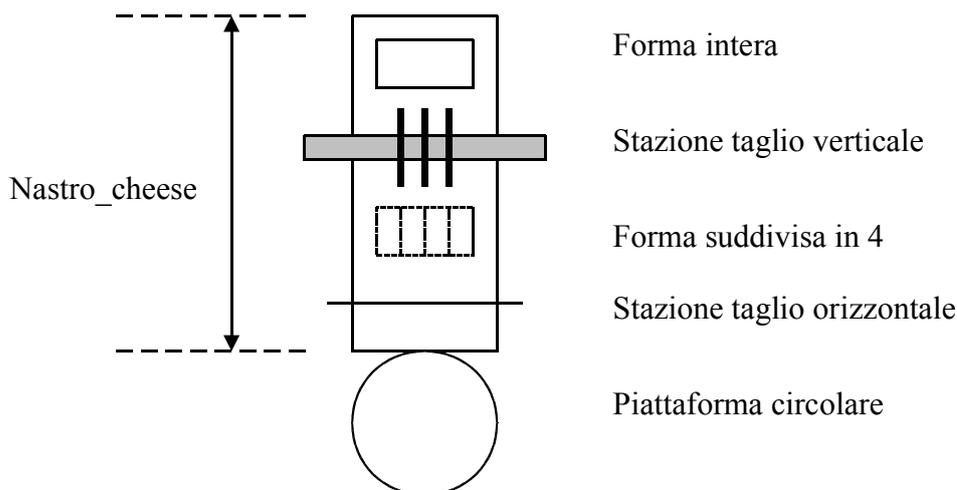
Una volta che la forma rettangolare è stata tagliata verticalmente in quattro pezzi, l'avanzamento del nastro `formaggio` porta questi quattro pezzi a raggiungere una stazione fissa identificata dalla fotocellula `I_fc_taglio_oriz`. Quando questa fotocellula si attiva, dopo 2 secondi deve partire il motore comandato dall'uscita `O_mot_cut_oriz` che gestisce un sistema di taglio orizzontale di 10 lame, che fanno cadere le fette tagliate sulla piattaforma sottostante (lo studente deve gestire solo l'uscita `O_mot_cut_oriz`, presupponendo che il sistema riesca da solo a comandare le 10 lame). Tale piattaforma viene fatta ruotare da un motore la cui uscita di comando è `O_mot_rot_piastra`, e dev'essere anch'essa messa in rotazione dopo 2 secondi da quando scatta la fotocellula `I_fc_taglio_oriz`, contemporaneamente al sistema di taglio orizzontale.

Il moto di taglio orizzontale si arresta quando si raggiunge il finecorsa `I_fc_cut_oriz`, la piattaforma quando si raggiunge il finecorsa `I_fc_piastra`.

Se da quando si sono attivate le fasi di taglio orizzontale e di rotazione della piastra a quando diventano vere `I_fc_cut_oriz` e `I_fc_piastra` intercorrono più di 4 secondi, significa che la stazione di taglio orizzontale ha un problema: in questo caso il ciclo normale continua, ma dev'essere attivata una sirena comandata dall'uscita `O_sirena`. La sirena può essere spenta manualmente dall'operatore premendo il pulsante `I_reset_sirena`.

Tutte le operazioni della macchina sono messe in moto premendo il pulsante `I_start`.

Ingressi	Uscite
I_start	O_nastro_cheese
I_taglio_vert	O_mot_cut_1
I_fc_cut_1	O_mot_cut_2
I_fc_cut_2	O_mot_cut_3
I_fc_cut_3	O_mot_cut_oriz
I_fc_taglio_oriz	O_mot_rot_piastra
I_fc_cut_oriz	O_sirena
I_fc_piastra	
I_reset_sirena	



2 Esercizio di ladder

Un sensore di presenza, che deve spegnere e accendere una lampadina (uscita di comando RELE' LUCE), si compone di un sensore volumetrico ad infrarossi e di un sensore di luminosità. Il volumetrico PRESENZA è TRUE quando vi è una persona nel suo campo d'azione, FALSE se non vi è nessuno.

Il sensore di luminosità LIGHT è TRUE se vi è un grado di luminosità superiore ad una certa soglia, e FALSE se la luminosità è inferiore ad una certa soglia.

La lampadina può essere accesa e spenta anche manualmente tramite l'interruttore di nome LAMP (TRUE= ACCESA, FALSE=SPENTA).

Quindi, la lampadina si accende se:

è stato messo a TRUE l'interruttore LAMP

oppure

il sensore di presenza rileva una persona nel suo campo e la luminosità è sotto la soglia

La lampadina si spegne se:

la luminosità va sopra la soglia oppure

il volumetrico non segnala più la presenza di una persona oppure

è stato messo a FALSE l'interruttore LAMP

Contatti	Descrizione	Bobina	Descrizione
- -	Contatto normalmente aperto	-()-	Bobina
- / -	Contatto normalmente chiuso	-(/)-	Bobina negata
- P -	Contatto fronte di salita	-(S)-	Bobina set
- N -	Contatto fronte di discesa	-(R)-	Bobina reset

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) Quali sono i vantaggi e gli svantaggi della programmazione state-driven rispetto a quella condition-driven?
- 3) Elencare e descrivere brevemente tutti i possibili linguaggi ufficiali per PLC messi a disposizione dalla norma 61131
- 4) Come funziona un motore in corrente continua? Per quale fenomeno fisico il motore ruota?
- 5) Elencare e descrivere brevemente almeno due tipi di traiettorie

4 Controllo del moto

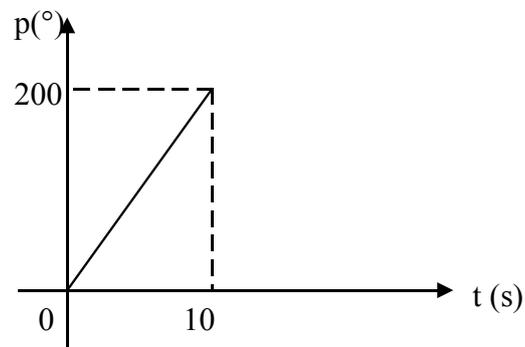
→ N.B. E' obbligatorio riportare i passaggi. Compiti che riportano solo la soluzione finale senza passaggi saranno valutati con punteggio nullo.

Vi è un sistema costituito da due motori, uno master ($p(t)$) e uno slave ($q_1(t)$).

Il motore slave è collegato ad un riduttore (il cui moto circolare è identificato da $q_2(t)$), e questo a sua volta è collegato ad una puleggia circolare di raggio 10cm. La puleggia fa muovere un nastro.

Il riduttore è tale per cui ci vogliono 12 giri del motore per far compiere 1 giro al riduttore.

- 1) Si vuole imporre una relazione master slave tramite polinomio di 3° grado tale per cui, avendo come comportamento $p(t)$ del master quello illustrato in figura:



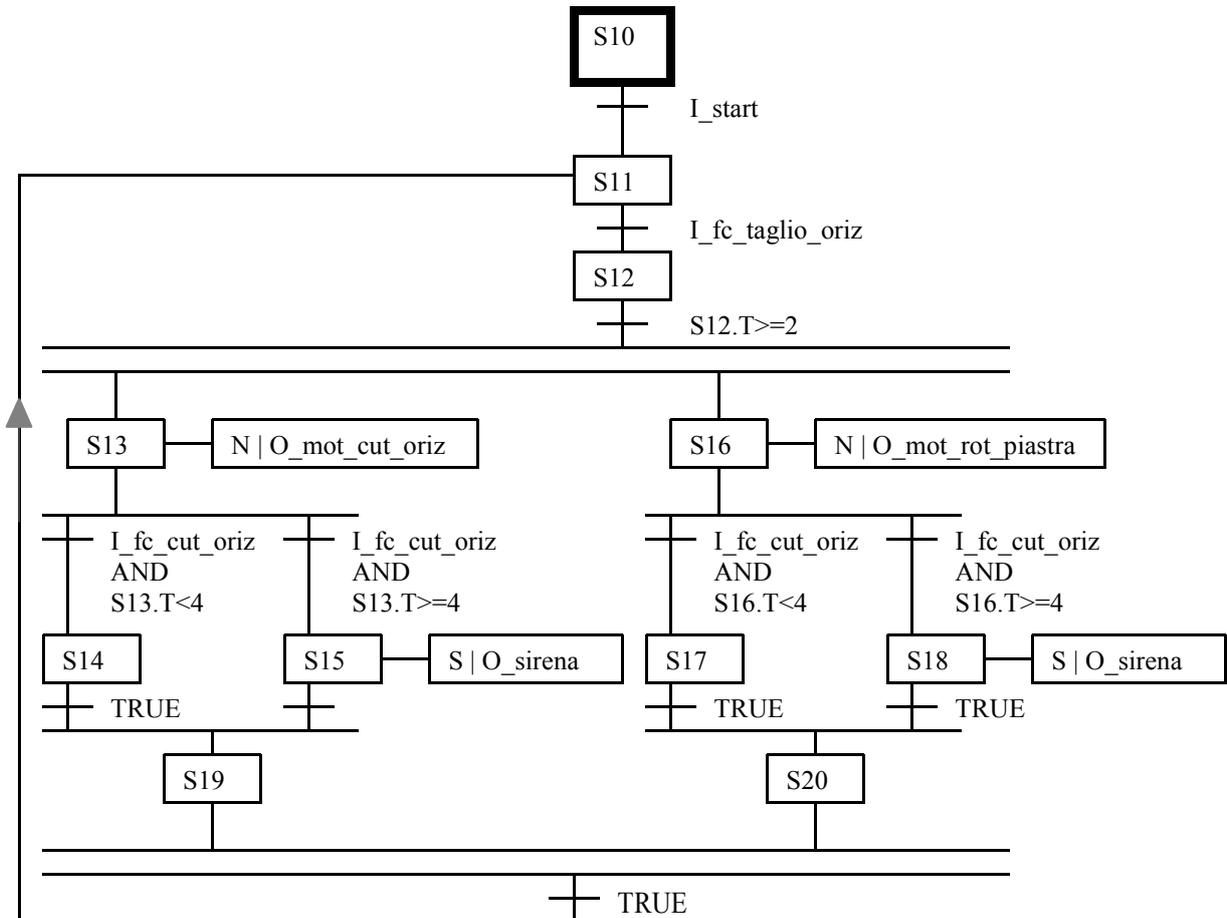
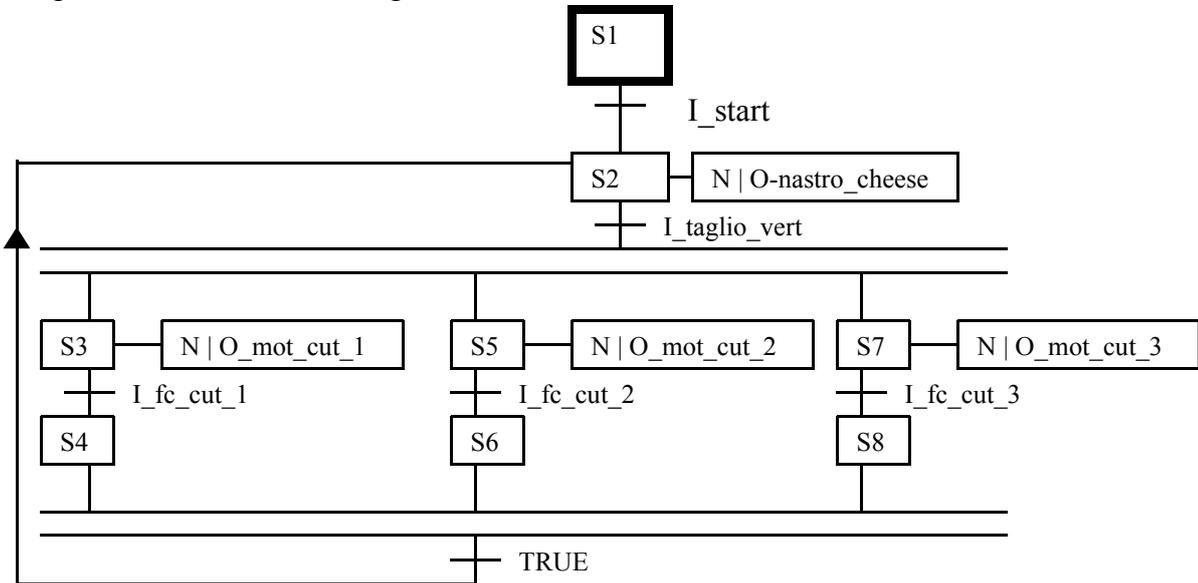
un generico carico presente sul nastro (il cui moto lineare è espresso da $q(t)$) si muova da 0 a 30cm, partendo con velocità nulla e arrivando con velocità pari a 0,5m/s. E' obbligatorio indicare le unità di misura dei coefficienti del polinomio

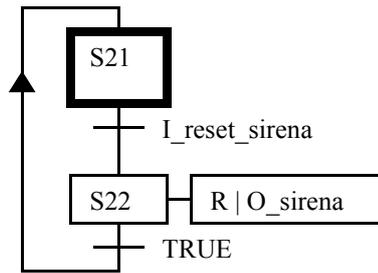
- 2) Ricordando che con l'accoppiamento a puleggia di raggio R la massa di un generico carico sul nastro si riporta ad un'inerzia rotativa pari a $J = M R^2$ (e considerando che vi è un riduttore di mezzo, tra il motore e la puleggia), trascurando le inerzie del motore e del riduttore, calcolare la coppia necessaria al motore slave per imprimere un'accelerazione di $0,1 \text{ m/s}^2$ ad un carico, sul nastro, di massa pari a 1Kg.

SOLUZIONE

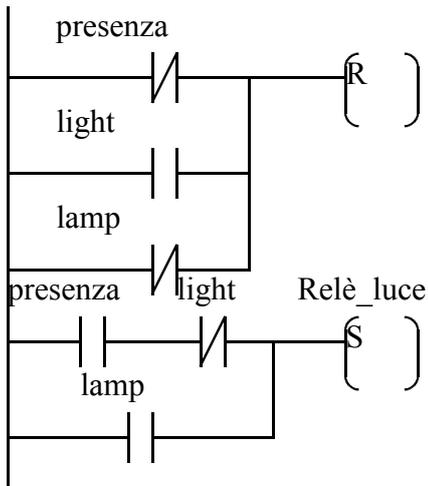
SFC

Una possibile soluzione è la seguente

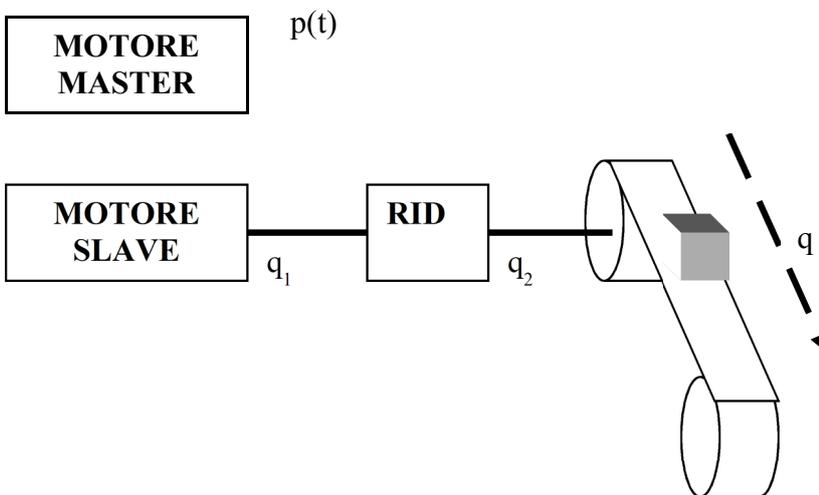




Ladder



Controllo del moto



R puleggia = 10 cm = 0.1 m
 Rapporto di riduzione $Kr = 12$

1) Proporzione: 1 giro motore = $(1/Kr)$ giri riduttore = $(2\pi R / Kr)$ spostamento lineare oggetto sul nastro

→ in gradi $360 : (2\pi R / Kr) = q_1 : q \rightarrow q_1 = (360 q Kr) / 2\pi R$ (1)

→ in radianti $2\pi : (2\pi R / Kr) = q_1 : q \rightarrow q_1 = Kr q / R$ (2)

La relazione tra le velocità e le accelerazioni è la stessa. Quindi $\dot{q}_1 = (360 \dot{q} \text{ Kr}) / 2\pi R$ (analogo sarà nel caso dei radianti)

2) Vincoli

Dal grafico, essendo una retta, si deduce che $p(t) = 20 t$ (°) \rightarrow velocità del master = $dp/dt = 20$ (°/s)
Quindi i vincoli del master sono

$$p_0 = 0^\circ \quad p_f = 200^\circ \quad \dot{p}_0 = 20 \text{ } ^\circ/s \quad \dot{p}_f = 20 \text{ } ^\circ/s$$

Siccome devo trovare la relazione master slave, cioè la relazione tra p e q_1 , devo riportare i vincoli che ho sul carico (che si muove da 0 a 30cm, partendo con velocità nulla e arrivando con velocità pari a 0,5m/s) a q_1 .

I vincoli sul carico sono:

$$q_0 = 0m \quad q_f = 30cm = 0.3m \quad \dot{q}_0 = 0 \text{ } m/s \quad \dot{q}_f = 0,5 \text{ } m/s$$

In gradi:

$$q_{10} = (360 q_0 \text{ Kr}) / (2\pi R) = (360 \cdot 0 \cdot 12) / (2 \pi \cdot 0.1) = 0^\circ$$

$$q_{1f} = (360 q_f \text{ Kr}) / (2\pi R) = (360 \cdot 0,3 \cdot 12) / (2 \pi \cdot 0.1) = 2062,7^\circ$$

$$\dot{q}_{10} = 0 \text{ } ^\circ/s$$

$$\dot{q}_{1f} = 3437,7 \text{ } ^\circ/s$$

(in radianti i vincoli vengono 0 rad, 36 rad, 0 rad/s, 60 rad/s)

3) Polinomio $q_1(p) = a_0 + a_1 p + a_2 p^2 + a_3 p^3$

Siccome sono state date le velocità effettive e non quelle geometriche (cioè è sono state date dp/dt e dq/dt , e non dq/dp) il polinomio da usare per le velocità è :

$$\dot{q}_1 = a_1 \dot{p} + 2a_2 p \dot{p} + 3a_3 p^2 \dot{p} \quad \text{ed è invece sbagliato} \quad \frac{dq_1}{dp} = a_1 + 2a_2 p + 3a_3 p^2$$

Risolvendo il sistema di 4 equazioni in 4 incognite, in gradi, i valori sono
 $a_0 = 0^\circ$, $a_1 = 0$, $a_2 = -0.704 (1/^\circ)$, $a_3 = 3.78 \cdot 10^{-3} (1/^\circ)^2$

In radianti

$$a_0 = 0 \text{ rad}, \quad a_1 = 0 \text{ rad/}^\circ, \quad a_2 = -0.0123 \text{ (rad/}^\circ\text{)}^2, \quad a_3 = 3.78 \cdot 10^{-3} \text{ (rad/}^\circ\text{)}^3$$

4) Coppia

La coppia, considerando che c 'è solo il contributo inerziale del carico, sarebbe $C = J \dot{\omega}$.

Essendo la coppia richiesta al motore slave, però, devo considerare che:

- devo riportare l'inerzia del carico al motore, essendoci il riduttore di mezzo, quindi devo dividere l'inerzia per kr^2
- ho l'accelerazione sul carico ($0,1 \text{ m/s}^2$) che devo riportare, seguendo la catena cinematica, all'accelerazione del motore

Quindi la coppia al motore diventa, usando l'espressione in radianti, dalla (2)

$$C = \frac{J}{Kr^2} \ddot{q}_1 = \frac{MR^2}{Kr^2} \frac{K_r}{R} \ddot{q} = \frac{MR}{K_r} \ddot{q} = \frac{1 \cdot 0.1}{12} \cdot 0.1 = 0,83m(Nm) \text{ cioè } 0,83 \text{ milli Newton metro}$$