

AUTOMAZIONE INDUSTRIALE
Appello: luglio 2007

Nome: _____

Matricola: _____

↑ Compito totale

↑ Compito parziale + tesina

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

1 Esercizio SFC

In uno stabilimento si confezionano succhi di frutta in bottiglia. Le bottiglie possono essere di due dimensioni diverse, da 33cc o da 50cc.

La scelta del tipo di bottiglia è fatta premendo uno tra i due pulsanti I_bottle_big o I_bottle_little.

Se nessuno dei due pulsanti è premuto o se sono premuti entrambi la macchina non deve funzionare.

Quindi quando la macchina parte (alla pressione del pulsante I_start_plant) prima si deve scegliere il formato della bottiglia, poi si avviano le altre parti della macchina.

Si deve modellare in SFC la stazione di avvvitamento del tappo.

In essa vi è un nastro, comandato dall'uscita O_nastro, che avanza trasportando le bottiglie alla stazione di avvvitamento tappo.

Il nastro si arresta quando scatta la fotocellula I_bottle_cap. A questo punto l'avvitatore si abbassa (tramite l'uscita O_avv_giù) fino al finecorsa I_avv_big nel caso di bottiglia grande, e I_avv_little nel caso di bottiglia piccola. Una volta abbassato, si comanda l'azione di avvvitamento mediante l'uscita O_avvita_cw, che deve durare 1 secondo, al termine del quale un meccanismo meccanico svincola automaticamente l'avvitatore dal tappo (quest'azione non deve essere modellata dallo studente). Al termine dell'avvvitamento, vi è un sensore che avverte se il tappo è avvvitato bene o meno (I_sens_cap).

Se il tappo è avvvitato (I_sens_cap = TRUE) l'avvitatore deve risalire (O_avv_su) fino al finecorsa I_fc_avv e il nastro riprende ad andare per servire la successiva bottiglia, se invece I_sens_cap è FALSE si deve svitare il tappo (mediante O_avvita_ccw per 1 secondo), far risalire l'avvitatore (mediante O_avv_su) fino al finecorsa I_fc_avv e ripetere l'operazione di avvvitamento per tre volte. Se dopo tre volte l'operazione non è ancora riuscita, si deve settare un allarme visivo (comandato dall'uscita O_allarme), poi si deve comunque far risalire l'avvitatore e far ripartire il nastro. Una stazione successiva si accorgerà del difetto e provvederà ad escludere la bottiglia (operazioni che non devono essere modellate dallo studente).

L'allarme visivo è resettato manualmente premendo il tasto I_res_allarme.

<u>Ingressi</u>		<u>Uscite</u>
I_start_plant	I_liv_little	O_nastro
I_res_allarme	I_fc_close	O_avv_giù
I_bottle_big	I_bottle_cap	O_avvita_cw
I_bottle_little	I_avv_big	O_avv_su
I_bottle	I_avv_little	O_avvita_ccw
I_fc_big	I_sens_cap	O_allarme
I_fc_little	I_fc_avv	
I_liv_big		

2 Esercizio di ladder

Una sirena antincendio comandata dall'uscita %QX3.2 di un PLC si attiva (e rimane attiva) quando un operatore umano preme il pulsante I_allarme, oppure quando almeno uno dei due sensori di fumo smoke_1 e smoke_2 è a valore TRUE ed è attivo contemporaneamente (sempre a TRUE) l'interruttore sensori_attivi.

La sirena, invece si spegne, e rimane spenta, quando si disattiva sensori_attivi, oppure quando, mentre sensori_attivi è attivato, entrambi i sensori smoke_1 e smoke_2 hanno valore FALSE oppure manualmente, premendo spegni_sirena.

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? Che differenze ci sono tra un PC e un PLC?
- 2) Descrivere le principali differenze tra una function e un function block secondo la norma 61131
- 3) Cos'è un Task? Che tipi di task esistono? (elencarli e spiegarne le differenze)
- 4) Come funziona e da cosa è costituito un motore stepper?
- 5) In base a cosa scelgo una traiettoria invece di un'altra? Fornire qualche esempio

4 Esercizio di 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 sistema a carrucola deve sollevare o far scendere dei pesi.

All'inizio della catena cinematica vi è un motore slave (sincronizzato con un master), collegato ad un riduttore con rapporto di riduzione 5 e una puleggia sulla quale si avvolge o si svolge la fune che regge il peso. La puleggia dev'essere di dimensioni tali che il peso collegato alla fune scenda di 1 cm per ogni grado di rotazione della puleggia stessa.

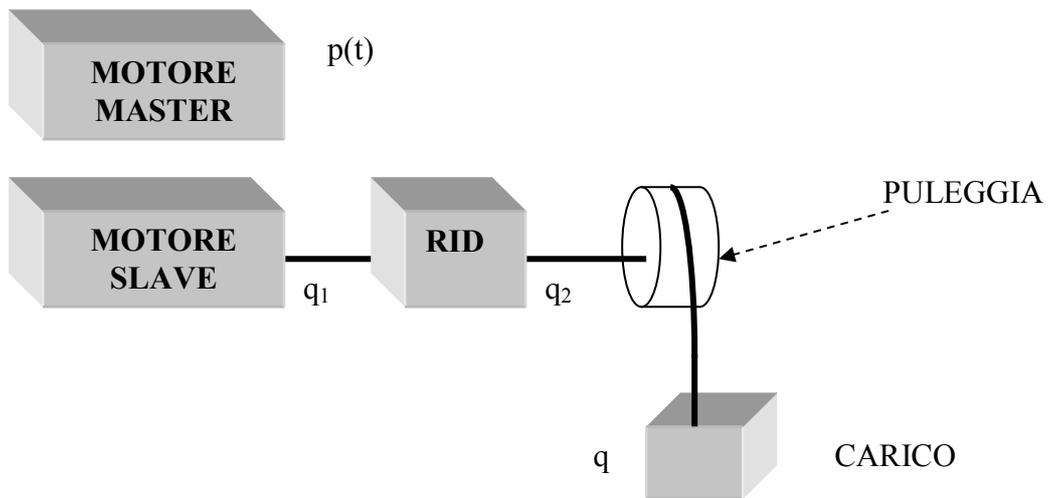
Quando il master va da 0° a 300° il peso scende di 1,5m, con lo slave che parte a velocità di 0°/° e termina con velocità pari a 2°/° del master.

1) Calcolare una relazione master-slave con legge polinomiale del 3° grado che soddisfi i vincoli sopra elencati. E' obbligatorio indicare le unità di misura dei coefficienti del polinomio

2) Considerando che la coppia motrice di un sistema a carrucola, al riduttore è:

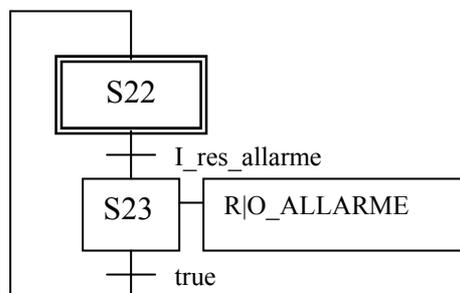
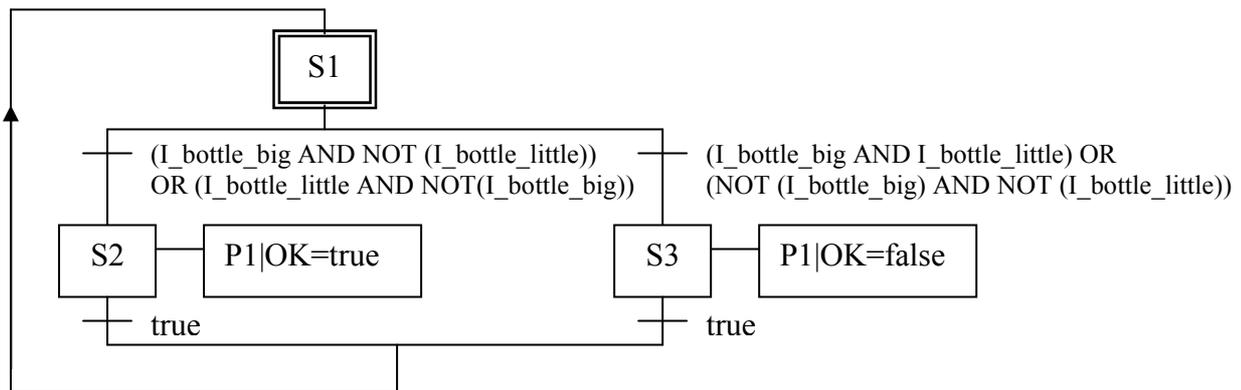
$$C = (M_{LOAD} R^2 + \frac{M_{PULLEY}}{2} R^2 + M_{BELL} R^2) \dot{\omega} + M_{LOAD} gR$$

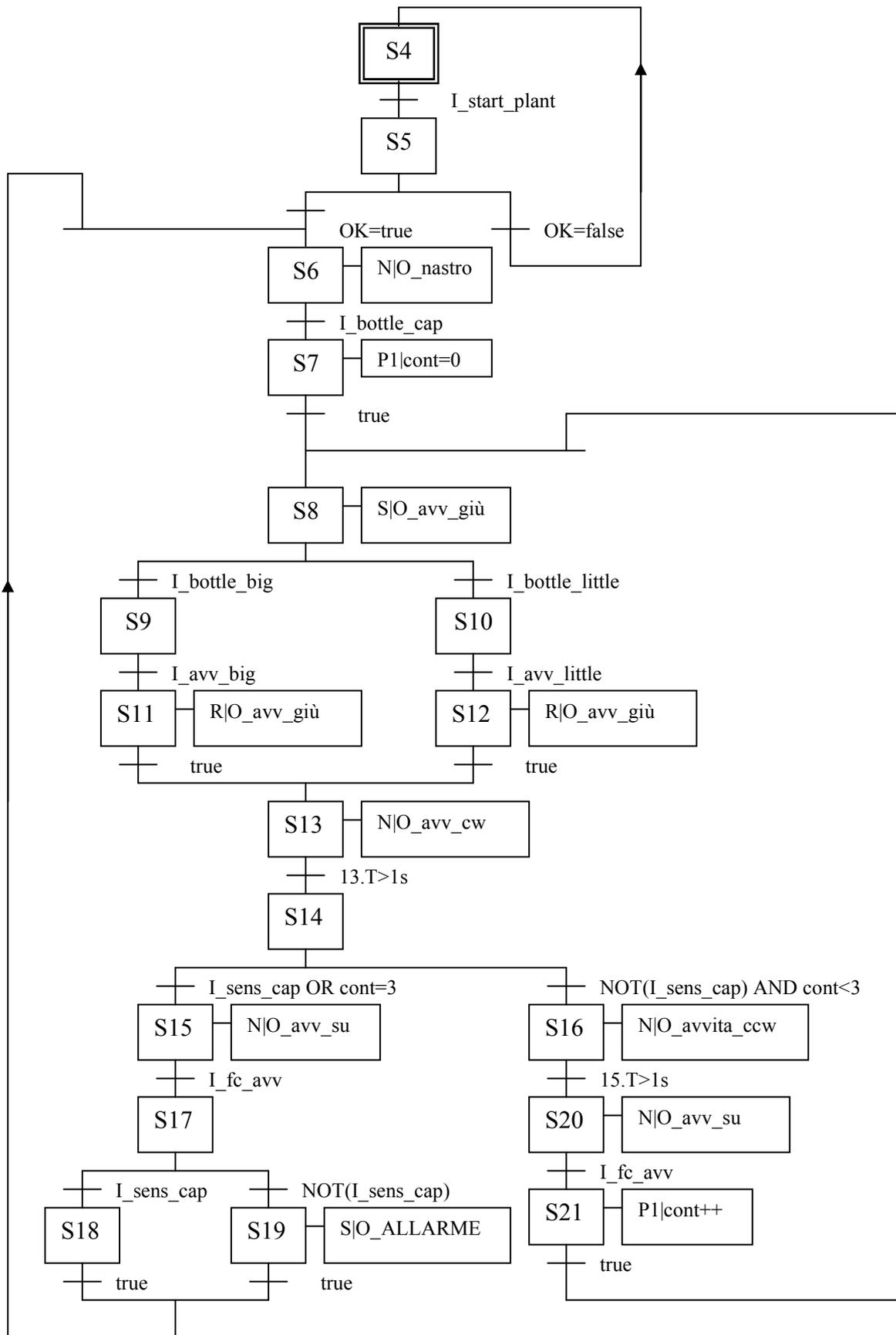
calcolare la potenza erogata dal motore a velocità costante $\omega = 20 \text{ rad/s}$ nel caso in cui $M_{LOAD} = 2 \text{ Kg}$, $M_{PULLEY} = 200 \text{ gr}$, $M_{BELL} = 200 \text{ gr}$.



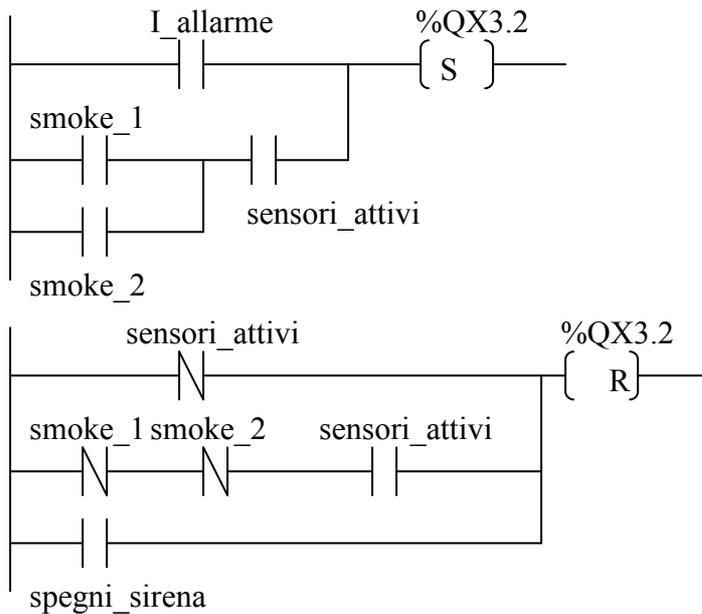
SOLUZIONE

Una possibile soluzione dell'SFC è la seguente





Ladder



Controllo del moto

Calcolo del raggio della puleggia

Se la puleggia dev'essere di dimensioni tali che il peso collegato alla fune scenda di 1 cm per ogni grado di rotazione della puleggia stessa, vuol dire che si può impostare la seguente proporzione:

$$360 : 2\pi R = 1 : 0.01$$

nel senso che: quando la puleggia ruota di 360° , svolge una quantità di fune pari a $2\pi R$, così come ruotando di 1° fa scendere la fune di 1cm ($1\text{cm}=0.01\text{m}$).

Da qui si ricava che $R = (360 * 0.01) / (2\pi) = 0,57 \text{ m}$

Catena cinematica

$$\text{In gradi : } 360 : \frac{2\pi R}{K_r} = q_1 : q \quad \Rightarrow \quad q_1 = \frac{360 K_r}{2\pi R} q$$

Vincoli

$$p_0 = 0 \quad \left. \frac{dq_1}{dp} \right|_0 = 0^\circ / ^\circ \quad q_0 = 0 \Rightarrow q_{10} = 0^\circ$$

$$P_f = 300^\circ \quad \left. \frac{dq_1}{dp} \right|_f = 2^\circ / ^\circ \quad q_f = 1,5 \text{ m} \Rightarrow q_{1f} \cong 750^\circ$$

Sistema

Si devono usare le due equazioni $q_1(p) = a_0 + a_1 p + a_2 p^2 + a_3 p^3$ e $\frac{dq_1}{dp} = a_1 + 2a_2 p + 3a_3 p^2$

(velocità geometrica)

Le equazioni sono, in gradi:

$$\begin{cases} 0 = a_0 + a_1 \cdot 0 + a_2 \cdot 0^2 + a_3 \cdot 0^3 \\ 750 = a_0 + a_1 \cdot 300 + a_2 \cdot 300^2 + a_3 \cdot 300^3 \\ 0 = a_1 + 2 a_2 \cdot 0 + 3 a_3 \cdot 0^2 \\ 2 = a_1 + 2 a_2 \cdot 300 + 3 a_3 \cdot 300^2 \end{cases}$$

Le soluzioni sono:

$$a_0 = 0^\circ, \quad a_1 = 0, \quad a_2 = 0,0183 (1/^\circ), \quad a_3 = -33,33 \cdot 10^{-6} (1/^\circ)^2$$

Potenza

Essendo la velocità costante $\omega = 20 \text{ rad/s}$, l'accelerazione $\dot{\omega}$ è nulla.

Quindi, nella $C = (M_{LOAD} R^2 + \frac{M_{PULLEY}}{2} R^2 + M_{BELL} R^2) \dot{\omega} + M_{LOAD} gR$, tutto il primo

termine si annulla, e rimane solo $C = M_{LOAD} gR = 11,2 \text{ Nm}$ con $g = \text{accelerazione di gravità} (9,8 \text{ m/s}^2)$.

La coppia così calcolata è quella al riduttore.

Per portarla al motore bisogna dividere per il rapporto di riduzione $C_{mot} = C/Kr = 2,23 \text{ Nm}$.

La potenza è il prodotto della coppia per la velocità del motore:

$$P = C_{mot} \omega = 44,7 \text{ W}$$