



Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2013

Classe	Sezione	Prova	Data
<i>Industriale</i>	<i>A</i>	<i>I Prova</i>	<i>21/11/2013</i>

Tema di: ***Impianti***

Fra le prestazioni dei sistemi produttivi riveste una particolare importanza la flessibilità. Se ne esaminino le varie dimensioni, le possibili misure, i fattori produttivi che la determinano o la vincolano, la rilevanza che ha per i diversi contesti di prodotto/processo.

Tema di: ***Automazione***

Il candidato illustri, relativamente al settore per il quale intende svolgere l'attività professionale e sulla base delle conoscenze maturate durante il corso di studio, i principali ambiti di applicazione per i quali le tematiche e gli strumenti propri dell'automazione hanno rivestito negli ultimi anni un ruolo fondamentale per il progresso tecnologico. Il contenuto, la capacità di sintesi e la chiarezza espositiva costituiranno i principali elementi di valutazione.

Tema di: ***Meccanica***

Progettazione di un macchinario da realizzare in piccola serie:

Discutere e descrivere sinteticamente in sequenza il processo completo delle fasi operative a partire dal livello di definizione delle specifiche funzionali e costruttive fino alla validazione finale del progetto esecutivo nelle sue fasi tipiche, dettagliando gli strumenti impiegati ed i controlli e verifiche applicati.

Ipotesi di lavoro:

- Tipo di macchina: ..... Pressa oleodinamica leggera (250 kN)
- Piano di produzione: ..... N. 20 esemplari

Tema di: ***Energetica***

La cogenerazione in ambito industriale e civile: fondamenti termodinamici, tecnologie, vantaggi e criticità, differenziate per i due ambiti di applicazione. Il candidato può includere un cenno alla produzione combinata di freddo e/o considerazioni sulla valutazione economica dei sistemi di cogenerazione civile o industriale. Sono esplicitamente richiesti schemi di impianto, esemplificazioni quantitative e quant'altro il candidato ritenga utile a concretizzare la trattazione.

Tema di: ***Elettrica***

La conversione elettromeccanica dell'energia: principi, tecnologie e apparati descritti e confrontati in un inquadramento ragionato in termini tecnici, economici ed ambientali.

La capacità di sintesi, l'ordine e la chiarezza espositiva costituiranno elementi di valutazione.

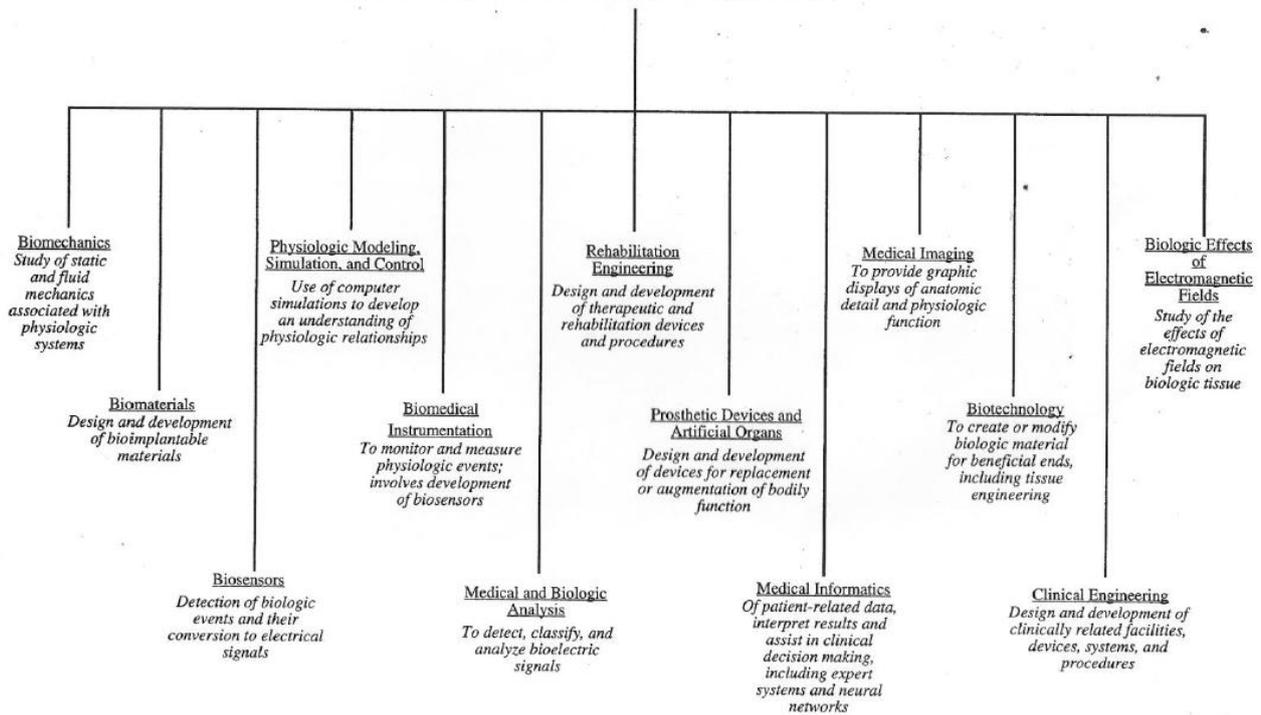


Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2013

**Tema di:** *Biomedica*

Con riferimento alla schema seguente, descrivere i principali ambiti della Ingegneria Biomedica eventualmente sviluppando un settore specifico.

The Discipline of Biomedical Engineering





Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2013

Classe	Sezione	Prova	Data
<i>Industriale</i>	<i>A</i>	<i>II Prova</i>	<i>28/11/2013</i>

**Tema di:** *Impianti*

Nei sistemi produttivi o di servizio sono frequenti i fenomeni di congestione. Quando la richiesta di un'attività o un servizio è affetta da stocasticità, e quando anche i tempi della relativa esecuzione lo sono, è possibile, in una fase di dimensionamento di massima, utilizzare la teoria delle code. Se ne esaminino i presupposti applicativi, le potenzialità e i limiti, introducendo un esempio a propria scelta, descrivendo quali strumenti si ritengono utilizzabili nella varie fasi dello studio e quali potrebbero essere le ulteriori tecniche da applicare ad esse per superarne i limiti.

**Tema di:** *Automazione*

Testo: Il candidato illustri le principali tecniche di progetto di sistemi di controllo applicabili ad impianti che presentano più ingressi e più uscite (Sistemi MIMO). Il contenuto, la capacità di sintesi e la chiarezza espositiva costituiranno i principali elementi di valutazione.

**Tema di:** *Biomedica*

Un segnale biomedico è un segnale, in ambito biomedico, utile per estrarre informazioni sul sistema biologico allo studio in genere caratterizzato da elevata complessità e sul quale vengono svolte misure indirette e non invasive.

Descrivere i vari blocchi di un sistema di acquisizione ed elaborazione di segnali biomedici mettendone in evidenza gli aspetti critici con riferimento ad una applicazione pratica in ambito clinico (diagnosi, riabilitazione, ecc.)

**Tema di:** *Elettrica*

Il candidato illustri le linee progettuali per la realizzazione di una Macchina Brushless: struttura, principio di funzionamento, possibile utilizzo, regolazione della velocità.

Il Candidato è libero di effettuare tutte le ipotesi e svolgere le considerazioni che riterrà utili per lo sviluppo dell'elaborato.

**Tema di:** *Energetica*

Testo: Progettazione e ottimizzazione di turbomacchine: il candidato discuta i metodi di analisi, i criteri di riduzione delle perdite e i parametri di valutazione delle prestazioni, differenziando la trattazione in base ai diversi fluidi di lavoro, alle applicazioni e alle taglie.



Tema di:	<i>Meccanica</i>
----------	------------------

Dimensionamento della meccanica e della trasmissione di un gruppo di spinta per pressa elettromeccanica:

Sia data la pressa di tipo elettromeccanico rappresentata nelle figure allegate che deve effettuare una corsa di compressione di circa 750 mm in un intervallo di tempo max. di 30 s; lo schema meccanico di progetto proposto può essere alternativo a quello rappresentato in figura, purché descritto con adeguato dettaglio.

L'attuazione della movimentazione è comandata da un gruppo di tipo motomartinetto a vite traslante da un riduttore a vite senza fine, a sua volta azionato da una motorizzazione elettrica di tipo asincrono trifase.

Dati di riferimento per il dimensionamento:

- Spinta massima da applicare da parte della pressa: 150 kN
- Massa della traversa mobile di spinta: 200 kg.

Il candidato sviluppi sinteticamente una relazione con figure schematiche esplicative che contenga le ipotesi, le considerazioni, le scelte effettuate e riporti le valutazioni di calcolo sviluppate per il dimensionamento con particolare riferimento all'applicazione del martinetto; una tabella finale riporti il prospetto generale del dimensionamento.

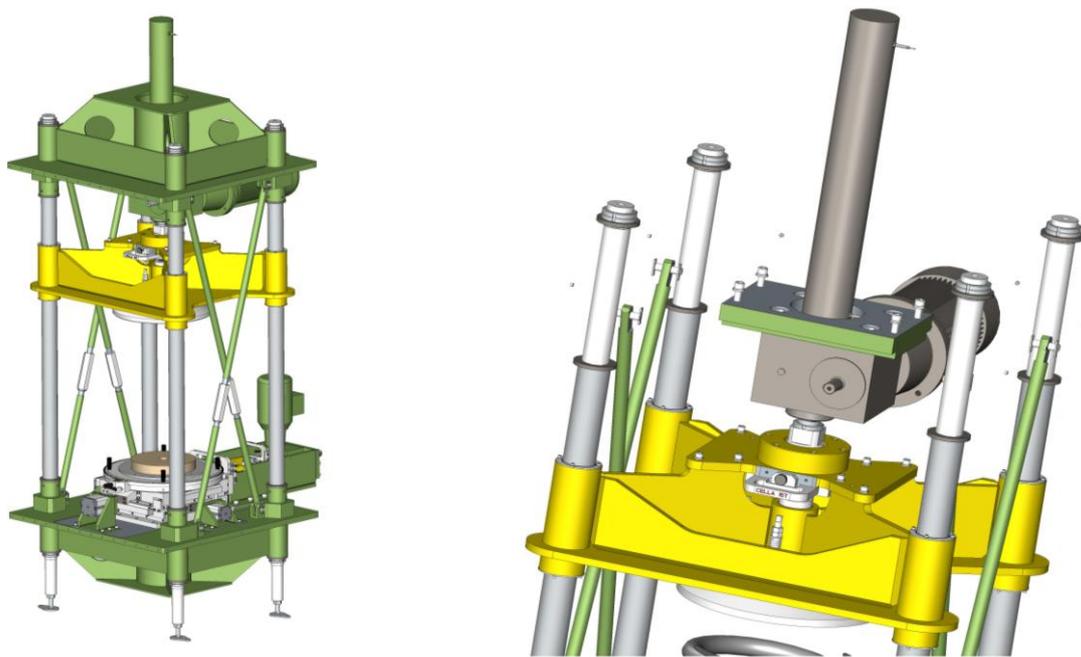


Fig.1 – Vista Assieme Pressa Elettromeccanica con Dettaglio Traversa di Spinta

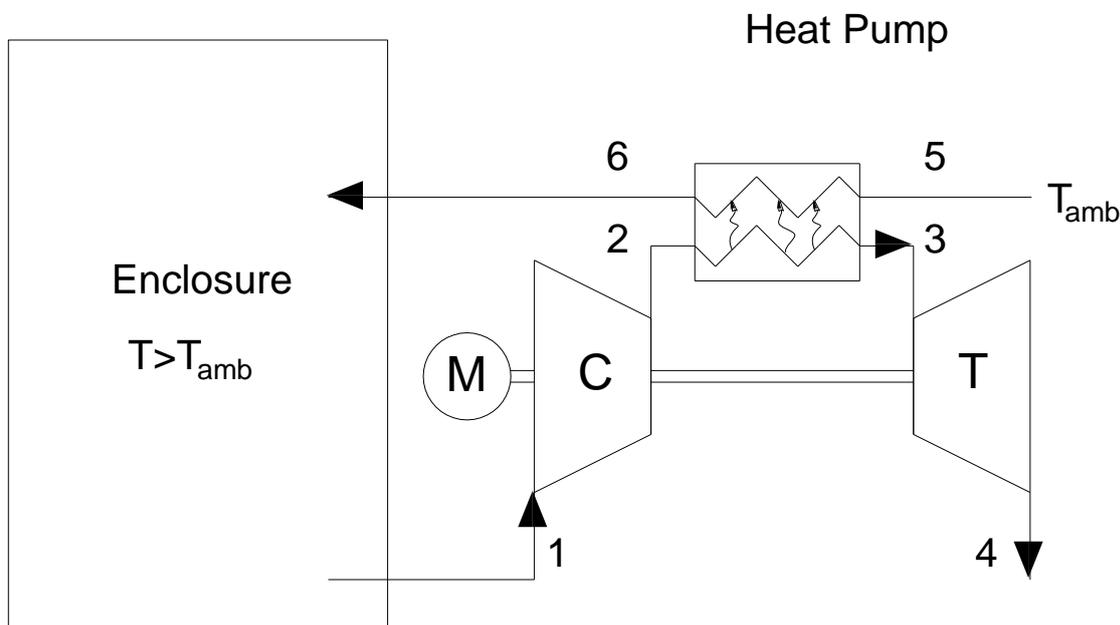


Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2013

Classe	Sezione	Prova	Data
Industriale	A	4	23 gennaio 2014

**Tema di:** *Meccanica Calda*

Si vuole riscaldare un locale per abitazione garantendo anche il ricambio dell'aria. A tal fine si propone di impiegare una pompa di calore operante secondo un ciclo Joule inverso secondo lo schema mostrato in figura, nel quale l'aria viziata uscente dal locale è usata come fluido di lavoro della pompa di calore e scalda l'aria proveniente dall'esterno in un apposito scambiatore. Per semplicità si assuma che il sistema non necessiti di umidificazione e che l'aria sia assimilabile ad un gas perfetto.



Le principali specifiche di progetto sono le seguenti:

Potenza termica uscente dal locale	5 kW
Temperatura interna al locale	20 °C
Volume locale	360 m <sup>3</sup>
Numero di ricambi aria per ogni ora	2
Temperatura ambiente esterno	0 °C

1. Determinare le principali grandezze termodinamiche nei vari punti del ciclo;
2. Calcolare il coefficiente di prestazione dell'impianto;
3. Effettuare un progetto di massima di uno o più componenti a scelta (compressore, scambiatore o turbina);
4. Commentare i risultati ottenuti con riferimento allo stato dell'arte delle pompe di calore a compressione di vapore.

Il candidato scelga realisticamente i dati non specificati e adotti tutte le semplificazioni adeguate ad un calcolo di primo dimensionamento, giustificando le assunzioni fatte.



Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2013

**Tema di:** Automazione

Testo: La dinamica verticale del veicolo a levitazione magnetica rappresentato in figura può essere modellata in buona approssimazione come un sistema composto da due parti: una sorgente di campo magnetico generato dalla corrente  $i(t)$  che circola in una induttanza  $L$  e da una massa  $m$  di materiale ferromagnetico sottoposta sia alla forza peso che alla forza di attrazione magnetica. Tale modello può essere descritto dal seguente sistema di equazioni differenziali ordinarie

$$\begin{cases} L \frac{di(t)}{dt} + Ri(t) = V(t) \\ m \frac{d^2 h(t)}{dt^2} + b \frac{dh(t)}{dt} + K_m \frac{i^2(t)}{h^2(t)} = mg \end{cases}$$

dove  $h(t) > 0$  è la posizione della massa misurata mediante opportuni sensori e  $V(t)$  è la tensione di alimentazione del circuito elettrico di eccitazione che genera il campo magnetico.

Il significato e i valori dei parametri del sistema sono descritti nella seguente tabella:

Simbolo	Valore	Descrizione
$m$	50 kg	Massa del veicolo
$L$	0.5 H	Induttanza generatore del campo magnetico
$R$	50 $\Omega$	Resistenza del circuito di eccitazione
$K_m$	20 $\text{Nm}^2/\text{A}^2$	Coefficiente di accoppiamento magnetico
$b$	0.1 W s/m	Coefficiente di attrito viscoso
$g$	9.81 $\text{m/s}^2$	Accelerazione di gravità

1. Si progetti un sistema di controllo della tensione d'ingresso  $V(t)$  in grado di stabilizzare il veicolo ad un'altezza  $h_0=5\text{cm}$  e di soddisfare le seguenti specifiche:
  - errore di inseguimento a regime per segnali di riferimento a gradino nullo;
  - tempo di assestamento inferiore a 0.02 secondi;
  - sovraelongazione massima del 10%;
  - valore di picco di  $V(t)$  minore possibile, compatibilmente con le specifiche precedenti.
2. Si discuta l'implementazione digitale del controllore.





**Tema di:** *Elettrica*

### Progetto di un generatore brushless

Si chiede al candidato di progettare un generatore brushless a bassa velocità per applicazioni con turbine eoliche.

Il generatore, del tipo trifase a flusso assiale, deve essere in grado di generare da 1 kW a 300 rpm fino a 2 kW a 500 rpm. Il diametro esterno del generatore è di 50 cm

I magneti che possono essere utilizzati sono del tipo NdFeB (Neodimio-Ferro-Boro) con le caratteristiche riportate nella tabella seguente.

Forma	Disco	
Diametro	60 mm	
Altezza	5 mm	
Tolleranza per le dimensioni	+/- 0,1 mm	
Direzione di magnetizzazione	assiale (parallela all'altezza)	
Materiale	NdFeB (Neodimio-Ferro-Boro)	
Tipo di rivestimento	Nichel (Ni-Cu-Ni)	
Forza di attrazione	ca. 22 kg	ca. 216 N
Peso	107,4424 g	
Modo di produzione	sinterizzato	
Magnetizzazione (Qualità)	N42	
Temperatura massima di esercizio	80 °C	
Temperatura di Curie	310 °C	
Rimanenza Br	12900-13200 G	1.29-1.32 T
Forza coercitiva bHc	10.8-12.0 kOe	860-955 kA/m
Forza coercitiva iHc	≥12 kOe	≥955 kA/m
Prodotto di energia (BxH)max	40-42 MGOe	318-334 kJ/m <sup>3</sup>

Al candidato è chiesto di:

1. Individuare il numero di magneti, il numero di bobine ed il numero di spire per bobina necessarie per ottenere le caratteristiche desiderate.
2. Calcolare il traferro massimo.
3. Stimare la potenza dissipata nel ferro e negli avvolgimenti, supponendo di avere a disposizione del filo di rame smaltato da 0.7 mm di diametro per la realizzazione delle bobine e che il materiale ferromagnetico è del tipo ferro-silicio con cifra di perdita pari a 100 W/kg con  $B = 1$  T.
4. Tracciare la caratteristica di funzionamento nel range di velocità di progetto.
5. Stimare il rendimento complessivo del generatore.

Il Candidato è libero di fare tutte le ipotesi che riterrà opportune per lo svolgimento dell'elaborato, esponendo con chiarezza le motivazioni delle scelte operate in una relazione dettagliata ed ordinata

La capacità di sintesi, l'ordine e la chiarezza espositiva costituiranno elementi di valutazione.



Tema di:	<b>Meccanica</b>
----------	------------------

Progetto di un Sollevatore Elettromeccanico  
per applicazione industriale:

Sia data una colonna di sollevamento rappresentata schematicamente ed a scopo non vincolante nelle figure allegate solitamente applicato per il sollevamento di veicoli (ferroviari) della portata di 15.0 ton.; il sollevatore fa parte di un sistema costituito da una serie di analoghi componenti da disporre ai lati del rotabile per la sua movimentazione.

Quali dati di progetto, possono essere ipotizzati il carico nominale sopra indicato con una corsa di sollevamento di 2880 mm da effettuare in un intervallo di tempo di tempo di 5.0 min. ca. tra il livelli di 450 e 3330 mm rispetto al piano di terra (riferimento); la struttura viene movimentata sul pavimento industriale dell'officina per mezzo di un carrello, movimentabile manualmente, appositamente realizzato nella struttura di base del sollevatore stesso.

L'attuazione della movimentazione è comandata da un accoppiamento elicoidale di tipo trapezio (vite rotante con madrevite traslante) azionato da una motorizzazione elettromeccanica di tipo asincrono trifase.

Per la trasmissione primaria (tra motore e vite trapezia) viene applicato un riduttore ad ingranaggi di adeguato rapporto di trasmissione, mentre è libera, purché motivata, la scelta del sistema di guida del pianale di supporto del carico.

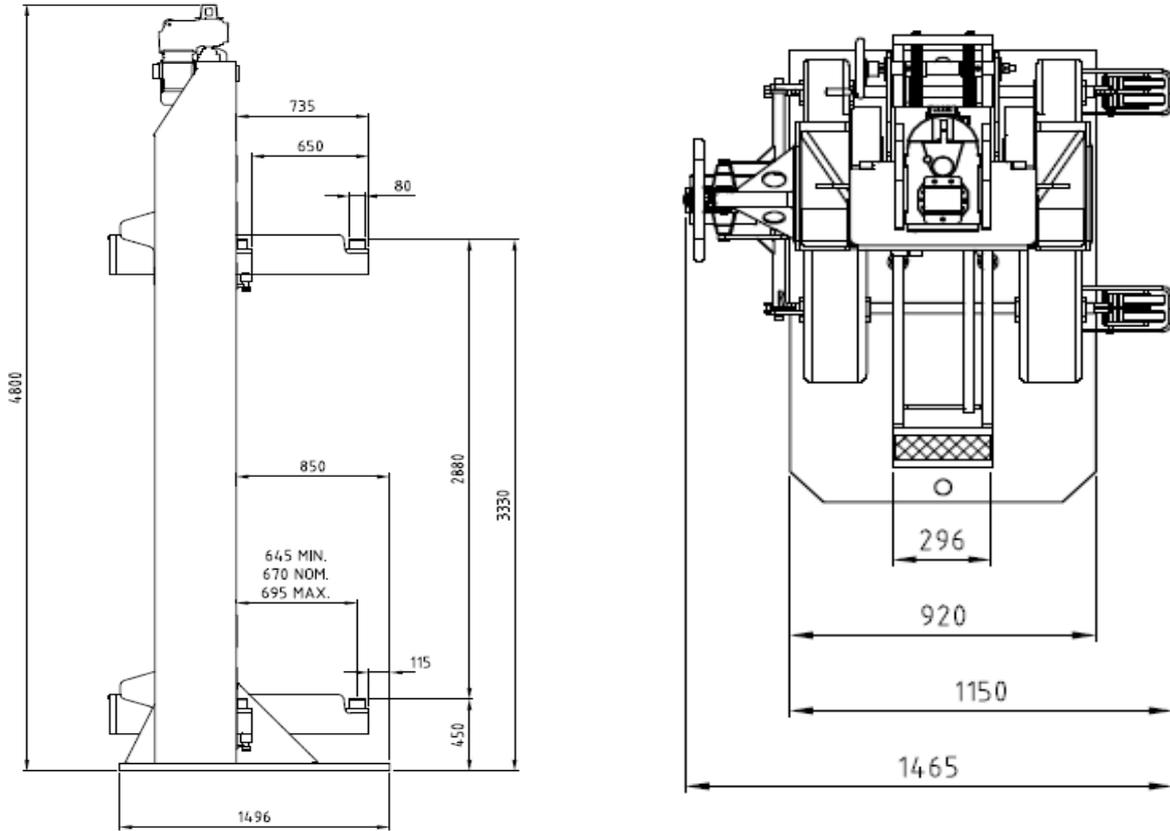
Al candidato è richiesto quanto segue:

1. Impostazione del progetto con considerazioni funzionali, strutturali e costruttive sulle scelte delle soluzioni alternative effettuate;
2. Dimensionamento degli organi meccanici della struttura portante e delle trasmissioni con considerazioni sulle condizioni di carico e sulla sicurezza funzionale ed antinfortunistica;
3. Disegno di studio di livello preliminare/schematico dell'assieme e dei dettagli dello accoppiamento tra pianale mobile, madrevite e vite trapezia.

Il candidato sviluppi sinteticamente una relazione con figure schematiche esplicative che contenga le ipotesi, le considerazioni, le scelte effettuate e riporti le valutazioni di calcolo sviluppate per il dimensionamento; una tabella finale riporti il prospetto generale del dimensionamento.

Il candidato produca inoltre una serie di disegni almeno a livello schematico l'assieme del macchinario nelle viste ortogonali ed almeno il dettaglio relativo alla realizzazione del sistema di movimentazione.

Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2013



(Vista di Lato)

(Pianta)

Fig.1 – Vista Laterale e Pianta Colonna (Solo di Esempio)

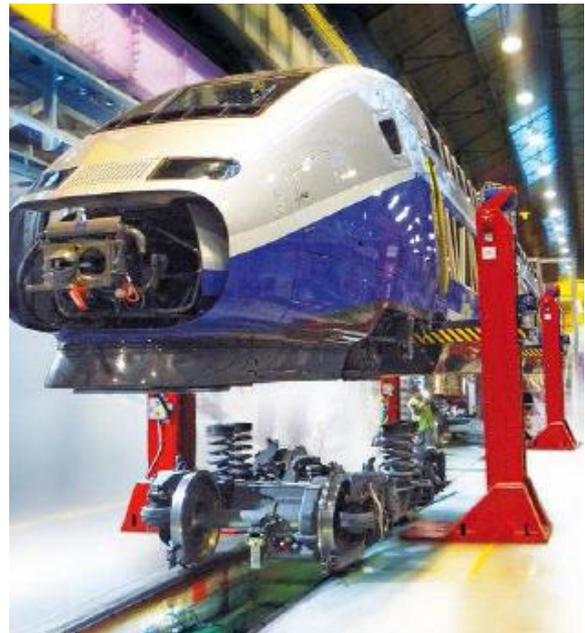
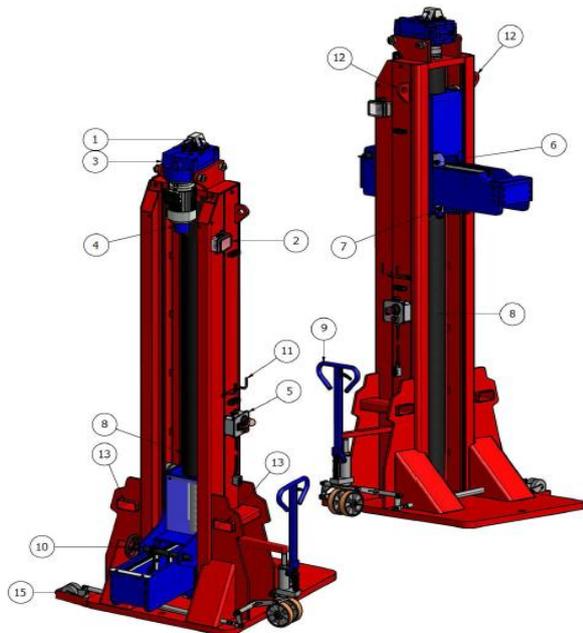


Fig.2 – Vista di Assieme Colonna Sollevamento ed in Esercizio (Solo di Esempio)



Esame di Stato per l'abilitazione alla Professione di Ingegnere  
II Sessione 2013

Tema di:	<b>Impianti</b>
----------	-----------------

Un gruppo tessile acquisisce una ingente commessa dal dipartimento della difesa americano per la produzione di **non meno di 2.000.000 e non più di 2.200.000** metri l'anno di tessuto di lana per uniformi, con consegne diluite nel tempo e costanti.

L'azienda dispone di un impianto al momento scarsamente utilizzato, che intende dedicare soltanto a tale commessa. Il collo di bottiglia dell'impianto è il reparto di tessitura dove sono disponibili **30 telai** uguali in perfetta efficienza, per altro già completamente ammortizzati, sia finanziariamente che fiscalmente.

Nelle prove di campionatura realizzate per la partecipazione alla gara poi vinta, la direzione tecnica ha stabilito che il ritmo produttivo dei telai, ottimale per la qualità del tessuto e l'affidabilità della produzione è di **320 colpi al minuto**, mentre il tessuto presenta **1150 trame per metro**. Ogni pezza è lunga **50 metri**.

Il setup del singolo telaio, non cambiando il prodotto, richiede il solo cambio del subbio e l'annodatura dell'ordito, mentre i licci rimangono sempre gli stessi. In media il setup richiede **43 minuti**.

Durante la campionatura è stato anche valutato che i normali arresti per **rottura trama e rottura ordito** sono casualmente distribuiti durante la produzione della pezza con intertempi medi rispettivamente di **18 minuti e 12 secondi e 13 minuti e 30 secondi**, mentre le rispettive riparazioni richiedono mediamente ad un operaio esperto rispettivamente **2 minuti e 6 secondi e 3 minuti e 30 secondi**.

Il margine operativo lordo (MOL) del prodotto senza considerare il costo della manodopera diretta destinata alla tessitura è di **2 €/m** mentre il costo complessivo annuo di tale personale è di **35.000 €**.

Si richiede di valutare il corretto dimensionamento del personale dedicato all'attrezzaggio telai (setup) e di quello dedicato al pattugliamento dei telai stessi. Si consideri la possibilità di lavorare su **1, 2 o 3 turni per 5/7 giorni a settimana** e con normale **chiusura per ferie estive per 4 settimane**.

Si chiede anche di valutare se dimensionare il personale senza specializzare le due diverse operazioni.

Si chiede di argomentare con elementi qualitativi, ed eventualmente quantitativi, sulle possibilità di miglioramento delle performance di reparto agendo su ulteriori politiche (asset, orari, etc.).

Concorreranno quindi alla valutazione della prova, oltre alla correttezza delle affermazioni, dei metodi impiegati, dei calcoli effettuati e delle conclusioni, anche il livello di approfondimento della tematica, il grado di approssimazione dei risultati, la completezza degli aspetti trattati, l'esplicitazione e giustificazione delle assunzioni semplificative fatte, la critica sull'assenza di informazioni e cosa questo comporti in termini di efficacia della soluzione individuata.

Tema di:	<b>Biomedica</b>
----------	------------------

L'elaborazione di un segnale biomedico è una procedura complessa che, in base alle esigenze cliniche e partendo dall'acquisizione del segnale, porta all'estrazione di informazioni di utilità in ambito medico. Il processo di elaborazione deve essere basato su procedure rigorose di analisi del segnale, ma facilmente fruibili anche da parte di utenti non esperti.

Con riferimento ad un problema concreto, analizzare nel dettaglio le fasi di:

- definizione del problema in base alle esigenze cliniche e alla normativa vigente;
- tipo di dati e relative modalità di acquisizione, anche in relazione alla significatività statistica dei risultati;
- acquisizione e pre-elaborazione dei dati, specificando le caratteristiche della strumentazione;
- metodiche di analisi, confrontando criticamente tecniche diverse e giustificando la scelta effettuata;
- analisi dei risultati e loro rilevanza clinica, mettendo in evidenza gli aspetti innovativi della procedura proposta rispetto a quanto già presente in letteratura;
- limiti dell'approccio proposto e possibili sviluppi futuri.