



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA

ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
(Lauree di primo livello D.M. 509/99 e D.M. 270/04 e Diploma Universitario)

SEZIONE B - Seconda sessione 2017

PRIMA PROVA SCRITTA DEL 23 NOVEMBRE 2017

SETTORE INDUSTRIALE

Tema n. 1:

Si illustrino i principali tipi di trasduttori che vengono solitamente utilizzati in ambito industriale per le misure della pressione, indicandone tipologie, principi di funzionamento e problematiche relative al loro utilizzo in contesto industriale.

Tema n. 2:

Le esigenze produttive dell'industria moderna richiedono ai progettisti lo sviluppo di macchine e dispositivi ad alte prestazioni in termini di velocità operativa, precisione di posizionamento, basso consumo energetico, elevata sicurezza e ridotto impatto ambientale.

Utilizzando alcuni esempi a scelta tratti dalla realtà industriale, il candidato illustri come sia possibile raggiungere gli obiettivi suddetti in sede di progetto, indicando le tecniche e le metodologie attualmente disponibili nel settore ingegneristico.

Tema n. 3:

Il candidato illustri il concetto di logistica industriale sia a livello generale che a livello di attività nell'ambito di una realtà industriale.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA

ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
(Lauree di primo livello D.M. 509/99 e D.M. 270/04 e Diploma Universitario)

SEZIONE B - Seconda sessione 2017

SECONDA PROVA SCRITTA DEL 24 NOVEMBRE 2017

SETTORE INDUSTRIALE

Classi di laurea: L/9 e 10 - Ingegneria Industriale

AMBITI:

Gestionale / Meccanica/ Automazione

Tema n. 1 (ambito Meccanica)

Per la metrologia moderna l'indicazione di una misura va sempre effettuata mediante tre componenti: valore di riferimento, incertezza e unità di misura.

Il candidato illustri come debbano essere gestiti questi tre aspetti, soffermandosi particolarmente sul sistema di unità di misura e sulla valutazione dell'incertezza.

Tema n. 2 (ambito Automazione)

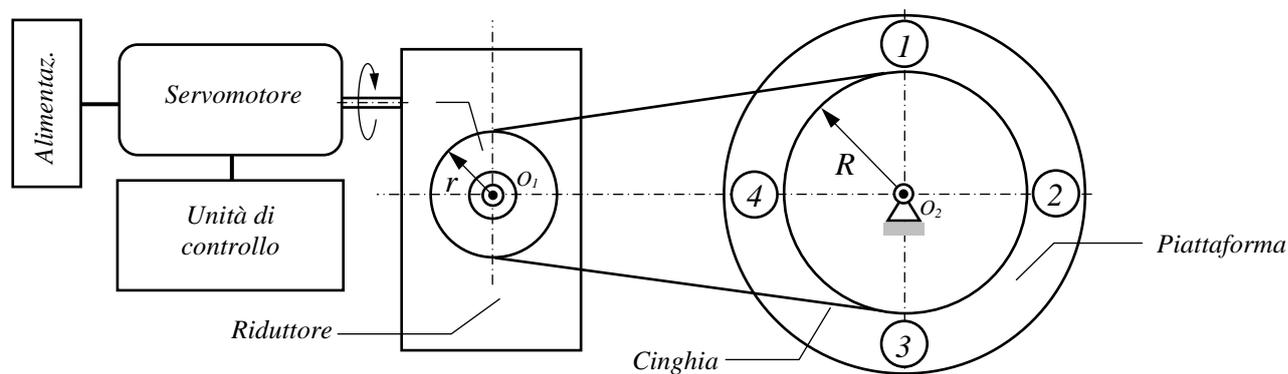
Un'azienda deve installare nel proprio impianto produttivo una piattaforma rotante per posizionare alcuni recipienti di forma cilindrica sotto un ugello che ne effettua il riempimento con del liquido. La piattaforma deve ospitare quattro recipienti (indicati con i numeri 1, 2, 3, 4) disposti come indicato nello schema in figura. I recipienti, una volta effettuata la fase di riempimento, vengono prelevati dalla piattaforma da un braccio automatizzato (non rappresentato nel disegno).

Il candidato imposti una relazione tecnica che contenga le linee guida da seguire per lo sviluppo del progetto. I dati tecnici necessari dovranno essere indicati utilizzando un'opportuna simbologia, senza fare riferimento a valori numerici.

Anche per quanto riguarda i procedimenti di calcolo necessari per la progettazione, si richiede di sviluppare il lavoro dal punto di vista formale, senza effettuare calcoli numerici.

Nello sviluppo dell'elaborato, si consiglia di seguire la traccia sotto riportata:

1. definire le caratteristiche cinematiche della movimentazione in termini di spostamento, velocità ed accelerazione;
2. definire la tipologia dei componenti da utilizzare (motore, riduttore, cinghia di trasmissione), indicando in modo sufficientemente dettagliato le loro caratteristiche tecniche;
3. definire le modalità di controllo del motore;
4. indicare quali tipi di trasduttori sono necessari per effettuare il controllo del movimento; stabilire inoltre la posizione in cui tali trasduttori devono essere installati;
5. dire quali verifiche occorre effettuare affinché il motore sia in grado di svolgere correttamente il suo compito, garantendo che la movimentazione avvenga nei tempi richiesti, senza surriscaldamenti del motore.



Schema del dispositivo per la movimentazione della piattaforma

Tema n. 3 (ambito Gestionale)

Facendo riferimento al settore della grande distribuzione organizzata, il candidato illustri i principi di progettazione e gestione dei principali sistemi di stoccaggio.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA

ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
(Lauree di primo livello D.M. 509/99 e D.M. 270/04 e Diploma Universitario)

SEZIONE B - Seconda sessione 2017

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE DEL 6 DICEMBRE 2017

SETTORE INDUSTRIALE

Classi di laurea: L/9 e 10 - Ingegneria Industriale

AMBITI:

Gestionale / Meccanica/ Automazione

Tema n.1 (Ambito Meccanica)

Per il collaudo in linea di un componente elastico è stata predisposta una stazione automatica che applica un carico assiale al pezzo mediante attuatore pneumatico e lettura della pressione.

L'allungamento viene stimato mediante un dispositivo di misura di spostamento con contatto (LVDT).

Del pezzo è necessario verificare la rigidità, definita come rapporto fra il carico applicato e l'allungamento subito.

Si ha che il carico massimo da applicare è di 400 N; questo avviene con una pressione massima di 6 bar (600000 Pa). L'allungamento massimo del pezzo è dell'ordine di 15 mm.

Il modello della misura da effettuare è dunque:

$$k = \frac{F}{\Delta L} = \frac{F}{L_2 - L_1}$$

Si chiede di eseguire una progettazione di massima degli strumenti che costituiscono il dispositivo di prova ed in particolare:

- schema di misura;
- scelta del tipo di trasduttore, fondo-scale e incertezza strumentale;
- valutazione del budget di incertezza sulla misura finale;
- descrizione della catena di misura da impiegare per l'esecuzione automatica della procedura di collaudo.

Tema n.2 (Ambito Automazione)

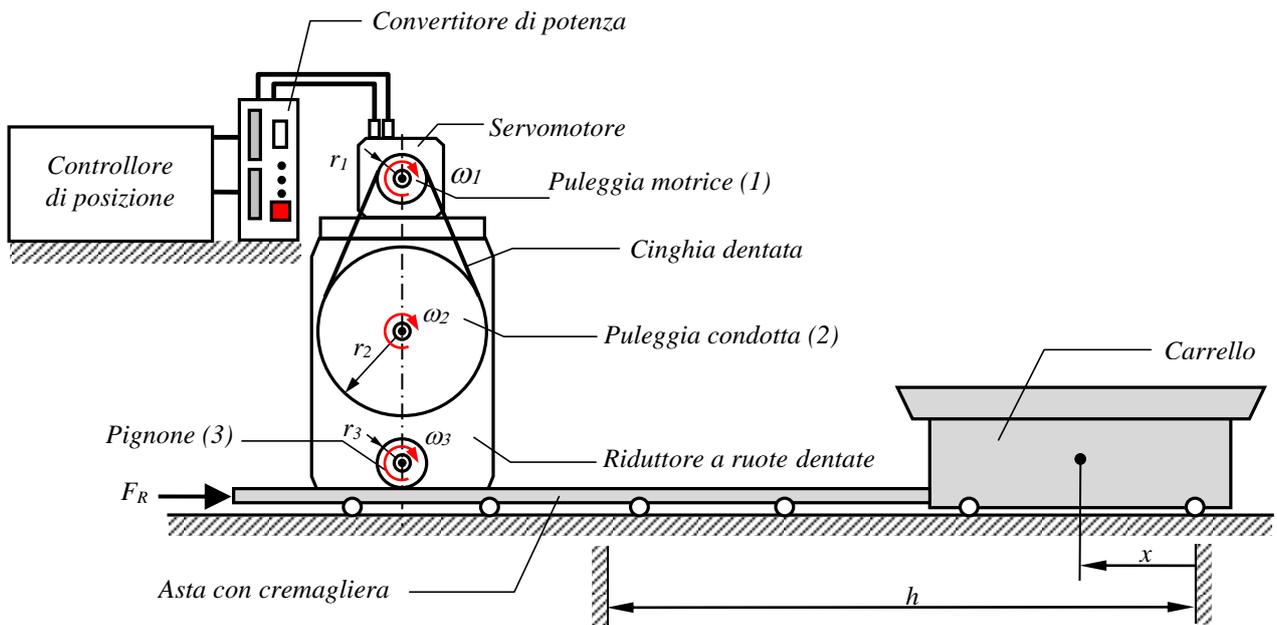


Figura 1

Il sistema elettro-meccanico rappresentato in Figura 1 consente di azionare un carrello lungo una guida rettilinea. Il sistema è costituito dai seguenti elementi:

- un servomotore in corrente continua;
- un controllore di posizione sul quale l'utente può memorizzare (in forma di tabella numerica) la legge di moto richiesta per il carrello;
- un convertitore di potenza (driver) che alimenta il motore e consente di effettuare il controllo in velocità;
- un riduttore di velocità a ruote dentate;
- una trasmissione a cinghia dentata che consente di trasmettere il moto dal motore al riduttore;
- un sistema pignone-cremagliera che consente di trasformare il moto rotatorio all'uscita del riduttore in un moto di traslazione;
- un carrello sul quale è montata una vasca porta-pezzi.

Durante il moto il carrello è sottoposto ad una forza resistente $F_R = \lambda v$, in cui λ è un coefficiente assegnato e v è la velocità di traslazione del carrello.

Si supponga che la trasmissione abbia rendimento unitario e che le ruote dentate interne del riduttore abbiano inerzia trascurabile.

Il carrello deve compiere la movimentazione seguendo il profilo di velocità indicato nel diagramma in Figura 2:

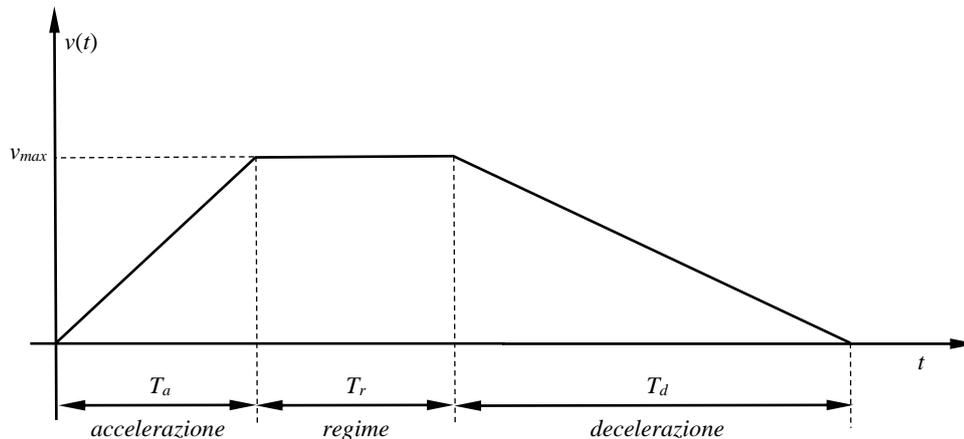


Figura 2

I simboli T_a e T_d indicano rispettivamente gli intervalli di tempo in cui il motore accelera e rallenta; il simbolo T_r indica invece l'intervallo di tempo in cui la velocità viene mantenuta costante al valore di regime.

Sapendo che il carrello deve percorrere una corsa uguale ad h , si chiede di:

1. calcolare la velocità di regime del carrello;
2. calcolare i valori di accelerazione e di decelerazione del carrello nelle fasi di avviamento e di rallentamento;
3. tracciare i diagrammi in scala delle seguenti grandezze (in funzione del tempo):
 - accelerazione del carrello;
 - velocità del carrello;
 - spostamento del carrello;
4. scrivere il bilancio di potenza relativo al sistema meccanico completo rappresentato in Figura 1.
5. tracciare il diagramma della coppia motrice in funzione del tempo.

Si supponga ora che il controllore del moto venga disattivato e che il motore venga alimentato con una tensione costante assegnata V_{mot} tramite un opportuno alimentatore collegato ad un contatto elettrico azionabile manualmente dall'operatore. La relazione "coppia-velocità" corrispondente alla tensione V_{mot} è definita dall'equazione:

$$C_m = A - B \omega_1 \quad (1)$$

in cui i simboli C_m ed ω_1 indicano rispettivamente la coppia motrice e la velocità angolare del motore, mentre A e B sono due costanti note. La Figura 3 fornisce la rappresentazione grafica dell'equazione (1).

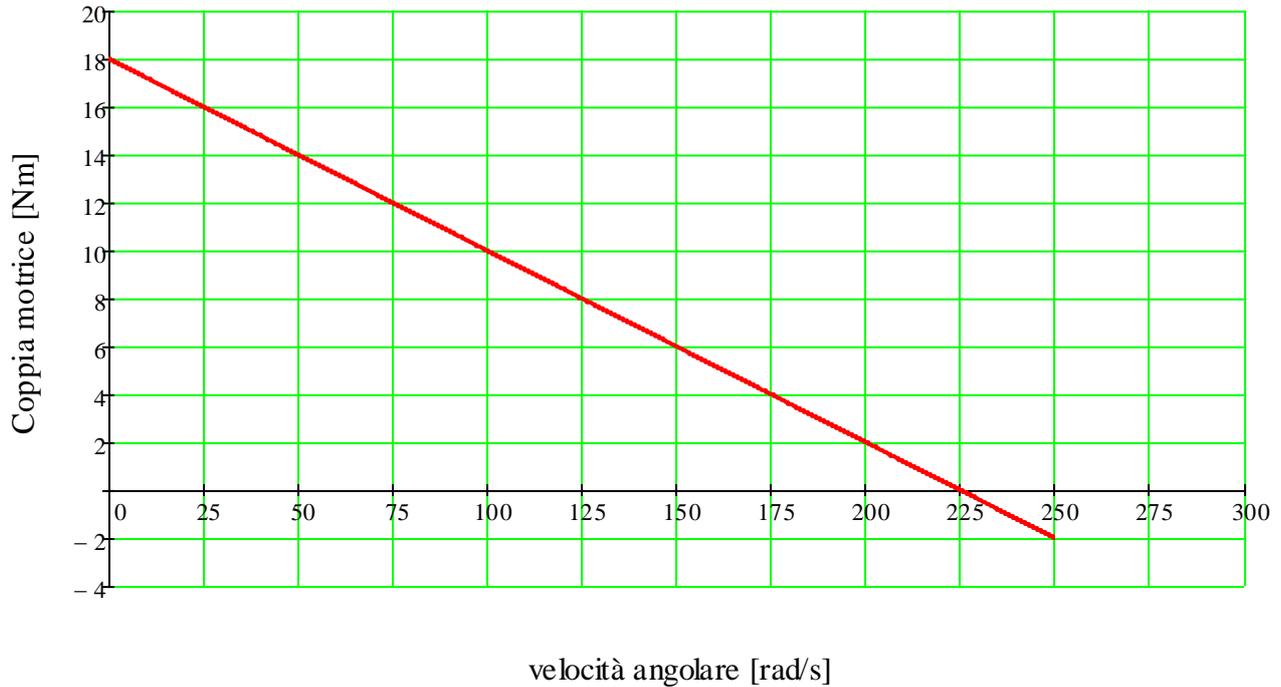


Figura 3

Si consideri come istante iniziale $t = 0$ l'istante in cui l'operatore chiude il contatto e si calcolino le seguenti grandezze:

1. la velocità del carrello in funzione del tempo (con il relativo grafico);
2. l'accelerazione del carrello in funzione del tempo (con il relativo grafico);
3. la distanza percorsa dal carrello dopo 2 secondi dall'inizio del movimento.

Nota: Per il tracciamento dei diagrammi si utilizzino scale di rappresentazione in grado di rendere leggibili i diagrammi stessi.

Dati

- Distanza totale che il carrello deve percorrere $h = 3$ m
- Tempo di accelerazione $T_a = 1,5$ s
- Tempo di regime $T_r = 1,5$ s
- Tempo di decelerazione $T_d = 3$ s
- Coefficiente λ $\lambda = 1500$ Ns/m
- Massa traslante totale (carrello + asta con cremagliera) $M = 100$ kg
- Momento d'inerzia del gruppo motore + puleggia motrice (1) $J_1 = 8,5 \times 10^{-4}$ kg m²
- Momento d'inerzia della puleggia condotta (2) $J_2 = 0,08$ kg m²
- Momento d'inerzia del pignone (3) $J_3 = 5 \times 10^{-3}$ kg m²
- Raggio della puleggia motrice $r_1 = 40$ mm
- Raggio della puleggia condotta (2) $r_2 = 120$ mm
- Raggio primitivo del pignone (3) $r_3 = 45$ mm
- Rapporto di trasmissione del riduttore a ruote dentate $\tau_r = \omega_3/\omega_2 = 1/6$
- Costante A (Coppia allo spunto) $A = 18$ Nm
- Costante B (Coeff. angolare) $B = 0,08$ Nms/rad

Tema n. 3 (Ambito Gestionale)

La ditta Dolceciocco S.p.A. produce prodotti dolciari destinati alla grande distribuzione organizzata. L'azienda ha sostanzialmente tre linee di prodotti: i cioccolatini, gli "accoppiati", costituiti da un biscotto sovrapposto ad una tavoletta di cioccolato, e le creme spalmabili in vasetto. Il processo produttivo prevede la preparazione del cioccolato a partire dalla fave di cacao e la realizzazione dei cioccolatini o delle tavolette per gli accoppiati versando il cioccolato negli appositi stampi. I biscotti per gli accoppiati sono acquistati da un fornitore esterno, come le creme spalmabili che vengono quindi solo confezionate versando la crema negli appositi imballaggi.

Per la realizzazione degli accoppiati è necessario inserire negli appositi stampi i biscotti correttamente orientati prima di versare nello stampo il cioccolato.

Con particolare riferimento alle creme spalmabili, l'attività produttiva prevede il caricamento della crema in un serbatoio dal quale la crema cade per gravità e finisce nei barattoli di vetro in dosi da 350g di prodotto. I barattoli vuoti sono caricati sulla linea da un operatore che li preleva da un pallet e li colloca su appositi supporti. Il riempimento dei barattoli avviene in automatico e al termine della linea una macchina provvede ad applicare il coperchio al barattolo, a sigillare il tutto con pellicola protettiva e a disporre i barattoli pieni in 3 file da 4 barattoli su un vassoio. Nell'ultima postazione della linea il vassoio con i 12 barattoli viene chiuso con film termoretraibile. I vassoi così predisposti sono poi prelevati da un operatore che provvede a depositarli un pallet formando l'unità di carico pallettizzata pronta da mettere a magazzino o da inviare al cliente finale.

Il magazzino di tali prodotti è attualmente gestito a catasta.

L'azienda ha però ravvisato la necessità di dotarsi di una differente tipologia di sistema di stoccaggio in quanto ha registrato nell'ultimo periodo un apprezzabile aumento della domanda ed è necessario quindi migliorare le prestazioni del sistema sia in termini di potenzialità recettiva che di movimentazione.

Alla luce di tali considerazioni vi viene chiesto di progettare un sistema di stoccaggio tradizionale in grado di contenere 4000 UdC pallettizzate di crema spalmabile con dimensioni 800x1200x h 800mm, servito da carrelli elevatori a montante retrattile in modo da soddisfare una potenzialità di movimentazione di 30 UdC/h. Per l'ubicazione del sistema di stoccaggio è disponibile un'area all'interno del capannone avente come unico vincolo un'altezza utile di 6m.

Per procedere al dimensionamento il candidato indichi tutte le ipotesi necessari e adotti dei valori ragionevoli per i dati mancanti.

Dalla valutazione dei rischi effettuata dall'azienda è emerso che gli operatori addetti alla formazione delle unità di carico di crema spalmabile sono esposti ad un rischio non trascurabile da movimentazione manuale dei carichi.

L'azienda sta quindi valutando la possibilità di automatizzare tale fase del proprio processo produttivo.

In particolare sta pensando all'introduzione di un pallettizzatore a trasferimento di file. Sulla base delle prestazioni richieste, risulta disponibile sul mercato un pallettizzatore che comporta un investimento iniziale di 150.000,00 €. I costi di esercizio sono riportati nella tabella sottostante e il valore residuo alla fine della vita utile prevista di 10 anni è pari a 15.000,00 €.

Anno	Costi di esercizio pallettizzatore
0	
1	850
2	1100
3	1520
4	1520
5	1520
6	1910
7	1910
8	1910
9	2000
10	2000

Per l'acquisto del pallettizzatore l'azienda dovrebbe ricorrere, per metà dell'investimento iniziale, al credito a medio termine, considerando che l'estinzione del debito debba avvenire in 5 anni ad un interesse del 3% annuo, con quote annuali costanti (comprehensive di ammortamento ed interessi).

L'introduzione del pallettizzatore comporterebbe la riduzione della manodopera impiegata e benefici in parte tangibili ed in parte intangibili legati al miglioramento delle condizioni di salute e sicurezza degli addetti alla formazione delle unità di carico.

Sulla base delle informazioni disponibili indicare a quanto dovrebbero ammontare complessivamente i benefici economici introdotti dal pallettizzatore al fine di renderne conveniente l'acquisto. A tal fine, il candidato indichi tutte le ipotesi necessari e adottati dei valori ragionevoli per i dati mancanti.

Inoltre, il candidato illustri quali possono essere i benefici intangibili prima nominati derivanti dall'introduzione del pallettizzatore.

Infine, considerando la particolare tipologia di prodotto analizzato, indicare se sia necessario adottare dei particolari accorgimenti sia nella progettazione del sistema di stoccaggio che nella organizzazione e gestione delle attività di trasporto finalizzate alla sua distribuzione.