



## UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BRESCIA

ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
(Lauree Specialistiche D.M. 509/99 - Lauree Magistrali D.M. 270/04 - Lauree Vecchio Ordinamento)

SEZIONE A - Seconda sessione 2013

### PRIMA PROVA SCRITTA DEL 21 NOVEMBRE 2013

#### SETTORE INDUSTRIALE

##### **Tema n. 1**

Il candidato esponga le principali problematiche legate alla progettazione di un robot industriale, soffermandosi in particolare sugli aspetti relativi alla parte meccanica, ai dispositivi di controllo e alla sicurezza dell'impianto.

##### **Tema n. 2**

Il candidato illustri le principali leghe di alluminio, descrivendone in modo sintetico:

- la classificazione;
- gli eventuali possibili trattamenti termici;
- le proprietà soprattutto in funzione degli elementi di lega e della microstruttura;
- i principali processi produttivi;
- le principali applicazioni.

##### **Tema n. 3**

Il candidato illustri le principali tematiche relative alla gestione delle misure in ambito industriale con particolare attenzione agli aspetti inerenti la qualità in azienda.

Nella trattazione si consiglia di analizzare in modo approfondito i seguenti aspetti:

- tracciabilità/riferibilità delle misure;
- gestione degli strumenti di misura;
- valutazione dell'incertezza delle misure e sue implicazioni negli aspetti aziendali.

##### **Tema n. 4**

Si richiede al candidato di descrivere e discutere le modalità di risposta alla domanda e le modalità per realizzare i volumi di produzione (lottizzazione) da parte di un'azienda manifatturiera. Si relazionino le diverse opzioni descritte al concetto di punto di disaccoppiamento ed agli approcci "push" e "pull" alla gestione dei materiali. Nella trattazione, si suggerisce al candidato di far ricorso ad esempi tratti dal mondo industriale, paradigmatici dei diversi approcci discussi.

##### **Tema n. 5**

Si analizzino le principali metodologie per ridurre i fenomeni di attrito e di usura fra parti meccaniche in moto relativo, ponendo particolare attenzione agli accorgimenti di carattere costruttivo ed ai criteri di scelta dei materiali.



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BRESCIA

ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE  
(Lauree Specialistiche D.M. 509/99 - Lauree Magistrali D.M. 270/04 - Lauree Vecchio Ordinamento)

SEZIONE A - Seconda sessione 2013

**SECONDA PROVA SCRITTA DEL 29 NOVEMBRE 2013**

**SETTORE INDUSTRIALE**

**Tema n. 1**

**classe 29/S e LM-25: Ingegneria dell'automazione**

**classe 36/S e LM-33: Ingegneria meccanica**

Il sistema rappresentato in Figura 1 è costituito da un motore, una trasmissione a cinghia e un azionamento lineare a vite; il dispositivo deve essere progettato in modo che il carrello effettui la corsa  $h$  in un tempo  $T$  seguendo una legge di moto assegnata.

Dopo aver assegnato tutti i dati necessari per il calcolo, il candidato illustri nei dettagli il procedimento per effettuare il progetto di massima del sistema.

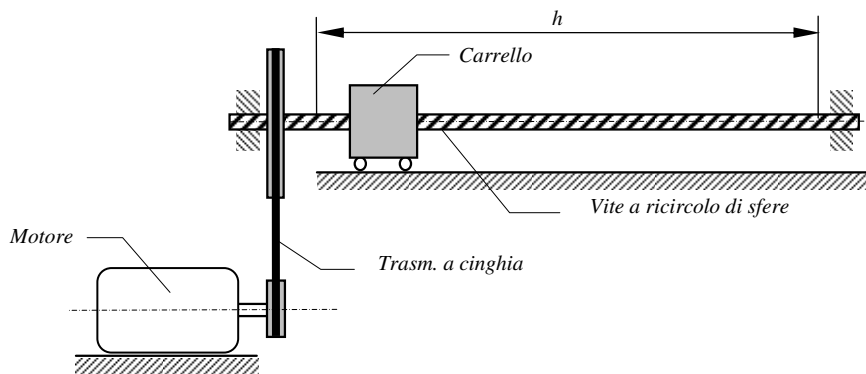


Fig.1

**Tema n. 2**

**classe 36/S e LM-33: Ingegneria meccanica**

Eseguendo un controllo ispettivo viene notata la presenza di un difetto in un componente meccanico in esercizio realizzato in una lega metallica. Facendone un esempio pratico in cui devono essere specificati almeno l'applicazione, il materiale e lo stato di sollecitazione, il candidato esponga, in base alle proprie conoscenze, quale criterio progettuale e di controllo ritiene opportuno applicare per prevenire il guasto.

### **Tema n. 3**

**classe 29/S e LM-25: Ingegneria dell'automazione**

**classe 36/S e LM-33: Ingegneria meccanica**

Il candidato illustri le principali metodologie per la misura delle vibrazioni in ambito industriale su strutture e organi meccanici, descrivendo, attraverso casi reali, i criteri per la scelta dei trasduttori, la loro tipologia, la progettazione della catena di misura e gli aspetti relativi all'elaborazione delle informazioni e la loro sintesi.

### **Tema n. 4**

**classe 34/S e LM-31: Ingegneria gestionale**

Le aziende possono utilizzare diversi approcci, tecniche e strumenti di programmazione:

- a) delle attività di sviluppo ed industrializzazione di un nuovo prodotto;
- b) della produzione.

Il candidato discuta tali approcci e le tecniche principali in entrambi gli ambiti sopra indicati, facendo esplicito riferimento ai casi di:

1. aziende che producono prodotti a catalogo per il magazzino (ad esempio le aziende che realizzano beni di largo consumo, commodities, etc.);
2. aziende che sviluppano e realizzano produzioni per commessa (ad esempio i produttori di macchine speciali per la fabbricazione, i costruttori edili, le società di servizi, etc....)

Nella trattazione si faccia riferimento ad esempi paradigmatici tratti dal mondo industriale.



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BRESCIA**

**ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE**  
(Lauree Specialistiche D.M. 509/99 - Lauree Magistrali D.M. 270/04 - Lauree Vecchio Ordinamento)

SEZIONE A - Seconda sessione 2013

**PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE DEL 16 GENNAIO 2014**

**SETTORE INDUSTRIALE:**

(classe 29/S e LM-25 Ingegneria dell'automazione; classe 36/S e LM-33 Ingegneria meccanica;  
classe 34/S e LM-31 Ingegneria gestionale)

## Tema n.1

Classe 29/S e LM-25: Ingegneria dell'automazione

Classe 36/S e LM-33: Ingegneria meccanica

Classe 34/S e LM-31: Ingegneria gestionale

### Parte I - Cinematica

In Fig.1 è rappresentata schematicamente una macchina automatica che viene utilizzata per effettuare operazioni di fresatura frontale su pezzi metallici.

La macchina è dotata di un asse lineare che consente di azionare il carro in direzione orizzontale e di un asse rotativo che permette di azionare il braccio.

All'estremità del braccio è montato il gruppo motore-mandrino che fornisce il moto rotatorio alla fresa.

La macchina viene impiegata per realizzare una fresatura lungo la traiettoria circolare rappresentata in Fig.1; all'istante iniziale il punto P (centro fresa) si trova nella posizione P<sub>1</sub> (corrispondente ad  $\alpha=0^\circ$ ) e all'istante finale tale punto si trova nella posizione P<sub>2</sub> (corrispondente ad  $\alpha=270^\circ$ ).

La traiettoria, di lunghezza  $L$ , deve essere percorsa in un tempo  $T = 30$  s, utilizzando una legge di moto polinomiale del tipo:

$$s(t) = L \left[ 10 \left( \frac{t}{T} \right)^3 - 15 \left( \frac{t}{T} \right)^4 + 6 \left( \frac{t}{T} \right)^5 \right]$$

dove  $s(t)$  indica l'ascissa curvilinea del centro fresa lungo la traiettoria.

Questa legge di moto è stata calcolata in modo da garantire che la velocità e l'accelerazione risultino nulle all'istante iniziale  $t = 0$  e all'istante finale  $t = T$ .

### Domande - parte I

1. Tracciare l'area di lavoro della macchina in base ai vincoli assegnati sulle coordinate  $z$  e  $\vartheta$ ; verificare che la traiettoria del centro fresa sia interna all'area di lavoro. Nel caso in cui ciò non avvenga, modificare i vincoli di escursione degli assi in modo che l'area di lavoro contenga completamente la traiettoria.
2. Tracciare il diagramma in scala della legge di moto  $s(t)$  del centro fresa.
3. Ricavare le equazioni parametriche della traiettoria del centro fresa  $x(s)$  e  $y(s)$  in funzione dell'ascissa curvilinea  $s$ .
4. Calcolare le coordinate cartesiane  $x$  e  $y$  del centro fresa in funzione del tempo e tracciare i grafici in scala delle corrispondenti funzioni  $x(t)$  e  $y(t)$ .
5. Risolvere il problema cinematico inverso sulle coordinate di spostamento, ricavando le relazioni matematiche che consentono di determinare lo spostamento  $z$  del carro e la rotazione  $\vartheta$  del braccio in funzione del tempo.
6. Tracciare i diagrammi in scala delle leggi di moto  $z$  e  $\vartheta$  in funzione del tempo.

**Nota:** Per il tracciamento dei grafici si consiglia di utilizzare un passo temporale  $\Delta t = 2$  s o inferiore.

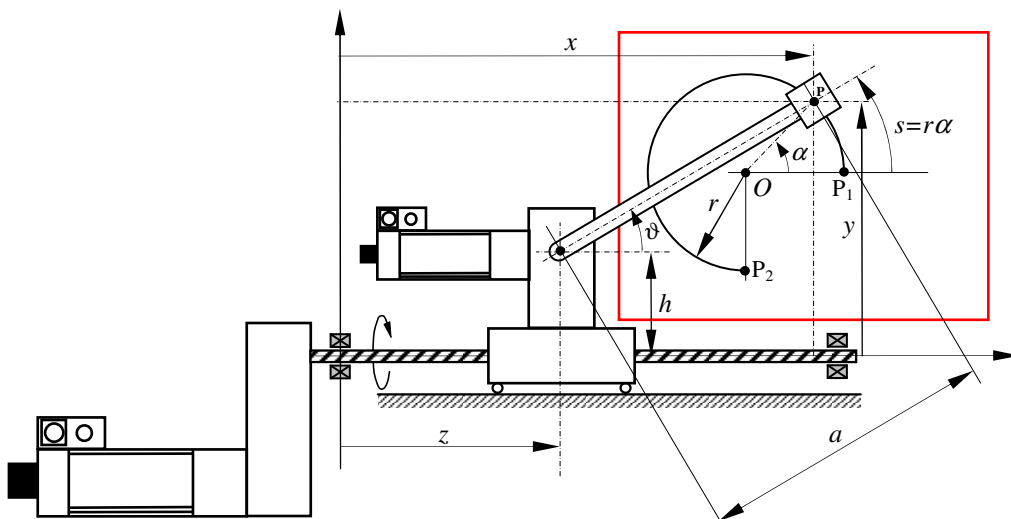


Figura 1

## Parte II – Controllo

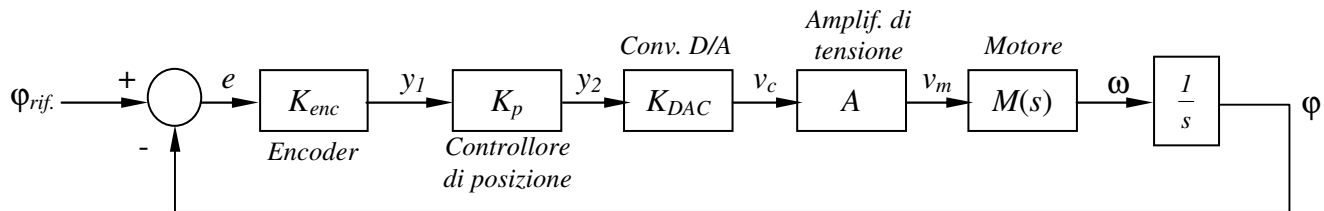


Figura 2

### Elenco dei simboli

$\varphi_{rif}$ :	Posizione angolare di riferimento per il motore	[rad]
$e$ :	Errore di posizione	[rad]
$y_1$ :	Errore di posizione equivalente	[unità intere]
$y_2$ :	Valore in uscita dal controllore di posizione	[unità intere]
$v_c$ :	Tensione di comando	[Volt]
$v_m$ :	Tensione armatura del motore	[Volt]
$\omega$ :	Velocità angolare del motore	[rad/s]
$\varphi$ :	Posizione angolare effettiva del motore	[rad]

La Fig. 2 mostra lo schema a blocchi del sistema di controllo che permette di azionare l'asse lineare della macchina utensile. Per l'azionamento viene utilizzato un motore in corrente continua a magneti permanenti abbinato ad un riduttore avente rapporto di trasmissione  $\tau$ ; l'albero di uscita del riduttore aziona il sistema vite-madrevite che permette la traslazione del carro.

Lo schema di controllo prevede un anello di regolazione sulla posizione e l'utilizzo di un semplice regolatore ad azione proporzionale.

Il trasduttore di posizione (encoder incrementale bicanale in quadratura) è calettato sull'asse del motore.

Il motore in c.c., del tipo a magneti permanenti, viene comandato in tensione e il suo circuito di armatura ha resistenza  $R_a$  ed induttanza trascurabile.

### Domande - parte II

1. Calcolare le costanti  $K_{enc}$  dell'encoder e  $K_{DAC}$  del convertitore D/A.
2. Calcolare il momento d'inerzia ridotto all'asse del motore (si tenga conto degli effetti dovuti alla massa traslante, al rapporto di trasmissione e al passo della vite).
3. Ricavare la funzione di trasferimento  $M(s)$  del motore, supponendo di operare con un comando sulla tensione di armatura.
4. Determinare la funzione di trasferimento globale  $G(s)$  del sistema ad anello chiuso (si lasci indicato il valore del guadagno proporzionale  $K_p$ ).
5. Calcolare i poli della funzione di trasferimento  $G(s)$  ed indicare la loro posizione nel piano complesso.
6. Calcolare il valore del guadagno proporzionale  $K_p$  in modo che il fattore di smorzamento del sistema sia uguale a 0,75.
7. Ricavare l'andamento nel tempo della risposta ad un comando a gradino di ampiezza  $\pi/2$  radianti (si utilizzi la tabella delle trasformate di Laplace in allegato).
8. Tracciare un grafico che mostri l'andamento della rotazione  $\varphi$  in funzione del tempo a seguito del comando a gradino di cui al punto precedente.

## Dati

- Coordinate del centro della traiettoria .....  $x_O = 300 \text{ mm}$   $y_O = 50 \text{ mm}$
- Raggio della traiettoria .....  $r = 60 \text{ mm}$
- Durata della movimentazione .....  $T = 30 \text{ s}$
- Lunghezza del braccio rotante .....  $a = 100 \text{ mm}$
- Distanza verticale (vedi disegno) .....  $h = 60 \text{ mm}$
- Limiti di escursione dell'asse lineare .....  $z_{min} = 50 \text{ mm}$   $z_{max} = 300 \text{ mm}$
- Limiti di escursione dell'asse rotativo .....  $\vartheta_{min} = -90^\circ$   $\vartheta_{max} = +90^\circ$
  
- Numero di bit del convertitore D/A .....  $n = 12$
- Intervallo di tensione di uscita dal convertitore D/A .....  $V = 20 \text{ V} (-10 \div +10 \text{ V})$
- Numero di impulsi per giro dell'encoder bicanale .....  $N = 500$
- Guadagno dell'amplificatore di tensione .....  $A = 3$
- Costante di coppia del motore .....  $K_T = 0,42 \text{ Nm/A}$
- Resistenza di armatura del motore .....  $R_a = 1,25 \Omega$
- Rapporto di trasmissione del riduttore .....  $\tau = 1/10$
- Passo della vite .....  $p = 5 \text{ mm/giro}$
- Momento d'inerzia del motore .....  $J_m = 2,5 \times 10^{-3} \text{ kg m}^2$
- Momento d'inerzia della vite .....  $J_v = 3 \times 10^{-4} \text{ kg m}^2$
- Massa traslante .....  $M = 80 \text{ kg}$

Tabella delle Trasformate di Laplace  $F(s)$  e delle corrispondenti funzioni  $f(t)$  nel dominio del tempo

	$F(s)$	$f(t)$
23.	$\frac{s}{(s+a)(s+b)}$	$\frac{1}{a-b}(ae^{-at} - be^{-bt})$
24.	$\frac{\omega^2}{s(s^2 + \omega^2)}$	$1 - \cos \omega t$
25.	$\frac{s + \alpha}{s(s^2 + \omega^2)}$	$\frac{\alpha}{\omega^2} - \frac{\sqrt{\alpha^2 + \omega^2}}{\omega^2} \cos(\omega t + \varphi),$ $\varphi := \arg(\alpha + j\omega)$
25a.	$\frac{\omega_n^2(1 + Ts)}{s(s^2 + \omega_n^2)}$	$1 - \sqrt{1 + \omega_n^2 T^2} \cos(\omega_n t + \varphi),$ $\varphi := \arg(1 + j\omega_n T)$
26.	$\frac{1}{(s+a)(s^2 + \omega^2)}$	$\frac{1}{a^2 + \omega^2} e^{-at} + \frac{1}{\omega \sqrt{a^2 + \omega^2}} \sin(\omega t - \varphi),$ $\varphi := \arg(\alpha + j\omega)$
26a.	$\frac{\omega_n^2}{(1 + \tau s)(s^2 + \omega_n^2)}$	$\frac{\omega_n^2 \tau}{1 + \omega_n^2 \tau^2} e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{\omega_n}{\sqrt{1 + \omega_n^2 \tau^2}} \sin(\omega_n t - \varphi),$ $\varphi := \arg(1 + j\omega_n \tau)$
27.	$\frac{1}{(s+a)^2 + b^2}$	$\frac{1}{b} e^{-at} \sin bt$
27a.	$\frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\delta\omega_n s + \omega_n^2}$	$\frac{\omega_n}{\sqrt{1 - \delta^2}} e^{-\delta\omega_n t} \sin \omega_n \sqrt{1 - \delta^2} t$
28.	$\frac{s + \alpha}{(s+a)^2 + b^2}$	$\frac{\sqrt{(\alpha - a)^2 + b^2}}{b} e^{-at} \sin(bt + \varphi),$ $\varphi := \arg(\alpha - a + jb)$
28a.	$\frac{\omega_n^2(1 + Ts)}{s^2 + 2\delta\omega_n s + \omega_n^2}$	$\omega_n \sqrt{\frac{1 - 2\delta\omega_n T + \omega_n^2 T^2}{1 - \delta^2}} e^{-\delta\omega_n t} \sin(\omega_n \sqrt{1 - \delta^2} t + \varphi),$ $\varphi := \arg(1 - \delta\omega_n T + j\omega_n T \sqrt{1 - \delta^2})$
29.	$\frac{1}{s((s+a)^2 + b^2)}$	$\frac{1}{a^2 + b^2} - \frac{1}{b\sqrt{a^2 + b^2}} e^{-at} \sin(bt + \varphi),$ $\varphi := \arg(a + jb)^{(1)}$
29a.	$\frac{\omega_n^2}{s(s^2 + 2\delta\omega_n s + \omega_n^2)}$	$1 - \frac{1}{\sqrt{1 - \delta^2}} e^{-\delta\omega_n t} \sin(\omega_n \sqrt{1 - \delta^2} t + \varphi),$ $\varphi := \arg(\delta + j\sqrt{1 - \delta^2})$



## Tema n.2

Classe 29/S e LM-25: Ingegneria dell'automazione

Classe 36/S e LM-33: Ingegneria meccanica

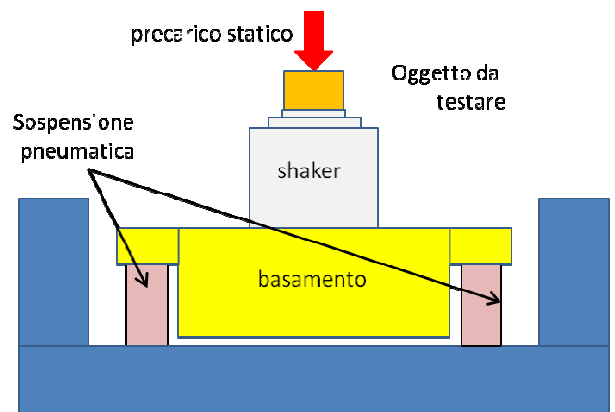
Classe 34/S e LM-31: Ingegneria gestionale

Un sistema per prove dinamiche su componenti meccanici è composto da una tavola vibrante (shaker) su cui viene posto l'oggetto da testare. Al fine di garantire un isolamento della struttura di prova rispetto all'ambiente in cui si trova è necessario progettare un sistema di sospensione pneumatico.

Le prove da eseguire si possono svolgere o con massa libera (dispositivo da testare posizionato sullo shaker) o con precarico statico esterno imposto sul dispositivo (massa vincolata). La sospensione pneumatica dovrà consentire anche questo tipo di modalità di prova.

Le specifiche complessive delle prove da eseguire sono le seguenti (valori massimi di progetto):

- precarico statico: 500 daN
- massa oggetto da testare: 30 kg
- accelerazione (in sine-mode)  $50 \text{ m/s}^2$
- range frequenza prova 0- 200 Hz
- spostamento tavola vibrante  $\pm 50 \text{ mm}$



Si chiede di proporre un progetto di massima della sospensione pneumatica della tavola vibrante tenendo conto delle specifiche indicate, del fatto che la sospensione deve garantire un isolamento dello shaker rispetto al terreno per tutte le frequenze superiori a 3 Hz, e che in tutto il range di frequenze di prova la massa del basamento abbia uno spostamento massimo di 2 mm ed una accelerazione massima di  $2 \text{ m/s}^2$ .

Si chiede di proporre un progetto di massima che indichi in particolare:

- un lay-out del basamento (dimensioni della struttura, numero e posizione delle molle ad aria, pressione di esercizio);
- un dimensionamento del sistema di sospensione (valore della massa complessiva), verificando che i requisiti prestazionali di progetto siano rispettati nel range di frequenze indicato;
- una soluzione che garantisca un adeguato valore di smorzamento complessivo del sistema ( $\xi=0.5-0.7$ );
- un disegno complessivo dell'intero basamento (zavorra, appoggi delle molle ad aria, sistema di guida, dispositivi di smorzamento) eseguendo una verifica di massima dei punti ritenuti più critici.

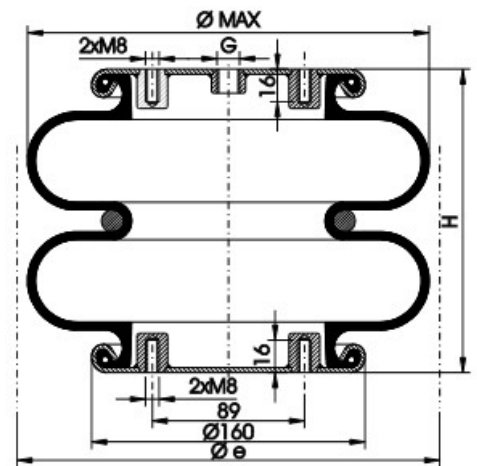
### Tavola Vibrante

Dimensioni: 500 x 350 mm – altezza 350 mm

Massa complessiva: 115 kg

### Vasca di alloggiamento della sospensione

Dimensioni: 17500 x 1700 mm – altezza 650 mm

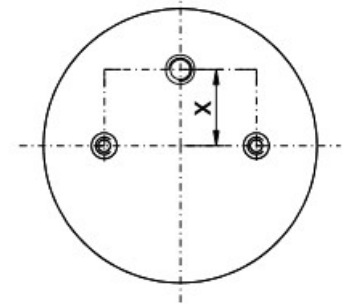


### Molle ad Aria

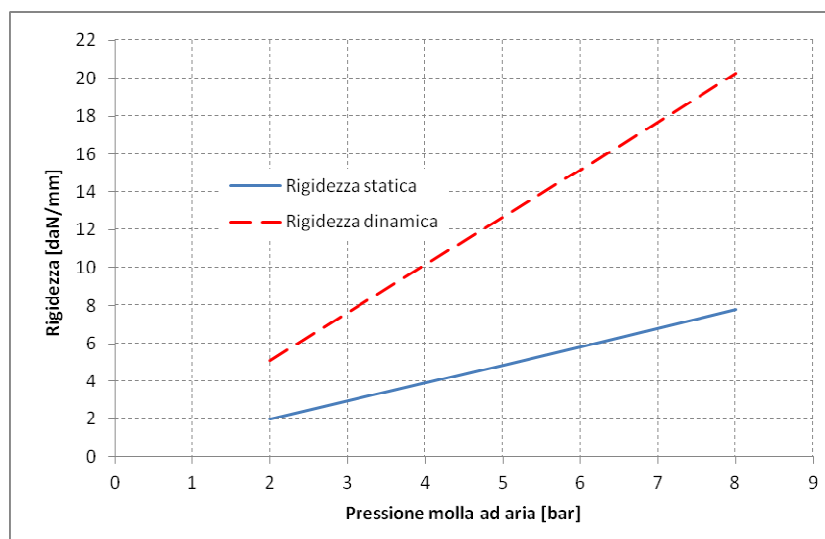
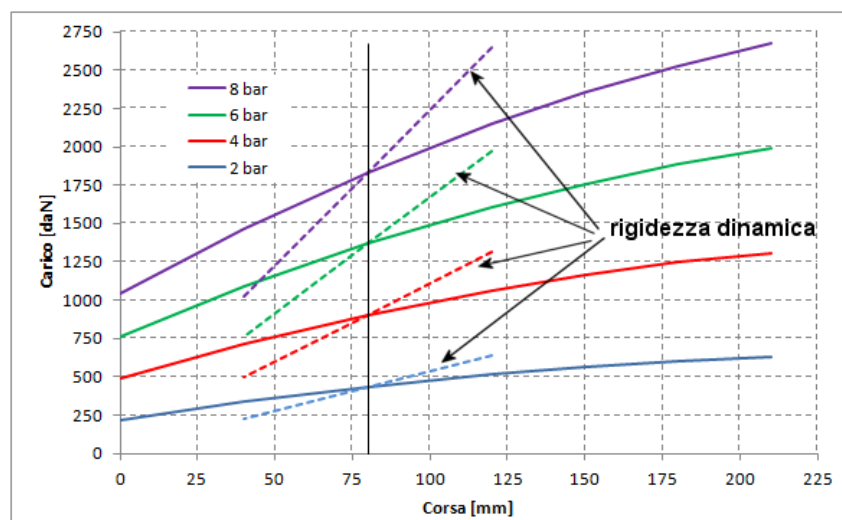
Altezza H : 80 – 300 mm

Diametro massimo : 255 mm

Pressione d'uso : 2 – 8 bar



### Rigidezza statica e dinamica



### Tema n.3

Classe 29/S e LM-25: Ingegneria dell'automazione

Classe 36/S e LM-33: Ingegneria meccanica

Classe 34/S e LM-31: Ingegneria gestionale

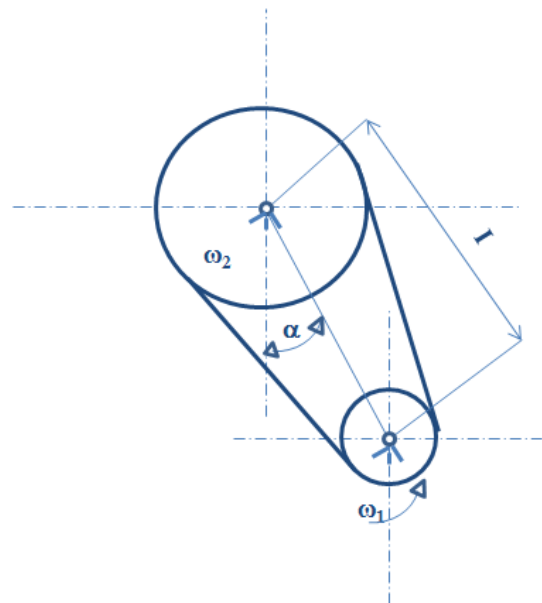
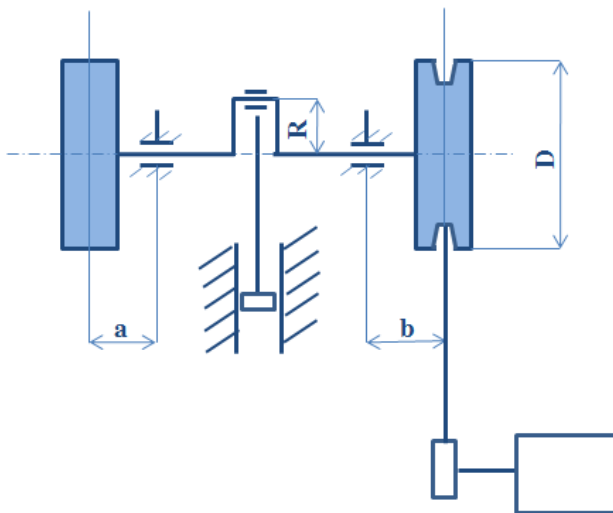
Si consideri una pompa a un cilindro verticale a semplice effetto, comandata mediante un albero a gomiti. L'albero è provvisto di due sbalzi:

-) il primo porta un volano-puleggia di diametro  $D$ , comandato da un motore elettrico tramite cinghie trapezoidali con semiangolo di inclinazione delle gole di  $20^\circ$ .

-) il secondo porta un altro volano.

Sapendo che i due volani hanno lo stesso peso e lo stesso momento di inerzia, seguendo i dati e lo schema riportati, il candidato esegua:

- Il dimensionamento di massima, in base a calcoli semplificativi, dei bracci della manovella e dei perni;
- il calcolo di verifica dei bracci e del perno della manovella;
- il dimensionamento della trasmissione a cinghie;
- lo schizzo costruttivo dell'albero a gomiti e del volano puleggia, con chiara indicazione dei materiali utilizzati e il motivo di tali scelte.



#### DATI:

- |  |   |
|--|---|
| - Forza sullo stantuffo:               | $F=38600 \text{ N}$   |
| - Raggio della manovella:              | $R=165 \text{ mm}$  |
| - Lunghezza della biella:              | $L=600 \text{ mm}$  |
| - Velocità angolare puleggia motrice:  | $\omega_1=96 \text{ rad/s}$   |
| - Velocità angolare puleggia condotta: | $\omega_2=17,5 \text{ rad/s}$   |
| - Diametro della puleggia-volano:      | $D=1185 \text{ mm}$   |
| - Massa di ciascun volano:             | $M=462 \text{ kg}$  |
| - Sbalzi:                              | $\left\{ \begin{array}{l} a=175 \text{ mm} \\ b=225 \text{ mm} \end{array} \right.$ |
| - Inclinazione $\alpha$ :              | $\alpha=52,5^\circ$   |
| - Interasse:                           | $I=925 \text{ mm}$  |

## Tema n.4

Classe 29/S e LM-25: Ingegneria dell'automazione

Classe 36/S e LM-33: Ingegneria meccanica

Classe 34/S e LM-31: Ingegneria gestionale

Fitness è una catena di palestre diffusa nel Nord e Centro Italia. L'Ing. Smagliante, neolaureato appassionato di body building, era appena stato assunto come Responsabile della palestra Fitness di Montichiari.

Al primo giorno di lavoro, venne catechizzato dal Direttore della catena, il Sig. Muscolo, giunto nella sede di Montichiari per l'occasione. "La nostra azienda – disse all'Ing. Smagliante – punta sulla gestione manageriale, non pensi di essere in una semplice palestra! La competizione è cambiata rispetto a vent'anni fa, quando ho iniziato questo lavoro e bastava non avere troppe palestre vicino per avere successo. Ne sa qualcosa il Responsabile precedente. Aveva sbagliato completamente le previsioni sui ricavi 2011 e 2012, ha fatto investimenti in attrezzature non sostenibili rispetto alle iscrizioni ed alle entrate conseguenti. Con un conto economico così in rosso, alla fine si è dovuto dimettere. Spero proprio che lei saprà fare meglio" lo apostrofò con tono vagamente minaccioso.

"Ho in serbo per lei una bella proposta. Mi piacerebbe che mettesse in piedi un sistema strutturato per prevedere il successo della palestra il prossimo anno, voglio dire i frequentanti, le iscrizioni... qualcosa di manageriale insomma. Abbiamo molti dati ma nessuno li usa in modo rigoroso. Pensi che il Responsabile precedente per prevedere i ricavi del 2010 aveva preso il numero medio di iscritti dei due anni precedenti e aggiunto il 60%, senza nemmeno spiegarmi il motivo! Se il suo sistema funziona, lo potremmo adottare in tutte le palestre della catena, e lei si farà subito conoscere. Del resto l'aver studiato tanto sarà pure servito a qualcosa, no?" concluse con tono interrogativo.

"Come saprà certamente " proseguì il Direttore, "la gestione dei clienti è completamente informatizzata, e anche gli accessi vengono registrati con un badge magnetico. Ciò accade ormai da quattro anni. Con l'aiuto del responsabile informatico della Fitness, che segue tutte le palestre, potremmo ricavare i dati degli accessi giornalieri degli ultimi anni, oltretutto delle iscrizioni attivate e disattivate. Abbiamo un database dei clienti, che contiene sia i clienti attivi che quelli che nel tempo ci hanno abbandonato, e per ciascuno potremmo risalire ad uno storico degli accessi."

"C'è un altro dato importante che registriamo," proseguì "ed è relativo ai nostri corsi: per iscriversi (a pagamento) non è necessario essere abbonati alla palestra, ma per chi è già abbonato la partecipazione è gratuita. Ne facciamo parecchi di corsi: GAG, Pilates, esercizi posturali, etc... Durano 10 sedute e per farli partire sono necessari almeno 5 iscritti. Sappiamo quante edizioni sono partite negli ultimi anni e con quanti partecipanti. Purtroppo anche i corsi, come le iscrizioni alla palestra, l'anno scorso non sono andati bene come ci aveva spinto a credere il Responsabile precedente."

“Però ci sono buone notizie: dal prossimo settembre proprio qui vicino verrà aperta una sede distaccata dell’Università. Si sa che gli studenti sono ottimi clienti delle palestre. Proprio per questo ho pensato di attivare un abbonamento speciale, a prezzo scontato, valido per accedere alla palestra solo la mattina e nelle prime ore del pomeriggio – per attrarre chi non è obbligato a venire dopo le 17.00 per via degli orari lavorativi.”

“Ha già fatto il giro della palestra, immagino ... Il capo istruttore della palestra conosce tutti i clienti, saprà darle un sacco di altre informazioni utili per mettere a punto il suo sistema di previsione.”

\*\*\*

1. Alla fine della giornata, Smagliante era un po’ frastornato dalla mole di informazioni ricevute, e anche preoccupato per l’atteggiamento del Direttore. Aveva capito cosa doveva fare. Strutturare un processo ed un sistema di previsione della domanda, con tre obiettivi:
  - Pianificare e tenere sotto controllo l’andamento di ricavi e costi della palestra, per evitare le brutte sorprese;
  - Verificare l’adeguatezza degli spazi e delle attrezzature. Oltre alla grande sala fitness ed alla sala corsi, la palestra disponeva di un’altra saletta non utilizzata. In caso di volumi crescenti, come si aspettava il Direttore, era necessario capire come allestirla (corsi, attrezzi, ...) per sfruttarla al meglio;
  - Definire il programma corsi del prossimo semestre, attivando anche i contratti con gli istruttori esterni.

Smagliante, che era stato uno studente diligente, ricordava che era necessario prendere molte decisioni per mettere a punto un sistema previsionale multiobiettivo in contesti di incertezza: definire le variabili da prevedere, il livello di aggregazione, il tipo di dati in input e la modalità di reperimento degli stessi qualora non fossero già archiviati nel sistema informativo della Fitness, l’insieme di tecniche previsionali e dei modelli da adottare, l’orizzonte, il periodo e la frequenza di previsione, ed era anche importante definire un qualche indicatore di controllo dell’efficacia delle previsioni. Inoltre bisognava capire quali potessero essere i costi per mettere in piedi un tale sistema, le risorse da impiegare, gli accorgimenti organizzativi e confrontarli con i benefici attesi.

Tutto ciò in due settimane, tempo entro cui Muscolo aveva fissato l’incontro in cui Smagliante avrebbe dovuto presentare la propria proposta e consegnare un report al board direzionale in cui illustrava tutti gli elementi appena elencati. Un po’ in apprensione uscì dalla palestra e tirando un bel respiro “la notte mi porterà consiglio” pensò tra sé e sé.

\*\*\*

2. Ma la notte trascorreva inquieta, il sonno turbato da apparizioni di Muscolo che distoglievano dalla rilassante immagine delle receptionist della palestra, e da visioni di numeri che impietosi si accumulavano sommergendo il povero Smagliante, che si risvegliava con senso di soffocamento. Al quarto risveglio decise di alzarsi e gli venne un’ idea. Doveva approfondire quantitativamente il primo degli obiettivi indicato da Muscolo (*Pianificare e tenere sotto controllo l’andamento di ricavi e costi della palestra, per evitare le brutte sorprese – vedi punto 1 precedente*). Nel pomeriggio aveva ricevuto infatti una tabella contenente la

serie storica degli iscritti alla palestra nel corso degli ultimi quattro anni, con l'evoluzione mese per mese. Mosso da curiosità, accese il computer e aprì la tabella con i dati, che riportava il seguente andamento:

2010											
GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1261	1394	1383	1290	1196	1054	831	500	1223	1276	1287	1248
2011											
GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1085	1196	1112	1089	1047	927	657	451	1083	1091	1139	1098
2012											
GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
884	1008	990	957	881	779	582	365	886	913	975	853
2013											
GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
782	821	855	804	740	654	491	321	735	866	781	748

Disse ad alta voce, colto da un'illuminazione: "Anche se non mi è stato richiesto, potrei allegare al progetto un'analisi di questa serie storica e l'applicazione di un modello previsionale. Dimostrerei così subito al direttore che ci so fare e che non mi limito alle chiacchiere. Potrei già generare delle previsioni per il 2014 sulla base dell'andamento storico, da usare come elemento di partenza da integrare con tutti gli altri elementi del sistema previsionale da progettare".

Inoltre Smagliante aveva ricevuto alcuni dati relativi all'incidenza dei costi della palestra. La palestra occupa circa 500 mq, ed ha un costo di affitto più spese di 65.000 €/annui. A questi vanno aggiunti i servizi di pulizia e manutenzione, appaltati ad una ditta esterna che richiede 20.000 €/anno. I costi di luce, acqua e gas ammontano a 35.000 €/anno. Il costo di personale è legato a 4 receptionist con contratto part time, ad un costo di 15.000 €/anno, e 4 istruttori capisala laureati in Scienze motorie, anch'essi con contratti di collaborazione part time del costo di 20.000 €/anno. Il costo del nuovo manager, Smagliante, era invece di 38.000 €/anno. Questo dato turbò non poco Smagliante, che capì la grande distanza tra il suo netto in busta paga ed il costo che invece l'azienda sborsava, e su cui Muscolo attestava l'aspettative sul lavoro del neoassunto. Infine, i servizi interni di EDP e amministrazione erano forniti dalla sede centrale della Fitness stessa, ad un costo di trasferimento interno di 15.000 €/anno.

Il parco attrezzature era di 160 macchine complessivamente, fornite da un noto produttore nazionale, ad un prezzo medio di 2.000 € l'una. La vita media delle attrezzature era di 10 anni, mentre l'orizzonte di ammortamento di 5 anni.

"Per quanto riguarda i ricavi, mi hanno detto che il costo dell'abbonamento mensile per i clienti è di 50 €, mentre l'abbonamento annuale vale 400 €. Attualmente il numero di abbonamenti annuali è il 4%, mentre il restante 96% sono mensili".

“Se mi ci metto stanotte posso mettere in piedi il modello previsionale, e verificare se nella situazione attuale i ricavi da abbonamenti saranno sufficienti a coprire i costi della palestra, tema su cui Muscolo mi sembrava alquanto preoccupato. Da domani posso concentrarmi su tutto il resto del progetto”.

*Si richiede di aiutare l'Ing. Smagliante a realizzare quanto indicato ai punti 1. e 2.*

*In particolare:*

- *Per il punto 1. si descrivano tutti gli elementi del sistema previsionale indicati (e altri elementi ritenuti rilevanti) motivando e descrivendo sinteticamente scelte e processi. Lo si faccia in modo ordinato e sequenziale, in modo da agevolare la comprensione da parte della direzione aziendale*
- *Per il punto 2. si identifichi, inizializzi e applichi un modello previsionale scelto in maniera motivata (anche quantitativamente), generando tutte le previsioni per l'anno 2014, e si realizzi una stima di costi e ricavi della Fitness di Montichiari per lo stesso anno*