



*Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca*  
**ESAME DI STATO DI ISTRUZIONE SECONDARIA SUPERIORE**

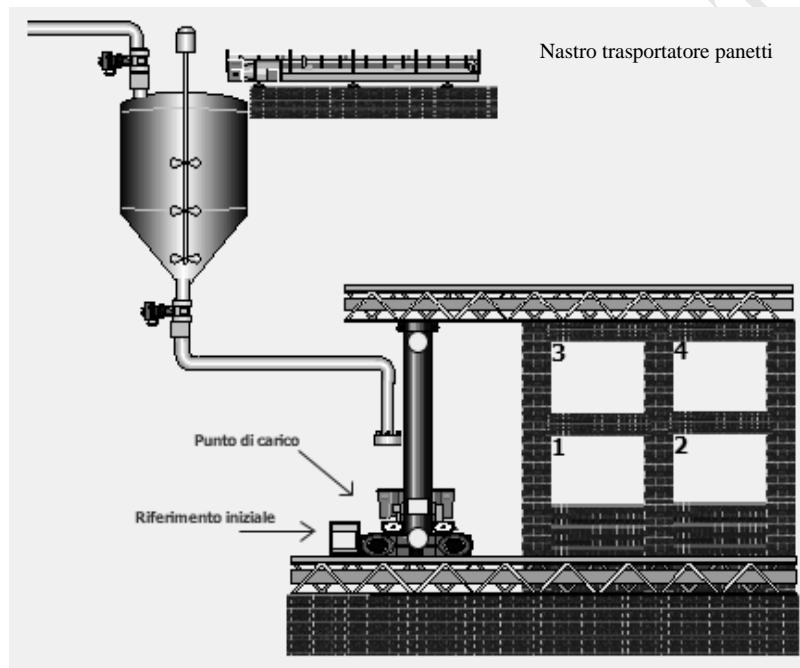
**Indirizzo:** ITAT - ELETTRONICA ED ELETTROROTECNICA  
 ARTICOLAZIONE "AUTOMAZIONE"

**Tema di:** ELETTROROTECNICA ED ELETTRONICA e SISTEMI AUTOMATICI

*Il candidato svolga la prima parte della prova e due tra i quesiti proposti nella seconda parte.*

**PRIMA PARTE**

All'interno di un'azienda chimica è presente l'impianto, rappresentato in figura, per la produzione e il successivo immagazzinamento di un particolare composto chimico ottenuto miscelando opportunamente due ingredienti in una tramoggia.



Il primo ingrediente è allo stato liquido e viene immesso nella tramoggia attraverso una condotta con una saracinesca comandata da un'elettrovalvola; il secondo ingrediente è costituito da panetti solidi e raggiunge la tramoggia per mezzo di un nastro trasportatore azionato da un motore asincrono trifase (MAT). Per il composto da preparare sono necessari 5 panetti dell'ingrediente solido.

All'inizio del processo la tramoggia è vuota.

Alla pressione di un pulsante di START, l'operatore comanda la partenza del ciclo operativo: la saracinesca viene aperta e il mescolatore a pale viene avviato. Il processo di caricamento del liquido si arresta nel momento in cui viene raggiunto il livello di riferimento segnalato da un apposito sensore.

Successivamente viene azionato il nastro trasportatore per l'immissione dell'ingrediente solido.

Il mescolatore resta in azione per 10 minuti affinché gli elementi siano completamente amalgamati.

Al termine della miscelazione, il composto viene scaricato in una cassa posta sotto la tramoggia in corrispondenza del punto di carico (riferimento iniziale); la presenza del contenitore è segnalata da un apposito



*Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca*

**ESAME DI STATO DI ISTRUZIONE SECONDARIA SUPERIORE**

**Indirizzo:** ITAT - ELETTRONICA ED ELETTROROTECNICA

ARTICOLAZIONE "AUTOMAZIONE"

**Tema di:** ELETTROROTECNICA ED ELETTRONICA e SISTEMI AUTOMATICI

senso di posizione. Lo scarico del composto avviene mediante l'apertura di una seconda saracinesca di portata pari a 2 l/s; la saracinesca viene mantenuta aperta fino a quando sono transitati 10 litri di composto.

Al termine dell'operazione di scarico si avvia il processo di trattamento termico mediante un piatto riscaldante posto sotto la cassa.

Un opportuno circuito fornisce la potenza necessaria per il raggiungimento delle temperature richieste per il riscaldamento del piatto secondo la seguente relazione:

$$T = 15 \cdot V_s \text{ con } T \text{ temperatura in } ^\circ\text{C} \text{ e } V_s \text{ tensione continua di valore compreso tra } 0 \text{ e } 10 \text{ V.}$$

Il piatto termico viene mantenuto, durante il trattamento, ad una temperatura di 90 °C per 10 minuti e successivamente a 50 °C per altri 5 minuti, considerando trascurabili i transitori per i raggiungimenti delle temperature richieste. Ultimato il processo termico, la cassa viene prelevata attraverso un traslo-elevatore e depositata in un magazzino.

Il sistema di aggancio è alimentato a 24 V<sub>DC</sub>, mentre il traslo-elevatore, necessario per il trasporto verso il magazzino, è movimentato da 2 MAT autofrenanti a modalità diretta; sull'albero di ciascun motore è calettato un encoder incrementale che produce un impulso digitale a 24 V<sub>DC</sub> ogni 10 mm di spostamento lineare dell'asse, con frequenza massima pari a 100 Hz.

Il magazzino è costituito da quattro celle le cui coordinate, misurate rispetto al riferimento iniziale, sono indicate nella tabella successiva:

Posizione di aggancio	Coordinata X (m)	Coordinata Y (m)
piatto	0	0
cella 1	4	0
cella 2	7	0
cella 3	4	3
cella 4	7	3

Una volta riempito il magazzino il processo ha termine.

L'impianto è dotato di un opportuno sistema di segnalazioni luminose e di un pulsante di STOP.

Il candidato, fatte le opportune ipotesi aggiuntive:

- 1) rappresenti lo schema a blocchi del sistema di controllo evidenziando i dispositivi coinvolti e, mediante un diagramma di flusso o un automa a stati finiti, definisca l'algoritmo di gestione dell'impianto;
- 2) sviluppi il codice per gestire il funzionamento dell'impianto, tramite un linguaggio di programmazione per PLC di propria conoscenza;



*Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca*

**ESAME DI STATO DI ISTRUZIONE SECONDARIA SUPERIORE**

**Indirizzo:** ITAT - ELETTRONICA ED ELETTROTECNICA

ARTICOLAZIONE "AUTOMAZIONE"

**Tema di:** ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA e SISTEMI AUTOMATICI

- 3) determini il rapporto di riduzione del riduttore da utilizzare per la trasmissione del moto e calcoli la potenza che il motore deve erogare considerando che:
- il mescolatore è comandato da un MAT a 4 poli
  - la velocità delle pale si può considerare costante e pari a 40 rpm
  - la coppia resistente vale:  $C_r = 60 + 1,17 \cdot \omega_n^2$  [Nm]
  - il rendimento del riduttore è pari al 75%
- 4) progetti il circuito di condizionamento di un sensore di temperatura che si vuole installare sul piatto riscaldante al fine di monitorare la temperatura; la caratteristica del dispositivo è quella rappresentata in figura A, mentre in figura B è rappresentata la curva caratteristica richiesta in ingresso al sistema di controllo.

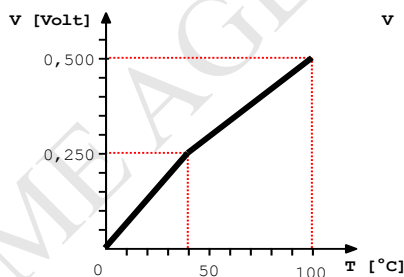


Figura A

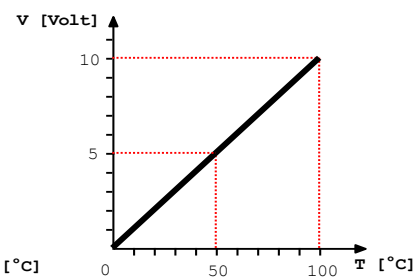


Figura B

**SECONDA PARTE**

**Quesito 1**

Con riferimento alla prima parte della traccia, il candidato individui una idonea soluzione che permetta di diminuire la velocità di avanzamento nello spostamento orizzontale del traslo-elevatore quando le vibrazioni rilevate da un apposito sensore montato sull'unità di aggancio/sgancio indicano una situazione potenzialmente pericolosa. In particolare, il sensore di vibrazioni produce un segnale compreso tra 4 e 20 mA su un carico di 500  $\Omega$  per vibrazioni comprese tra 0 e 50 mm/s. In condizioni di normale funzionamento la vibrazione non deve superare la soglia di 30 mm/s: se tale valore viene superato, la velocità di avanzamento del traslo-elevatore deve essere dimezzata ed essere mantenuta fino a raggiungere un valore per cui la vibrazione risulti inferiore a 15 mm/s.

Per ragioni legate alla funzionalità e alla sicurezza dell'impianto, è richiesto che la soluzione proposta non preveda l'utilizzo di dispositivi programmabili.



*Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca*  
**ESAME DI STATO DI ISTRUZIONE SECONDARIA SUPERIORE**

**Indirizzo:** ITAT - ELETTRONICA ED ELETTROROTECNICA  
 ARTICOLAZIONE "AUTOMAZIONE"

**Tema di:** ELETTROROTECNICA ED ELETTRONICA e SISTEMI AUTOMATICI

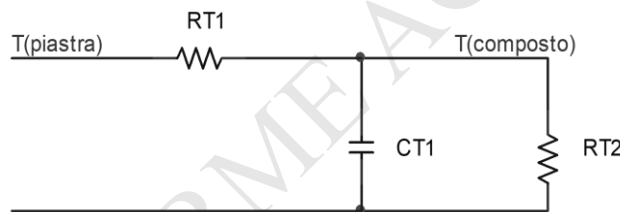
**Quesito 2**

Con riferimento alla prima parte della traccia, è noto che la piastra riscaldante è di forma rettangolare e di dimensioni identiche a quelle della base della cassa. Si supponga che all'accensione della piastra, venga raggiunta istantaneamente la temperatura  $T_P = 90^\circ\text{C}$ .

In queste condizioni, le grandezze termiche presenti nel sistema, assumono i seguenti valori:

- resistenza termica piastra-cassa  $R_{T1} = 0,002 \text{ sec} \cdot \text{K/J}$ ;
- resistenza termica composto-ambiente  $R_{T2} = 0,1 \text{ sec} \cdot \text{K/J}$ ;
- capacità termica del composto  $C_{T1} = 18000 \text{ J/K}$ ;
- temperatura iniziale del composto, della piastra e dell'ambiente di lavoro  $T_A = 20^\circ\text{C}$ .

Ipotizzando che la quantità di calore assorbita dalla base della cassa sia trascurabile, la rete elettrica che presenta analogia formale con il sistema termico in esame è la seguente:



Ciò premesso, il candidato ne determini la funzione di trasferimento e successivamente calcoli lo scostamento di temperatura del composto rispetto a quello della piastra, a regime.

**Quesito 3**

Nell'ambito del controllo di potenza dei motori in alternata tramite dispositivi allo stato solido, il controllo di fase rappresenta una delle tecniche largamente utilizzate. Il candidato, sulla base delle proprie conoscenze, ne illustri le possibili implementazioni fornendo i relativi schemi e dettagliandone il funzionamento.

**Quesito 4**

La strumentazione virtuale è una tecnologia sempre più largamente utilizzata anche nell'automazione industriale. Dopo aver discusso i relativi pregi/difetti, il candidato indichi una soluzione che permetta di dotare un'azienda di tale tecnologia, soffermandosi in particolare sulle soluzioni hardware e software prescelte.

Durata massima della prova: 6 ore.

È consentito l'uso di manuali tecnici e di calcolatrici scientifiche e/o grafiche purché non siano dotate di capacità di calcolo simbolico (O.M. n. 205 Art. 17 comma 9).

È consentito l'uso del dizionario bilingue (italiano-lingua del paese di provenienza) per i candidati di madrelingua non italiana.

Non è consentito lasciare l'Istituto prima che siano trascorse 3 ore dalla dettatura del tema.