

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE
II SESSIONE 2024 - 14 Novembre 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.)*

Premessa:

Con il termine sostenibilità aziendale si intende l'insieme delle azioni e delle strategie messe in atto da un'impresa per organizzare i propri processi in modo che non solo sia garantito il sostentamento dell'impresa a lungo termine, ma che siano anche attenti all'ambiente, al benessere sociale e a una gestione equa e lungimirante.

Quesito 1) (quesito di settore)

Il candidato secondo la sua esperienza esponga quali potrebbero essere gli obiettivi e le strategie per la sostenibilità di un processo industriale introducendo i concetti evidenziati nella definizione riportata in premessa e giustificando in modo opportuno rispetto agli elementi evidenziati. Spieghi questi concetti aiutandosi con esempi e li discuta in modo completo ed esaustivo.

Quesito 2) (quesito di classe)

Il candidato faccia riferimento ad uno dei settori sotto riportato e metta in evidenza quali e illustri quale può essere in questo ambito il contributo dell'ingegnere industriale per l'introduzione di tecnologie e metodologie che vadano nella direzione della sostenibilità aziendale.

- 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

Il sistema meccanico in figura rappresenta un braccio di sollevamento azionato da un cilindro idraulico (AC) a singolo effetto con pistone di diametro d che lavora ad una pressione massima p . Il carico da sollevare è una massa m . Il braccio BD è costituito da una trave a sezione costante rettangolare cava (larghezza l , spessore s e altezza h) e può ruotare di un angolo α .

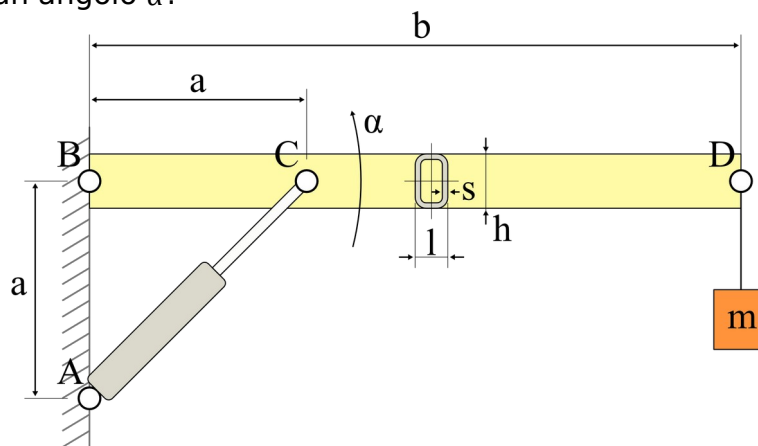


Figura 1 schematizzazione del sistema di sollevamento

Il candidato descriva la procedura per il dimensionamento e la progettazione del sistema considerando le seguenti problematiche:

1. Dimensionamento dell'attuatore idraulico evidenziando la metodologia per il calcolo della corsa e della forza richiesti all'attuatore in condizioni statiche e dinamiche.
2. Dimensionamento della trave BD considerando i carichi applicati, tracciando i diagrammi delle azioni interne, e impostando la metodologia per il calcolo della freccia massima. Definire quindi una specifica per la scelta del materiale utilizzabile.

3. Descrivere i dispositivi che si dovrebbero installare sul macchinario per un funzionamento in sicurezza degli operatori e delle persone circostanti.



3.b) Ingegneria aeronautica

Si deve progettare l'ammortizzazione del carrello principale di atterraggio di un velivolo con peso massimo all'atterraggio noto.

E' altresì nota la componente verticale della velocità all'atterraggio e il fattore di contingenza.

Il componente deve essere in grado di assorbire l'energia dovuta alla componente verticale della velocità. Si descriva il procedimento da adottare per il dimensionamento richiesto. Si indichino, nella descrizione del dimensionamento, quali ulteriori assunzioni, se ritenute necessarie, vengono adottate.



3.c) Ingegneria aerospaziale

Si deve progettare il sistema di telecomunicazione a bordo di un satellite per osservazione della Terra mediante strumento scientifico ottico. Il sistema è finalizzato al trasferimento verso le stazioni di Terra dei dati di telemetria e delle immagini acquisite a bordo.

Si descriva la procedura di dimensionamento del sistema menzionato, nota la potenza elettrica totale a bordo, la quota di volo su orbita circolare, e la dimensione massima, in byte/pixel di 1 immagine acquisita dallo strumento; si chiariscano le assunzioni necessarie per poter finalizzare il dimensionamento.

Si indichi, quindi, quali sono i gradi di libertà per il dimensionamento del sistema, quali scelte influiscono nella costruzione del link budget, come si ottiene il budget di massa di massa, come si ricava/seleziona la potenza elettrica assorbita dal sottosistema, quali margini vanno adottati.



3.d) Ingegneria biomedica

L'implantologia dentale consiste nell'inserimento nell'osso mascellare o mandibolare (privo del dente naturale) di protesi che, una volta integrata nell'osso stesso, potrà supportare un dente artificiale idoneo a svolgere la sua funzione.

1. Il candidato descriva le specifiche di progetto (ad esempio, caratteristiche strutturali e meccaniche) per la realizzazione di un impianto dentale osteointegrato.

2. Il candidato illustri quali materiali principali si possono impiegare per la realizzazione di questa protesi.

3. Il candidato individui le possibili problematiche e i possibili miglioramenti per ottenere una buona osteointegrazione e una minima adesione batterica; **inoltre**, indichi mediante quali prove di caratterizzazione si possono valutare i miglioramenti ottenuti.



3.e) Ingegneria chimica

Il candidato discuta la possibilità di operare una reazione chimica esotermica in un reattore continuo o discontinuo motivando la scelta con opportune considerazioni ed esempi legati alla sua attività ed esperienza. Il candidato discuta altresì le possibili scelte progettuali per la gestione del calore di reazione.

Il candidato, poi, imposti schematicamente e per punti la procedura necessaria per il dimensionamento di un reattore continuo in fase gas, catalitico ed adiabatico nel quale viene prodotto un composto B mediante una reazione esotermica. Si considerino note la composizione, la temperatura e la pressione della corrente in ingresso al reattore, la cinetica della reazione, tutte le proprietà termodinamiche e di trasporto. Sono fornite, inoltre, la conversione di reagente richiesta, la produttività in B richiesta e le specifiche relative alla massima temperatura ammessa nel reattore e alle massime perdite di carico permesse. Il candidato discuta quali ulteriori assunzioni, se ritenute necessarie, vengono adottate, riporti le principali equazioni coinvolte e proponga una traccia di soluzione delle stesse.



3.f) Ingegneria food

Un liquido alimentare ($C_{p,L}=3980 \text{ J/kgK}$) fluisce con una portata pari ad 1 kg/s nel tubo interno di uno scambiatore di calore a doppio tubo. Il liquido entra nello scambiatore di calore a 15 °C ed esce a 90 °C. Nella sezione anulare, il vapore saturo a 120 °C entra nello scambiatore di calore e fluisce con una portata di 1.2 kg/s. Impostare il calcolo della lunghezza di tale scambiatore di calore nel caso in cui il coefficiente di scambio termico complessivo medio U sia equivalente a $2300 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ ed il diametro del tubo interno è di 6 cm.



3.g) Ingegneria dell'automazione

Il candidato descriva e progetti un sistema di controllo della velocità per una macchina elettrica di sua scelta evidenziando quali siano le caratteristiche in termini di modellazione del sistema e implementazione del controllo (tipologie di controllo, controllori utilizzati, architetture, ecc.) evidenziando i vantaggi che si possono ottenere in termini di efficienza e prestazioni tra un sistema di controllo in anello chiuso e un sistema in anello aperto.



3.h) Ingegneria della sicurezza

In un ambiente industriale (figura 1) di volume (V) pari a 3.000 m^3 , è presente una sorgente che emette un inquinante con una portata G di 63 g/h.

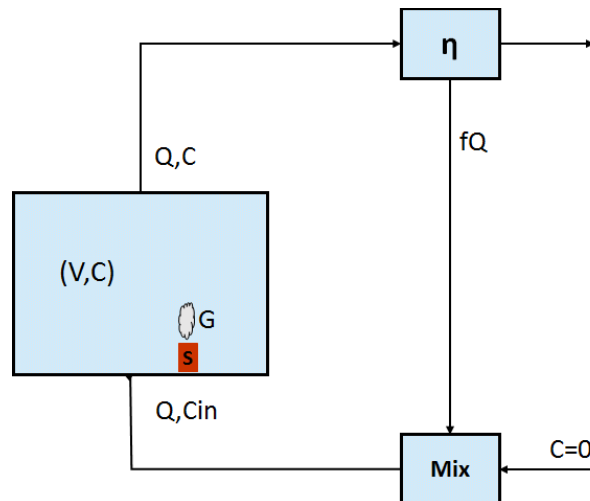


Figura 1

L'aria estratta dal locale viene depurata dall'inquinante con una efficienza (η) pari al 95%.

Volendo assicurare 3 ricambi ora e volendo riciclare parte dell'aria depurata, sapendo che il TLV dell'inquinante è pari a 10 mg/m^3 , nell'ipotesi di ambiente perfettamente miscelato, calcolare:

- la massima portata di ricircolo (f);
- la concentrazione (c) dell'inquinante durante il normale funzionamento.

Si discuta inoltre quali pratiche si potrebbero attuare nel locale per monitorare il buon funzionamento del sistema.



3.i) Ingegneria elettrica

Il candidato consideri un sistema di generazione di energia elettrica basato su fonte di energia rinnovabile illustrando i criteri di dimensionamento e di scelta adottati per uno dei componenti di tale sistema, evidenziando il modello adottato, i limiti dello stesso e le semplificazioni fatte. Si prendano inoltre in considerazione i problemi di interfacciamento con la rete elettrica di distribuzione.



3.m) Ingegneria energetica

Le pale eoliche sono centrali nella produzione di energia eolica, protagoniste sia negli impianti on-shore, che in quelli off-shore. Per entrambe le tipologie di impianti, il candidato illustri vantaggi e svantaggi, con riferimento alle taglie e alle potenze degli aerogeneratori come da stato dell'arte.



3.n) Ingegneria nucleare

Il candidato faccia una breve descrizione generale sulle applicazioni medicali delle radiazioni e proponga un approfondimento per un ambito applicativo specifico a propria scelta.



3.o) Ingegneria gestionale

Un'azienda manifatturiera operante nel settore delle apparecchiature elettriche sta subendo le conseguenze della forte crescita di tale industria, tra cui: incapacità produttiva a soddisfare completamente la domanda, inabilità a rispettare i tempi di consegna stabiliti, insoddisfazione del personale che si trova a lavorare in costante

“emergenza”. L’azienda vuole di certo cavalcare l’onda della possibilità di crescita che il contesto odierno le offre provando ad implementare soluzioni di diversa natura, con l’obiettivo di incrementare i ricavi e fornire maggior valore aggiunto al mercato, allo stesso tempo intraprendendo azioni più sostenibili e resilienti possibili per non trovarsi in condizioni di criticità in futuro, date dalla conseguenza di scelte sovradimensionate o troppo rigide o difficili da ammortizzare nel lungo periodo, soprattutto in caso di cambi improvvisi dell’andamento del settore.

Descrivere quali cambiamenti di tipo tecnologico, organizzativo, strategico e operativo l’azienda può considerare, a livello di sistema produttivo, per raggiungere gli obiettivi sopra citati, con particolare attenzione a definire come le azioni proposte impattano sul risultato aziendale e analizzando come tali soluzioni rappresentano motivo di sostenibilità e resilienza in possibili scenari futuri.

Per ognuna delle soluzioni proposte, proporre uno o più indicatori (KPI) che l’azienda può considerare per monitorare le performance del nuovo assetto manifatturiero e suggerire come il dato può essere raccolto e interpretato ed eventualmente utilizzato per cambiamenti in corso d’opera.

A livello dell’intera azienda, quale altro dipartimento (oltre alla produzione) può essere coinvolto in tale azione di miglioramento e come? Discutere l’impatto che azioni implementabili in altre funzioni aziendali possono portare a favore del raggiungimento degli obiettivi sopra esposti.



3.p) Scienza e ingegneria dei materiali

I trattamenti di superficie, intesi nel significato più ampio di processi di modifica dello stato superficiale di un componente, permettono di combinare le necessarie caratteristiche del materiale di volume con un decisivo miglioramento delle proprietà di superficie.

Il candidato descriva un trattamento di superficie a sua scelta, illustrando i criteri da seguire per definire compiutamente il processo.

