

AUTOMAZIONE INDUSTRIALE
Appello: gennaio 2008

Nome: _____

Matricola: _____

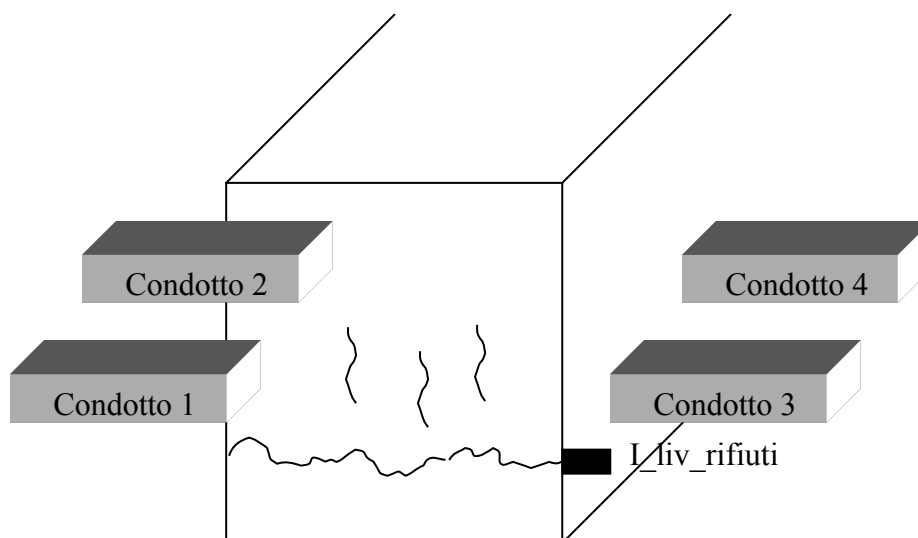
↑ Compito totale

↑ Compito parziale + tesina

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

1 Esercizio SFC

In un inceneritore i rifiuti sono condotti nella camera di combustione attraverso 4 condotti muniti di nastro trasportatore



Per dare l'avvio al processo che porta all'incenerimento dei rifiuti, l'operatore deve premere il pulsante I_{ciclo} .

A questo punto, se la fotocellula $I_{liv_rifiuti}$, che segnala il livello dei rifiuti nella camera di combustione, è a valore FALSE (segnalando che ci sono pochi rifiuti, e che quindi la camera deve essere riempita), i 4 nastri trasportatori, comandati dalle relative uscite $O_{nastro1} \dots O_{nastro4}$, devono essere attivati, e cominciano così a far cadere i rifiuti nella camera.

Quando la fotocellula $I_{liv_rifiuti}$ diventa TRUE, segnalando che i rifiuti hanno superato una certa soglia, si devono fermare subito i nastri 1 e 3, che trasportano rifiuti di grandi dimensioni, mentre i nastri 2 e 4, che trasportano rifiuti di piccola entità, si devono fermare dopo 2 minuti (120 secondi).

Immediatamente dopo che i nastri 1 e 3 si sono fermati, e senza aspettare che si fermino anche i nastri 2 e 4, si devono chiudere contemporaneamente i portelloni dei suddetti nastri, azionando le uscite O_{port1_off} e O_{port3_off} , fino ai rispettivi finecorsa I_{fc1} e I_{fc3} . In modo analogo, appena i nastri 2 e 4 si sono fermati, anche i loro portelloni si devono chiudere contemporaneamente, azionando le uscite O_{port2_off} e O_{port4_off} , fino ai rispettivi finecorsa I_{fc2} e I_{fc4} .

A questo punto, se nessuno tra i due allarmi I_{all_high} e I_{all_low} è a true, si può cominciare a far salire la temperatura del bruciatore, accendendolo.

Accendere il bruciatore è un'operazione piuttosto difficile, che non sempre va a segno al primo tentativo. Per questo l'operatore deve premere il pulsante I_{fire_acc} che fa attivare l'uscita O_{fire_on} , la

quale regola e comanda l'accensione. Dopo 10 secondi dal comando, si deve controllare se il bruciatore si è effettivamente acceso oppure no. Per fare questo si controlla la fotocellula `I_fire_on`, che, se a valore logico true, segnala l'accensione, se a valore logico false segnala la non accensione.

Se il bruciatore si è acceso si prosegue, altrimenti si devono ripetere le operazioni di accensione (a partire dal premere il pulsante `I_fire_acc`) per un massimo di 7 volte. Se all'ottava volta ancora il bruciatore non si è acceso, deve scattare l'allarme `O_all_bruciatore`. Scattato l'allarme, si presuppone che i tecnici aggiustino l'accensione e poi premano il tasto `I_reset_all1`. A questo punto deve ripartire il tentativo di accensione (cioè devono essere consentiti di nuovo i 7 tentativi, a partire dalla pressione del tasto `I_fire_on`).

Quando la fotocellula `I_fire_on` segnala finalmente l'accensione, il bruciatore deve portare la camera di incenerimento ad una temperatura di 1200°C in 5 minuti. A questo proposito si deve controllare la variabile `T`, associata ad un ingresso analogico, che segnala la temperatura. Se questa, dopo 5 minuti da quando `I_fire_on` è andata a true, segnala un valore inferiore a 1190°, deve scattare un secondo allarme, `O_all_temp`. Quando scatta questo allarme si presuppone ancora che i tecnici controllino l'impianto e, sistemato il guasto, diano l'ok premendo il tasto `I_rest_all2`.

Se invece, dopo 5 minuti, la temperatura è maggiore o uguale a 1190°C, il sistema continua il suo funzionamento finché la fotocellula `I_liv_rifiuti` torna a valore logico falso.

A questo punto si deve dare il comando di spegnimento del bruciatore, `O_fire_off`. La temperatura comincerà a scendere.

In questa fase del funzionamento dell'impianto, se qualcuno vuole accedere alla camera di incenerimento, lo richiede premendo il tasto `I_apri_room`. Tuttavia il sistema aprirà il portellone di accesso (azionando l'uscita `O_apri_room` fino al finecorsa `I_fc_apri`), solo se la temperatura è inferiore ai 70°C.

Quando la temperatura è inferiore ai 20°C, infine, il ciclo si conclude e il sistema torna allo stato iniziale.

2 Esercizio LADDER

Un negozio avente 4 finestre e 2 porte, una davanti e una sul retro, è dotato di antifurto, che garantisce le funzioni di anti-intrusione e sicurezza per gli incendi.

Ogni finestra è dotata di un sensore di vibrazioni (`I_vib1...I_vib4`) e di apertura (`I_varco_1...I_varco4`), ogni porta è dotata di un sensore di apertura (`I_porta1, I_porta2`), e vi sé poi un sensore di incendio (`I_fire`).

Tutti i sensori hanno valore logico vero nel caso l'evento si sia effettivamente verificato (vibrazione sul vetro, apertura porta-finestra, fuoco).

Nel caso in cui scatti un sensore di vibrazione, si deve attivare un preallarme, tramite uscita `O_preall`, che deve però essere spento se il sensore torna a valore logico falso.

Nel caso in cui anche uno solo dei sensori di apertura delle porte e delle finestre sia a valore logico vero, deve scattare l'allarme associato all'uscita `O_all_intrusione`. Tale allarme deve rientrare solo se si preme il pulsante `I_reset_all_intrusione`.

Se scatta il sensore antincendio, invece, deve attivarsi l'uscita `O_all_fire`, che si disattiva se il sensore torna a valore logico falso o se viene premuto il tasto `I_fire_off`.

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

- 1) Descrivere i concetti di configuration, resource e program
- 2) Cos'è un task? Quali tipologie di task esistono? (elencarle e descriverle)

- 3) Elencare e descrivere brevemente tutti i possibili linguaggi ufficiali per PLC messi a disposizione dalla norma 61131
- 4) Descrivere i concetti di coppia e potenza. Come si modificano potenza e coppia se si collega un riduttore ad un motore?
- 5) Elencare e descrivere brevemente almeno tre 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.

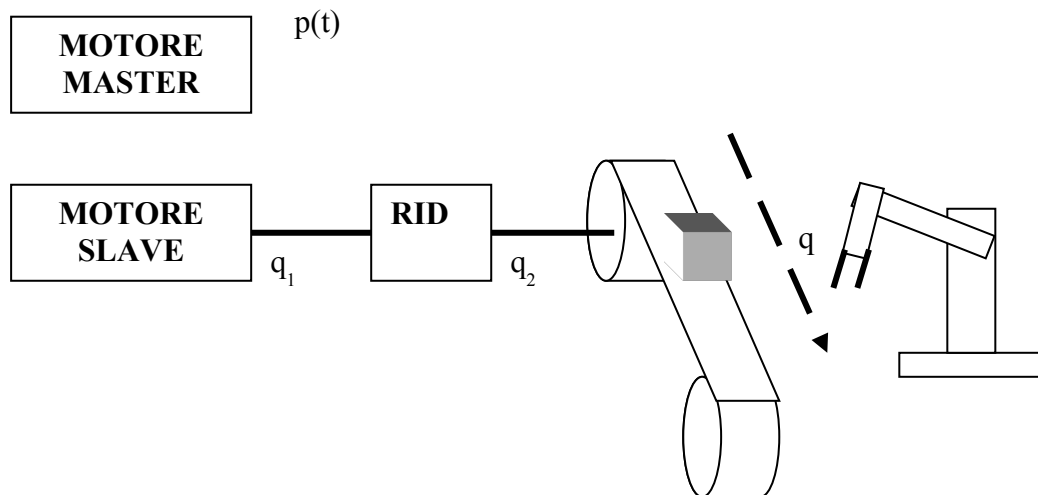
Un braccio meccanico deve portare dei pezzi ad una stazione di lavorazione, prelevandoli da un nastro trasportatore. Tale braccio parte da fermo a velocità nulla, poi accelera per 3 secondi, seguendo la legge $a=3 \text{ m/s}^2$, quindi prosegue a velocità costante per altri 5 secondi, e infine decelera per 2 secondi seguendo la legge $a= - 9/2 \text{ m/s}^2$.

Alla fine il robot torna nella posizione di partenza compiendo il tragitto inverso.

Il movimento del robot dev'essere sincronizzato con quello del nastro trasportatore su cui viaggiano i pezzi da prelevare, in modo tale che nel tempo che ci impiega il braccio per compiere mezzo ciclo (accelerare, andare a velocità costante e decelerare), il nastro compia lo stesso spostamento compiuto dal robot.

Il nastro, inoltre, parte da posizione nulla e velocità geometrica nulla, e termina il suo moto a velocità di $1\text{m}/^\circ$ (cioè un metro per ogni grado del master). Esso è mosso da una puleggia di raggio $R=20 \text{ cm}$, e prende il moto da un motore slave ridotto da un riduttore con rapporto di riduzione pari a 10.

Trovare la relazione master slave, realizzata tramite polinomio del 3° ordine, tale che il master inizi e termini a velocità nulla spostandosi di 100° .

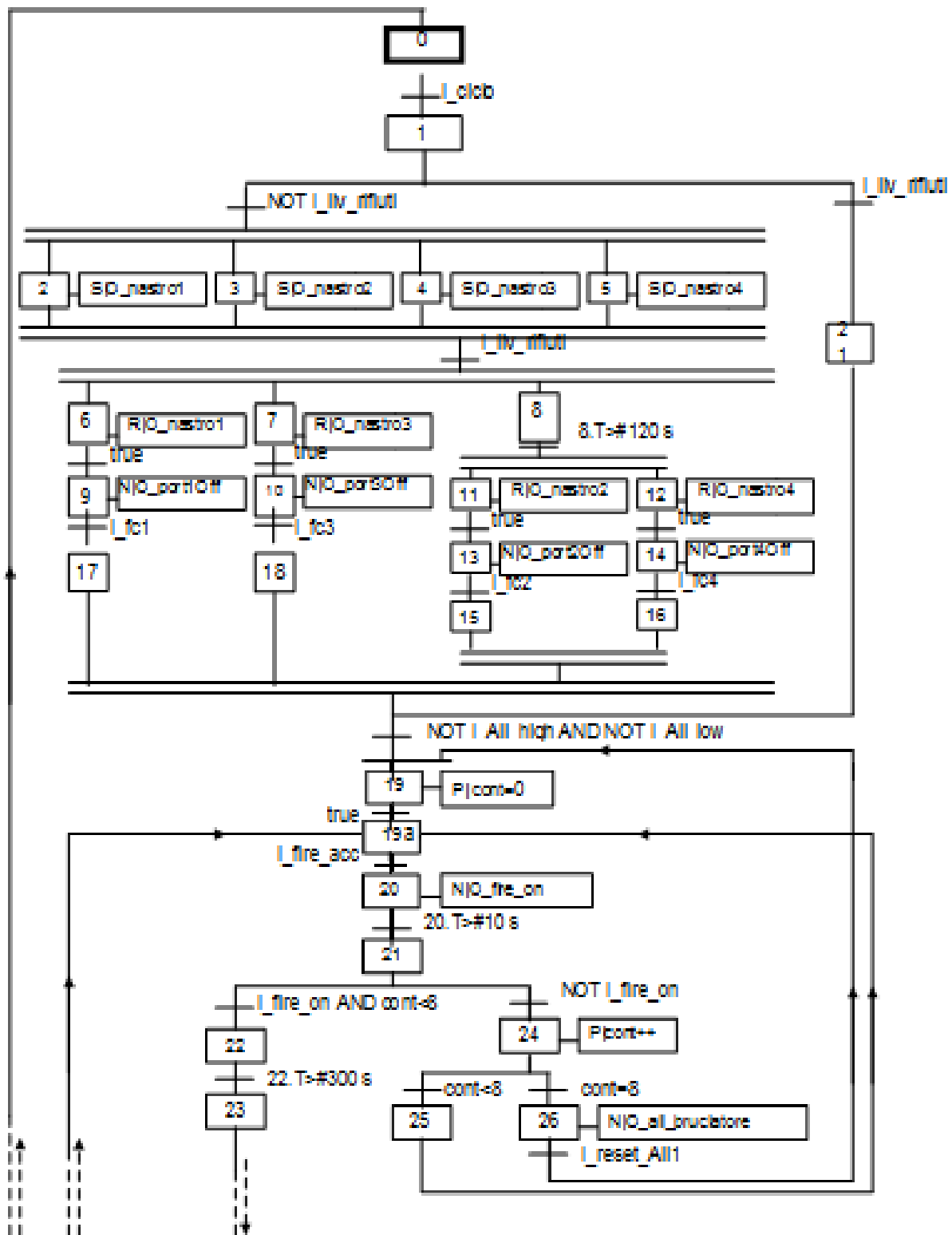


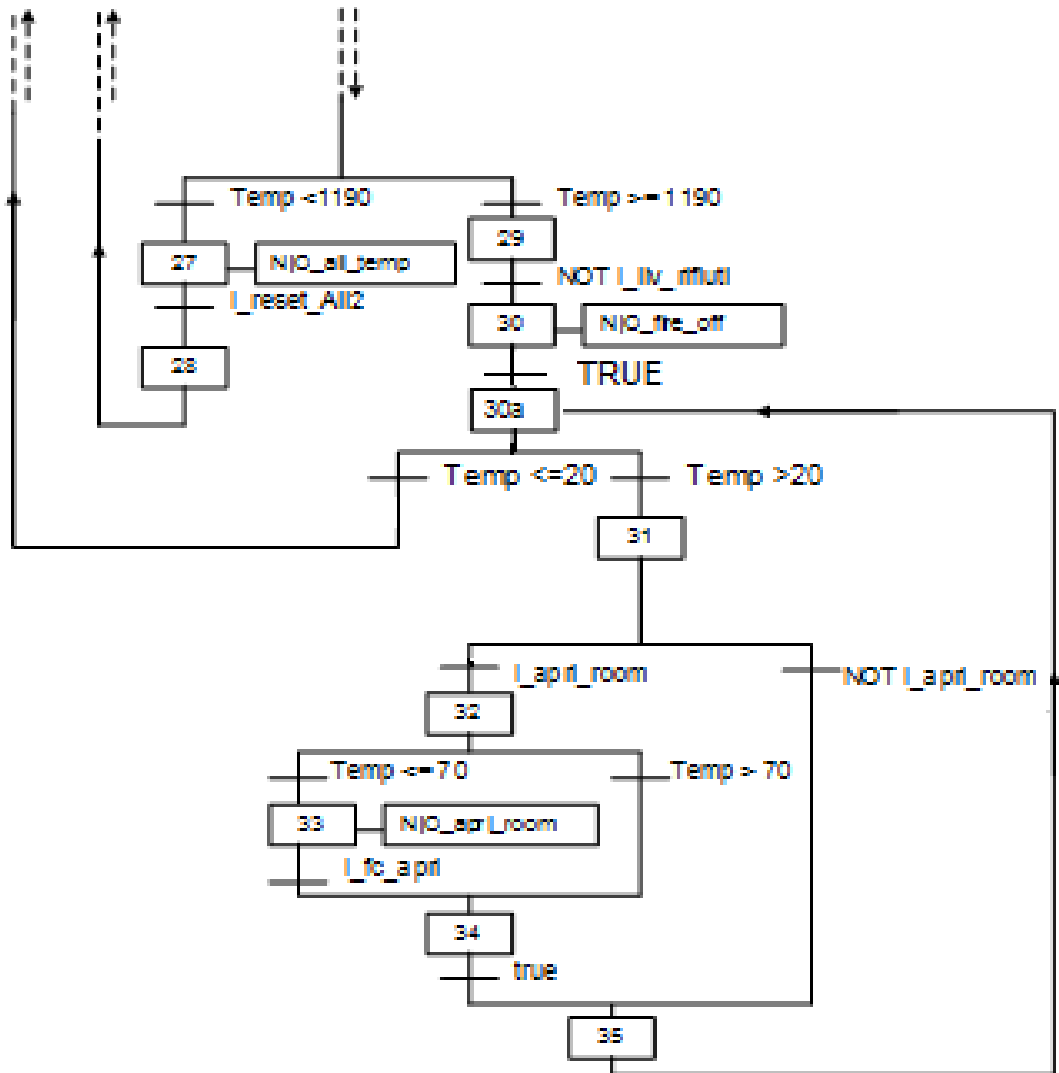
E' obbligatorio indicare le unità di misura dei coefficienti del polinomio

Soluzione

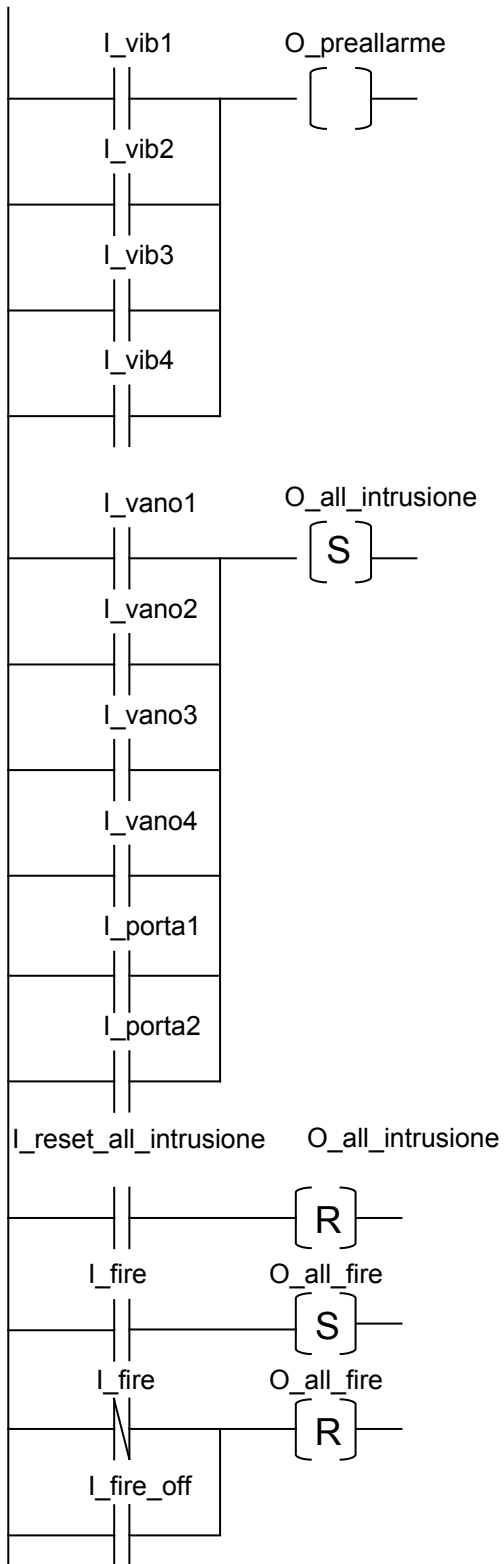
SFC

Una delle possibili soluzioni è indicata di seguito



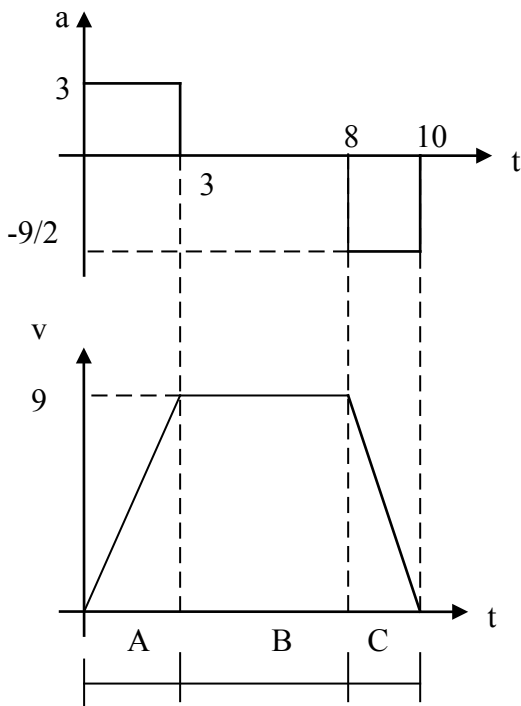


2) LADDER



4) CONTROLLO DEL MOTO

Dai dati forniti, si possono disegnare graficamente gli andamenti di accelerazione e velocità



E' detto che il nastro si deve muovere della stessa quantità del robot, quindi il vincolo sulla posizione finale del nastro si otterrà calcolando quanta strada percorre il robot.

Nel tratto A il robot va ad accelerazione costante, quindi avrà velocità linearmente dipendente dal tempo. Poiché per calcolare la velocità dall'accelerazione basta integrare, avremo in questo tratto che:

$$v = \int a \, dt = \int 3 \, dt = 3 \int 1 \, dt = 3t$$

Per trovare quindi lo spazio percorso nel tratto A, basta integrare di nuovo la velocità, essendo lo spazio l'integrale appunto di v

$$s = \int_0^3 3t \, dt = 3 \int_0^3 t \, dt = 3 \left[\frac{t^2}{2} \right]_0^3 = 3 \left[\frac{9}{2} - 0 \right] = 13,5m$$

Nel tratto B il robot si muove a velocità costante. Tale velocità è quella finale del tratto A, cioè quella che il robot ha all'istante $t=3s$.

Poiché nel primo tratto la velocità è $v=3t$, all'istante $t=3s$ sarà $v=3 \times 3 = 9 \text{ m/s}$.

Quindi nel tratto B, muovendosi per 5 secondi a velocità costante di 9m/s , il robot farà

$$s = v \times t = 9 \times 5 = 45m$$

Nel tratto C il robot ha decelerazione costante. L'andamento della velocità sarà quindi sempre lineare, ma decrescente.

Analiticamente parlando, l'andamento che si ricava è $v = 9/2 (10 - t)$.

Procedendo come per il tratto A avremo quindi:

$$s = \int_8^{10} \frac{9}{2} (10 - t) \, dt = \frac{9}{2} \int_8^{10} 10 - t \, dt = \frac{9}{2} \left[10t - \frac{t^2}{2} \right]_8^{10} = \frac{9}{2} [100 - 50 - 80 + 32] = 9m$$

Quindi lo spazio percorso sarà $13,5 + 45 + 9 = 67,5$ m.

In alternativa, si può anche banalmente considerare che, essendo lo spazio l'integrale della velocità, ed essendo l'integrale l'area sottesa dalla curva, l'area sottesa dal trapezio delle velocità è $(\text{base magg} + \text{base min}) h / 2 = (10 + 5) 9 / 2 = 67,5$ m

CATENA CINEMATICA

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

$$\rightarrow \text{in gradi} \quad 360 : (2\pi R / Kr) = q_1 : q \quad \rightarrow \quad q_1 = (360 q Kr) / 2\pi R \quad (1)$$

$$\rightarrow \text{in radianti} \quad 2\pi : (2\pi R / Kr) = q_1 : q \quad \rightarrow \quad q_1 = Kr q / R \quad (2)$$

Analoga relazione vale per le velocità del motore slave e del nastro.

VINCOLI

master
 $p_0 = 0$
 $p_f = 100^\circ$

nastro
 $q_0 = 0$
 $q_f = 67,5$

slave
 $q_{10} = 0$
 $q_{1f} = Kr q_f / R = 3375$

$$\left. \frac{dq}{dp} \right|_{p_0} = 0^\circ / ^\circ$$

$$\left. \frac{dq_1}{dp} \right|_{p_0} = 0 \text{ rad} / ^\circ$$

$$\left. \frac{dq}{dp} \right|_{p_f} = 1 \text{ m} / ^\circ$$

$$\left. \frac{dq_1}{dp} \right|_{p_f} = \frac{Kr}{R} \left. \frac{dq}{dp} \right|_{p_f} = 50 \text{ rad} / ^\circ$$

SISTEMA

Avendo dato le velocità geometriche, dovrò usare $q_1(p) = a_0 + a_1 p + a_2 p^2 + a_3 p^3$ e

$$\frac{dq_1}{dp} = a_1 + 2a_2 p + 3a_3 p^2$$

Usando i vincoli calcolati sopra il sistema sarà

$$\left\{ \begin{array}{l} 0 = a_0 + a_1 \cdot 0 + a_2 \cdot 0^2 + a_3 \cdot 0^3 \\ 3375 = a_0 + a_1 \cdot 100 + a_2 \cdot 100^2 + a_3 \cdot 100^3 \\ 0 = a_1 + 2a_2 \cdot 0 + 3a_3 \cdot 0^2 \\ 50 = a_1 + 2a_2 \cdot 100 + 3a_3 \cdot 100^2 \end{array} \right. \quad \left. \begin{array}{l} \text{posizione} \\ \text{velocità} \end{array} \right\}$$

Risulta

$$a_0 = 0 \text{ (rad)}$$

$$a_1 = 0 \text{ (rad/}^\circ\text{)}$$

$$a_2 = -0,128 \text{ (rad/}^\circ\text{}^2\text{)}$$

$$a_3 = 0,8125 \cdot 10^{-3} \text{ (rad/}^\circ\text{}^3\text{)}$$