

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE
I SESSIONE 2024 - 25 LUGLIO 2024
SEDE DI SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE
SEZIONE A

Il candidato risponda a tutti e tre i quesiti di seguito riportati.

(Si noti che

- *La chiarezza espositiva e l'ordine contribuiscono alla valutazione in modo significativo.*
- *Risposte fuori tema contribuiscono alla valutazione in modo negativo.*
- *Per ogni quesito si supponga dedicare da un minimo di una facciata fino ad un massimo di due facciate.*
- *Si richiede di identificare in modo chiaro le risposte ai vari quesiti indicando il numero di quesito e la classe di laurea come di seguito identificati.)*

Il settore industriale vive negli ultimi anni una profonda trasformazione volta a mettere al centro dei suoi processi e prodotti i dati e la loro analisi al fine di trovare degli indicatori che possano migliorare alcune fasi dei processi aziendali. I dati permettono di addestrare modelli e di generare algoritmi sempre più evoluti e di prendere delle decisioni anche in modo automatico.

Quesito 1) (quesito di settore)

Il candidato secondo la sua esperienza esponga quali potrebbero essere gli obiettivi di un processo o di un prodotto guidato dai dati, introducendo i concetti di misura, strumenti e strumentazione, di procedure e di trasduttori.

Spieghi questi concetti con esempi e li discuta in modo completo ed esaustivo.

Quesito 2 (quesito di classe)

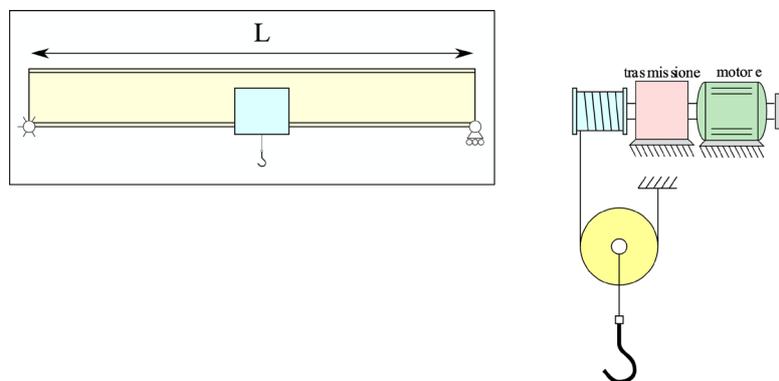
Il candidato progetti in modo qualitativo e presenti criticamente la architettura di un sistema di misura/monitoraggio caratteristico della sua classe di laurea analizzandone i vari componenti software e hardware che lo compongono. Si considerino le seguenti classi di laurea :

- 2.a) Ingegneria meccanica
- 2.b) Ingegneria aeronautica
- 2.c) Ingegneria aerospaziale
- 2.d) Ingegneria biomedica

- 2.e) Ingegneria chimica
- 2.f) Ingegneria *food*
- 2.g) Ingegneria dell'automazione
- 2.h) Ingegneria della sicurezza
- 2.i) Ingegneria elettrica
- 2.m) Ingegneria energetica
- 2.n) Ingegneria nucleare
- 2.o) Ingegneria gestionale
- 2.p) Scienza e ingegneria dei materiali

Quesito 3 (pratico)

3.a) Ingegneria meccanica



Si vuole progettare il carroponte mostrato in figura. Si descrivano le procedure e le verifiche necessarie per:

- 1 dimensionare il motore e la trasmissione data la massima massa sollevabile e la velocità di sollevamento desiderate
- 2 dimensionare la trave di sostegno e il cavo metallico
- 3 individuare le misure e i dispositivi di sicurezza da installare sul sistema



3.b) Ingegneria aeronautica

Si deve progettare l'impianto frenante di un velivolo, con particolare attenzione al dimensionamento dei freni, la temperatura massima, pressione necessaria sulle pastiglie al limite del bloccaggio.

Si considerino noti la massa del velivolo e la velocità a inizio frenata, il numero di ruote, i diametri di ruote e dischi, il materiale delle pastiglie. Si descriva il procedimento da adottare per il dimensionamento richiesto.

Si indichino, nella descrizione del dimensionamento, quali ulteriori assunzioni, se ritenute necessarie, vengono adottate. Si descriva, inoltre, come si procede per valutare il numero di atterraggi effettuabili prima dell'usura dei freni stessi.



3.c) Ingegneria aerospaziale

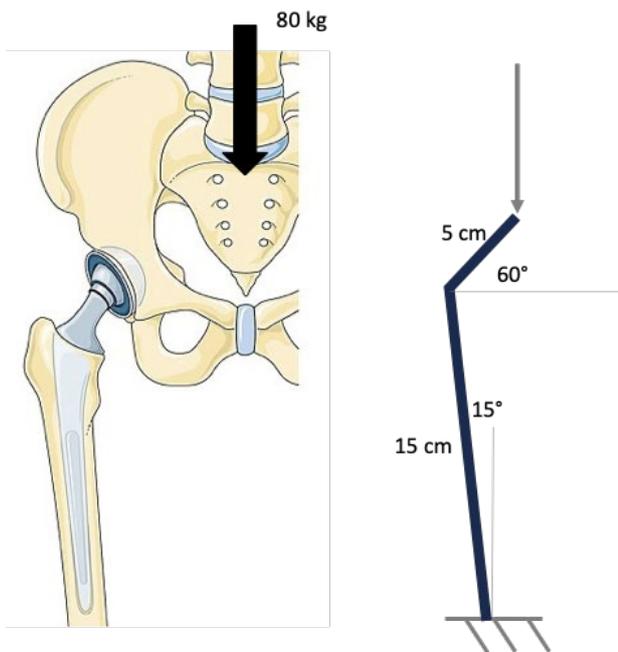
Si deve progettare il sistema di pressurizzazione con soluzione blow-down per il serbatoio di un propulsore monopropellente a bordo di satellite.

Si descriva la procedura di dimensionamento del serbatoio, nota la massa al lancio del satellite, il costo totale delle manovre a cui il propulsore deve assolvere e il suo impulso specifico; si chiariscano le assunzioni necessarie nello svolgimento del procedimento.

Si indichi, quindi, come vengono costruiti i budget di massa e potenza del sottosistema e quali margini vanno adottati.



3.d) Ingegneria biomedica



Lo stelo femorale è tra le protesi maggiormente impiantate a livello mondiale.

1. Il candidato calcoli le reazioni vincolari del sistema riportato in Figura considerando un paziente di peso corporeo pari a 80 kg.
2. Il candidato illustri quali materiali principali si possono impiegare per la realizzazione di questa protesi.
3. Il candidato descriva il protocollo sperimentale e i parametri ricavabili per una prova a fatica eseguita su uno stelo femorale.



3.e) Ingegneria chimica

Il candidato descriva le principali soluzioni tecnologiche a disposizione per effettuare una separazione gas-solido (e.g. cicloni, camere di calma, ...). Inoltre, descriva, in maniera schematica, i principali passaggi necessari ad effettuare il dimensionamento di un'apparecchiatura di separazione gas-solido a sua scelta.



3.f) Ingegneria food

Si definiscano i fluidi alimentari non-Newtoniani e quale sia la differenza fra fluidi dilatanti, pseudoplastici e di Bingham. Si introduca il modello di Ostwald-De Waele e si discuta di come questo impatti sul profilo di velocità in condotta.

Si risolva anche il seguente quesito: un fluido alimentare non-Newtoniano che segue la legge di potenza $\eta = m\dot{\gamma}^{(n-1)/2}$ con $m = 0.223 Pa \cdot s^{0.795}$ e $n = 0.59$, avente densità pari a $\rho = 1200 kg/m^3$ viene pompato attraverso una tubazione sanitaria liscia da una cisterna A ad una cisterna B. Il diametro interno è pari a 30 cm e la portata è 0.05 m³/s. Il livello del liquido nella cisterna A è pari a 1 m al di sopra della pompa, mentre il punto di scarico nella cisterna B è 2 m sopra la pompa stessa. La lunghezza totale della tubazione è di 30 m e presenta 3 gomiti a 90° ($K = 1.2$) e due valvole di regolazione ($K = 4$). Impostare il calcolo della potenza della pompa necessaria.

Relazioni utili:

$$Re_{PL} = 2^{3-n} \left(\frac{n}{3n+1} \right)^n \frac{u^{2-n} D^n \rho}{m} \quad \eta = m\dot{\gamma}^{\left(\frac{n-1}{2}\right)}$$
$$f = 16/R e_{PL} \quad Re_{PL}^{crit} = 2100 \frac{(4n+2)(5n+3)}{3(3n+1)^2}$$
$$\frac{1}{\sqrt{f}} = \frac{1.74}{n^{0.75}} f^{1-n/2} \ln Re_{PL} - \frac{0.4}{n^{1.2}}$$



3.g) Ingegneria dell'automazione

Il candidato progetti il sistema di controllo di un sistema di movimentazione industriale oppure di un sistema industriale di riempimento e stoccaggio di liquidi, focalizzandosi eventualmente su un singolo componente del sistema. Si individuino quali criteri si possono seguire per la modellazione del sistema e quali sono le eventuali semplificazioni necessarie. Si evidenzino le tecniche di controllo che possono essere usate (anello aperto, anello chiuso, ecc.) e le eventuali problematiche di digitalizzazione del sistema.



3.h) Ingegneria della sicurezza

In un ambiente di lavoro ventilato con portata (Q), è presente una vasca di superficie (A), contenente un solvente (S) a 20 °C.

Si descrivano i passaggi per:

1. definire quantitativamente la presenza di S nell'ambiente di lavoro;
2. definire i campionamenti necessari a descrivere quantitativamente il rischio legato alla presenza di S in ambiente;
3. valutare quantitativamente il rischio.



3.i) Ingegneria elettrica

Il candidato esponga i criteri di modellazione utilizzati per una macchina elettrica a sua scelta individuando quali sono le criticità del modello ed evidenziando le semplificazioni utilizzate nella modellazione. Il candidato illustri i criteri di dimensionamento della macchina elettrica scelta ipotizzando di inserirla in un sistema di utilizzazione, generazione o distribuzione dell'energia elettrica evidenziando gli eventuali sistemi di protezione, conversione e misura adottabili.



3.m) Ingegneria energetica

Il candidato illustri i vantaggi possibili offerti dalla cogenerazione in confronto con la produzione separata di energia elettrica e energia termica. Nel caso specifico di selezionare un impianto turbogas, schematizzare e discutere i flussi di energia relativi (diagramma di Sankey), scegliendo fra due possibili casi con heat rate 7200 kJ/kWh o 10000 kJ/kWh e motivando tale scelta.



3.n) Ingegneria nucleare

Il candidato descriva le caratteristiche salienti delle principali sorgenti neutroniche normalmente disponibili in laboratori di irraggiamento o in facilities dedicate alla realizzazione di workplace fields.



3.o) Ingegneria gestionale

Un'azienda manifatturiera sta considerando la digitalizzazione dei suoi processi produttivi per migliorare l'efficienza e ridurre i costi operativi. L'azienda vuole implementare un sistema di monitoraggio e controllo in tempo reale delle sue linee di produzione utilizzando tecnologie IoT (Internet of Things) e big data analytics.

- Descrivere come l'implementazione di sensori IoT nelle linee di produzione può migliorare l'efficienza operativa dell'azienda. Discutere almeno tre benefici specifici, fornendo per ciascuno un esempio numerico che confronta lo stato as-is con il to-be.
- Proporre un framework per l'analisi dei dati raccolti dai sensori IoT. Quali strumenti hardware e tecniche di big data analytics potrebbero essere utilizzati per analizzare questi dati e ottimizzare i processi produttivi?
- Definire un insieme di indicatori chiave di prestazione (KPI), descrivendone le finalità, la logica della misura, la metodologia di raccolta e analisi del dato. Fornire l'interpretazione di ciascun KPI.



3.p) Scienza e ingegneria dei materiali

Una struttura in acciaio al carbonio è protetta con anodi consumabili di zinco. Assumendo che la corrente di protezione e il rendimento degli anodi siano noti, si spieghi come valutare la velocità di consumo degli anodi (massa/tempo).

Si confrontino i metodi di protezione catodica con corrente impressa e con anodi consumabili, spiegando quali misure effettuare per monitorare il processo.

