



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Scuola di
Ingegneria

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE**

PRIMA SESSIONE 2025

Prima Prova scritta– Sezione B

31 LUGLIO 2025

B

**SETTORE INDUSTRIALE
Sotto-settore ELETTRICA**

Descrivere le diverse tipologie di macchine elettriche impiegate nelle centrali di produzione dell'energia elettrica e individuare i principali criteri per la scelta di tali macchine.

Il Candidato è libero di effettuare tutte le ipotesi che riterrà necessarie per lo sviluppo dell'elaborato.

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

**SETTORE INDUSTRIALE
Sotto-settore ENERGETICA**

Il candidato analizzi come si sono evoluti nel tempo gli impianti termoelettrici per la produzione di energia elettrica, con particolare riferimento a turbina a gas, turbina a vapore e impianti a ciclo combinato.

L'elaborato dovrà evidenziare: l'evoluzione dei principi di funzionamento e delle soluzioni impiantistiche, il miglioramento delle prestazioni energetiche nel tempo, le tecnologie attuali più diffuse e i motivi della loro adozione, gli interventi tecnici e/o gestionali che possono contribuire ad aumentare l'efficienza complessiva dell'impianto (es. recupero di calore, regolazione ottimizzata, ecc.).

**SETTORE INDUSTRIALE
Sotto-settore MECCANICA FREDDA**

Il candidato discuta i concetti di base delle trasmissioni di potenza ad ingranaggi, con particolare attenzione a: tipologie, campi di utilizzo con esempi di applicazioni, metodologie di dimensionamento preliminare (per questo punto, considerare solo trasmissioni dotate di ruote cilindriche a denti dritti).

**SETTORE: INDUSTRIALE
Sotto-settore BIOMEDICA**

Il candidato descriva un sistema biomedicale scelto a piacere, evidenziandone in particolare le funzionalità principali, l'architettura del sistema e le sue potenziali applicazioni

**SETTORE: INDUSTRIALE
Sotto-settore GESTIONALE-PRODUTTIVO**

L'uso crescente dei dati nei contesti produttivi industriali sta trasformando il modo in cui le aziende pianificano, controllano e ottimizzano i propri processi. Il candidato analizzi il ruolo della raccolta, elaborazione e utilizzo dei dati nei sistemi industriali, evidenziando le principali tecnologie abilitanti, le ricadute gestionali e i benefici in termini di efficienza e qualità.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Scuola di
Ingegneria

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
PRIMA SESSIONE 2025
Seconda Prova scritta– Sezione B
8 settembre 2025**

B

**SETTORE INDUSTRIALE
Sotto-settore ELETTRICA**

Progetto di un quadro elettrico in bassa tensione. Il candidato esponga le modalità, la normativa e le procedure per la progettazione, il collaudo, la verifica e la manutenzione di un quadro in bassa tensione.

Il Candidato è libero di effettuare tutte le ipotesi che riterrà necessarie per lo sviluppo dell'elaborato.

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

**SETTORE INDUSTRIALE
Sotto-settore ENERGETICA**

Il candidato descriva il ruolo e il funzionamento delle principali macchine a fluido impiegate negli impianti termici per la produzione di energia elettrica. A partire da un impianto a scelta (turbina a gas o turbina a vapore), si fornisca una breve descrizione del relativo ciclo termodinamico. Si analizzino quindi le macchine motrici e operatrici coinvolte:

- principio di funzionamento e principali soluzioni costruttive (anche in relazione alla taglia dell'impianto)
- parametri operativi principali che influenzano il rendimento di ciclo
- interventi tecnici per migliorarne le prestazioni

Il candidato può avvalersi di schemi funzionali semplificati per accompagnare l'esposizione.

**SETTORE INDUSTRIALE
Sotto-settore MECCANICA FREDDA**

Si descrivano, anche mediante esempi applicativi, le principali tipologie di cuscinetti utilizzate, evidenziandone differenze costruttive, funzionali e vantaggi comparativi nei diversi contesti d'uso.

**SETTORE: INDUSTRIALE
Sotto-settore BIOMEDICA**

Il candidato descriva un sistema biomedicale diagnostico scelto a piacere, evidenziandone in particolare la funzionalità diagnostica, l'architettura generale del sistema e le sue potenziali applicazioni

**SETTORE: INDUSTRIALE
Sotto-settore GESTIONALE-PRODUTTIVO**

Introduzione di un sistema di codifica e tracciabilità dei materiali in magazzino

Un'azienda meccanica con magazzino disorganizzato e inventari non affidabili decide di introdurre un sistema di codifica a barcode per tracciare i materiali.

Il candidato descriva:

- un sistema minimo di codifica articoli e ubicazioni (es. scaffali, corsie, lotti);
- le modalità di etichettatura e lettura (scanner manuali, terminali mobili, Excel condiviso);
- le logiche di aggiornamento del database giacenze;
- i vantaggi attesi in termini di riduzione errori e maggiore efficienza nelle operazioni di picking, ricevimento e inventario.

	UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE Scuola di Ingegneria	ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE PRIMA SESSIONE 2025 Prova pratica– Sezione B 15 OTTOBRE 2025	B
--	---	--	----------

SETTORE INDUSTRIALE Sotto-settore ELETTRICA

Si consideri un motore asincrono caratterizzato dai seguenti dati di targa:

- P_n 12 kW
- V_n 400 V (Triangolo)
- I_n 12.5 A (Triangolo)
- $\cos\phi_n$ 0.8
- f_n 50 Hz
- p 2
- n 1455 rpm

Al candidato è chiesto di:

1. calcolare i parametri del circuito equivalente del motore asincrono. A tal fine si considerino i risultati delle seguenti prove:
 - a. Misura della resistenza tra due fasi: 0.95Ω ;
 - b. Prova a vuoto: $P_o=1500W$; $I_o=11.5 A$;
 - c. Prova in corto circuito: $V_{cc}=40V$; $P_{cc}=1100W$;
2. Illustrare le seguenti tecniche di controllo delle macchine asincrone:
 - controllo ad orientamento di campo;
 - controllo V/f costante.

In particolare il candidato descriva le differenze fra le due tecniche di controllo in termini di prestazioni operative e difficoltà di implementazione.

Il Candidato è libero di effettuare tutte le ipotesi che riterrà necessarie per lo sviluppo dell'elaborato.

Il Candidato dovrà presentare una relazione dettagliata e ordinata, evidenziando i risultati numerici ottenuti. La capacità di sintesi, l'ordine e la chiarezza espositiva costituiranno elementi di valutazione.

SETTORE INDUSTRIALE
Sotto-settore ENERGETICA

Un sito industriale necessita di energia elettrica e olio diatermico ad alta temperatura per il processo produttivo. A tale scopo si decide di installare un turbogas cogenerativo, alimentato a metano, per l'auto-produzione di energia elettrica ed uno scambiatore di calore a tubi e mantello per il recupero del calore sensibile allo scarico al fine di riscaldare l'olio.

La potenza elettrica da installare (W_{EL}) risulta pari a 6 MW.

Decidendo di adottare un rapporto di compressione (β) pari a 25, ipotizzando un valore per il rendimento isentropico del compressore (η_c) pari a 0.84, calcolare di conseguenza il rendimento isentropico richiesto alla turbina (η_T) considerando di imporre un target al rendimento termodinamico di ciclo pari al 40%.

Considerare i seguenti vincoli operativi:

- $\eta_{EL} = 0.95$ - rendimento dell'alternatore
- $\eta_M = 0.92$ - rendimento meccanico
- $\eta_{CC} = 0.98$ - rendimento della camera di combustione
- $\Delta p_{OUT} = 0.05 \text{ bar}$ - perdite di carico allo scarico della turbina
- $TIT = 1300^\circ\text{C}$ - temperatura ammissibile in ingresso alla turbina (T_3)

Considerare i seguenti dati per aria/fumi:

- $T_{AMB} = 300 \text{ K}$ - temperatura ambiente
- $R = 287.1 \text{ J/(kg K)}$ - costante del gas aria/fumi
- $c_p = 1005 \text{ J/(kg K)}$ - calore specifico aria/fumi a temperatura ambiente
- $c_p = 1120 \text{ J/(kg K)}$ - calore specifico aria/fumi a temperatura sia di fine compressione che di scarico
- $c_p = 1310 \text{ J/(kg K)}$ - calore specifico aria/fumi a temperatura di ingresso turbina

Considerare i seguenti dati per il metano:

- $\alpha_{ST} = 17.2$ - dosatura stechiometrica
- $LHV = 50 \text{ MJ/kg}$ - potere calorifico inferiore

1) Riportare nella seguente tabella i risultati dei calcoli:

m_c	kg/s		Portata di combustibile
m_a	kg/s		Portata di aria
α	-		Dosatura
W_C	MW		Potenza assorbita dal compressore
W_T	MW		Potenza erogata dalla turbina
T_2	K		Temperatura in uscita compressore
T_4	K		Temperatura dei fumi di scarico
η_T	-		Rendimento isentropico turbina

La portata di fumi allo scarico alla temperatura T_4 viene sfruttata per il riscaldamento dell'olio diatermico, che deve essere portato da una temperatura di partenza di 50°C fino ad una temperatura di 250°C . La temperatura dei fumi freddi non può scendere al di sotto di 200°C . Calcolare la portata di olio che è possibile scaldare.

Considerare:

- $\eta_{sc} = 0.97$ - rendimento dello scambiatore in controcorrente
- $c_p = 1920 \text{ J}/(\text{kg K})$ - calore specifico olio diatermico

2) Riportare nella seguente tabella i risultati dei calcoli:

m_o	kg/s		Portata olio diatermico
Q_o	MW		Potenza termica recuperata
ΔT_{ML}	K		Differenza di temperatura media logaritmica tra i due fluidi

Procedere quindi con la verifica dello scambiatore di calore a fascio tubiero, in cui i fumi vengono fatti passare attraverso i tubi, mentre l'olio diatermico nel mantello. Se si sceglie di adottare uno scambiatore avente tubi con le seguenti caratteristiche geometriche:

- $D = 50 \text{ mm}$ - diametro tubo
- $L = 6.2 \text{ m}$ - lunghezza tubo
- $N = 480$ - numero tubi

Verificare che sia garantito il trasferimento della potenza termica (Q_T) desiderata Utilizzare le seguenti ipotesi:

- Si considera solo lo scambio termico convettivo lato tubi (fumi di scarico) in quanto le resistenze termiche delle pareti dei tubi e dell'olio diatermico sono trascurabili
- Per il calcolo del coefficiente di scambio termico convettivo (HTC) lato tubi si utilizza la seguente correlazione empirica semplice per tubi lisci

$$Nu = 0.023Re^{0.8}Pr^{0.4}$$

Al fine del calcolo dei numeri adimensionali, considerare:

- $\lambda = 0.044 \text{ W/(m K)}$ - conducibilità fumi
- $\mu = 2.8 \times 10^{-5} \text{ Pa s}$ - viscosità dinamica fumi

3) Riportare nella seguente tabella i risultati dei calcoli:

Re	-		Numero di Reynolds
Nu	-		Numero di Nusselt
HTC	W/(m ² K)		Coefficiente di scambio termico convettivo
Q _T	MW		Potenza termica ceduta

SETTORE INDUSTRIALE
Sotto-settore MECCANICA FREDDA

Il manipolatore robotico a 3 gradi di libertà (assi di rotazione a, b, c) schematizzato in Fig. 1 deve movimentare degli oggetti all'interno dell'area A mediante un gripper posto all'estremità del segmento 2. Si considerino le seguenti specifiche:

massa massima degli oggetti	$m = 10 \text{ kg}$
accelerazione massima degli oggetti	$a = 1 \text{ m/s}^2$
raggio minimo area A	$r_{min} = 1 \text{ m}$
raggio massimo area A	$r_{max} = 2 \text{ m}$
angolo di apertura area A	$\theta = 80^\circ$

Il candidato effettui un dimensionamento di massima dei segmenti 1 e 2, definisca i sistemi di movimentazione e svolga le verifiche ritenute necessarie. Si trascuri il sistema di presa e si ipotizzino gli eventuali dati aggiuntivi necessari.

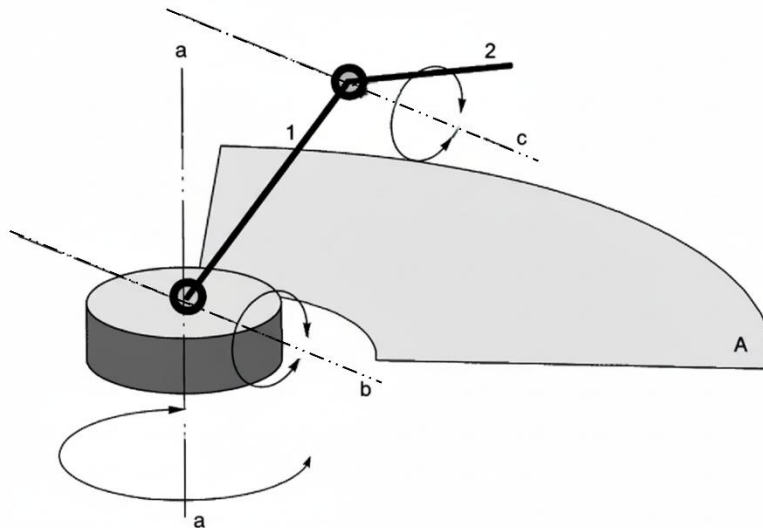


Figura 1

SETTORE: INDUSTRIALE
Sotto-settore BIOMEDICA

Con riferimento ad un'applicazione a scelta, appartenente a una delle seguenti macroaree:

- Protesi non impiantabili attive
- Sistemi indossabili per la teleriabilitazione
- Dispositivi ad energia per uso clinico

Il candidato descriva, anche mediante schema a blocchi, la struttura, il funzionamento del sistema ed i suoi elementi costitutivi principali (ad esempio, componenti hardware, software, aspetti biomeccanici o interfacce utente).

La trattazione dovrà mettere in evidenza le scelte progettuali ed i criteri di dimensionamento che assicurano l'affidabilità e la sicurezza d'uso del dispositivo

SETTORE: INDUSTRIALE
Sotto-settore GESTIONALE-PRODUTTIVO

Titolo: Pianificazione della produzione e gestione delle scorte per un'azienda meccanica

Contesto

Un'azienda meccanica produce in modo ripetitivo due tipologie di articoli: A (semilavorato standard) e B (componente lavorato su richiesta).

I due prodotti utilizzano gli stessi impianti e risorse, ma con tempi di lavorazione differenti.

L'azienda opera con produzione interna e gestione su stock, ma desidera ottimizzare i volumi produttivi per evitare rotture di stock e costi di magazzino eccessivi.

Il responsabile di produzione chiede di analizzare la situazione e formulare una proposta di **pianificazione aggregata della produzione e gestione scorte** per un orizzonte di 6 settimane, utilizzando metodi semplificati compatibili con la dimensione aziendale.

Dati a disposizione

Settimana Domanda A Domanda B

1	300	100
2	400	120
3	350	90
4	500	140
5	380	110
6	420	130

Altri parametri:

- Capacità produttiva settimanale disponibile: 600 unità complessive (A + B)
- Tempo macchina per unità A: 1 ora
- Tempo macchina per unità B: 2 ore
- Costo di produzione regolare: €10/unità A – €15/unità B
- Costo di magazzino settimanale: €1/unità
- Scorte iniziali: 100 unità A, 30 unità B
- Politica aziendale: nessuna rottura di stock ammessa
- Lead time produzione: interno, 0 settimane

Compiti del candidato

1. Pianificazione della produzione settimanale

- Determinare il piano di produzione settimanale per A e B, compatibilmente con la capacità disponibile, evitando rotture di stock.
- Indicare le scorte di fine settimana per ciascun prodotto.

2. Bilancio della capacità produttiva

- Verificare settimana per settimana il rispetto del vincolo di capacità complessiva (in ore macchina).
- Proporre eventuali aggiustamenti nei volumi prodotti per restare nei limiti.

3. Calcolo dei costi totali

- Calcolare il costo di produzione settimanale e il costo totale di magazzino per le 6 settimane.
- Stimare il costo complessivo del piano proposto.

4. Osservazioni gestionali

- Commentare brevemente i trade-off fra livelli di scorta, saturazione della capacità e flessibilità.
- Proporre migliorie (es. livellamento della produzione, modifica lotti, gestione della capacità).

Nota finale

Il candidato potrà svolgere l'elaborato su fogli di calcolo o carta, utilizzando **tabelle, schemi, grafici e ipotesi ragionevoli**. Saranno valutate la **chiarezza logica**, la **coerenza dei calcoli** e la **capacità di analisi gestionale**.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Scuola di
Ingegneria

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
SECONDA SESSIONE 2025
Prima Prova scritta- Sezione B
20 NOVEMBRE 2025**

B

**SETTORE INDUSTRIALE
Sotto-settore ELETTRICA**

Il Candidato descriva le principali macchine elettriche effettuando la classificazione, indicando le principali tipologie e modalità di progetto nonché di collaudo in relazione agli ambiti applicativi (trazione, generazione, trasformazione, sistemi di pompaggio, etc.)

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

**SETTORE INDUSTRIALE
Sotto-settore ENERGETICA**

Il candidato è invitato a descrivere l'evoluzione dei sistemi di produzione di energia, dal largo uso delle fonti fossili allo sviluppo delle energie rinnovabili per la produzione di energia elettrica. Si considerino aspetti come disponibilità, costi, impatto ambientale e il ruolo che ciascuna fonte gioca nella sicurezza e continuità dell'approvvigionamento della fornitura. Si concluda con una riflessione su come la transizione verso le fonti rinnovabili stia influenzando il settore energetico, anche in relazione agli obiettivi climatici.

**SETTORE INDUSTRIALE
Sotto-settore MECCANICA FREDDA**

Il candidato discuta i concetti di base delle trasmissioni di potenza a organi flessibili, con particolare attenzione a tipologie e campi di utilizzo. Si presentino esempi di applicazioni se ritenuto utile e/o necessario.

**SETTORE: INDUSTRIALE
Sotto-settore BIOMEDICA**

Il candidato descriva, a propria scelta, un sistema assistivo al paziente (informatica, robotica, sensoristica, ecc.), evidenziandone in particolare le funzionalità principali, l'architettura del sistema e le sue potenziali applicazioni.

**SETTORE: INDUSTRIALE
Sotto-settore GESTIONALE-PRODUTTIVO**

L'ingegnere industriale che opera nell'area gestionale e produttiva è chiamato a ottimizzare i processi aziendali conciliando efficienza economica, sostenibilità ambientale e innovazione tecnologica. Descriva un caso o un modello di organizzazione produttiva (ad esempio lean manufacturing, industria 4.0 o economia circolare) evidenziando:

- 1) i principi fondamentali su cui si basa;
- 2) le metodologie e gli strumenti utilizzati per migliorare la produttività e la qualità;
- 3) gli impatti gestionali, ambientali e sociali dell'approccio descritto.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Scuola di
Ingegneria

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
SECONDA SESSIONE 2025
Seconda Prova scritta– Sezione B
16 DICEMBRE 2025**

B

**SETTORE INDUSTRIALE
Sotto-settore ELETTRICA**

Il progetto e l'installazione degli impianti fotovoltaici in ambito civile/residenziale. Il Candidato illustri i principali punti nello sviluppo di un progetto e della relativa documentazione.

Il Candidato è libero di effettuare tutte le ipotesi che riterrà necessarie per lo sviluppo dell'elaborato.

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

**SETTORE INDUSTRIALE
Sotto-settore ENERGETICA**

Il candidato descriva il principio di funzionamento e le principali caratteristiche termodinamiche di un impianto per la produzione di energia elettrica basato su una delle seguenti fonti rinnovabili: solare, eolica, idroelettrica o geotermica.

A partire da una descrizione delle principali tecnologie attualmente disponibili per lo sfruttamento della fonte scelta, scegliere una soluzione tecnica ed illustrarne: lo schema di base dell'impianto scelto, il rendimento tipico, i principali vantaggi e svantaggi rispetto ad altri sistemi.

**SETTORE INDUSTRIALE
Sotto-settore MECCANICA FREDDA**

Il candidato descriva le principali prove di caratterizzazione dei materiali e come le informazioni ottenute possano essere usate durante il processo di progettazione di un componente meccanico. Si presentino esempi di applicazioni se ritenuto utile e/o necessario.

**SETTORE: INDUSTRIALE
Sotto-settore BIOMEDICA**

Il candidato descriva, a propria scelta, un sistema assistivo al paziente (informatica, robotica, sensoristica, ecc.), evidenziandone in particolare le funzionalità principali, l'architettura del sistema e le sue potenziali applicazioni.

**SETTORE: INDUSTRIALE
Sotto-settore GESTIONALE-PRODUTTIVO**

La sempre maggiore disponibilità di dati sta indirizzando le aziende verso l'utilizzo più diffuso della raccolta dati real-time di processo. Il candidato illustri i vantaggi e le criticità legate all'adozione di un sistema di monitoraggio di processo, fornendo alcuni esempi di implementazione di tale strategia su processi industriali, con focus benefici che tale approccio può portare e su hardware e software necessari per tale implementazione.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Scuola di
Ingegneria

**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
SECONDA SESSIONE 2025
Prova pratica– Sezione B
11 FEBBRAIO 2026**

B

**SETTORE INDUSTRIALE
Sotto-settore ELETTRICA**

Un trasformatore trifase presenta le seguenti grandezze nominali e caratteristiche:

- nucleo magnetico a colonna;
- numero di spire primarie 7000, numero spire secondarie 85;
- tensione nominale primaria 20 kV, frequenza 50 Hz;
- corrente nominale primaria 5.8 A;
- corrente nominale secondaria 275 A;
- connessione delle fasi primarie a triangolo secondarie a stella;
- potenza a vuoto 2600 W;
- corrente percentuale a vuoto 5,2%.

Nel funzionamento a carico , il trasformatore, alimentato a tensione e frequenza nominali, assorbe la corrente $I_1 = 5,2$ A con fattore di potenza 0,91 in ritardo ed alimenta, al secondario, un gruppo di utilizzatori trifasi equilibrati che assorbono la corrente $I_2 = 237,4$ A, la potenza 156 kW con fattore di potenza 0,94 in ritardo.

Si richiede la valutazione:

1. della effettiva tensione di alimentazione degli utilizzatori.
2. della potenza nominale.
3. delle perdite a vuoto.
4. della potenza reattiva al primario.
5. della potenza reattiva al secondario.
6. del rendimento della macchina nelle condizioni di carico proposte.

SETTORE INDUSTRIALE
Sotto-settore ENERGETICA

Un sito industriale necessita di riscaldare una portata di 2.5 kg/s di acqua da temperatura ambiente, fino a 60°C. Si decide di sostituire la tradizionale caldaia a metano con sistema CHP basato su un turbogas cogenerativo, alimentato sempre a metano, per l'auto-produzione di energia elettrica ed uno scambiatore di calore a tubi e mantello in controcorrente per il recupero del calore sensibile allo scarico al fine di riscaldare l'acqua.

Come vincolo operativo, la temperatura dei fumi freddi in uscita dallo scambiatore dovrà essere pari a 120°C.

Si decida di adottare un rapporto di compressione (β) pari a 20. Si ipotizzi che la tecnologia dei componenti sia tale da avere un rendimento isentropico sia di compressore (η_c) che di turbina (η_T) pari a 85%, e di consentire una temperatura massima ammissibile in ingresso alla turbina pari a 1300°C. Considerare delle perdite di carico allo scarico della turbina, dovute alla presenza dello scambiatore di calore, pari a 0.05 bar.

Considerare inoltre i seguenti dati ipotizzati:

- $\eta_{CT} = 90\%$ - rendimento termico per produzione di energia termica con caldaia tradizionale
- $\eta_{SC} = 97\%$ - rendimento di adiabaticità dello scambiatore di calore a tubi e mantello in controcorrente
- $\eta_{CC} = 99\%$ - rendimento della camera di combustione
- $\eta_M = 93\%$ - rendimento meccanico all'albero del turbogas
- $\eta_A = 95\%$ - rendimento dell'alternatore

Considerare infine i seguenti dati noti:

- $T_{AMB} = 20^\circ\text{C}$ - temperatura ambiente
- $R_{gas} = 287.1 \text{ J}/(\text{kg K})$ - costante del gas aria/fumi
- $C_{P,gas} = 1100 \text{ J}/(\text{kg K})$ - calore specifico medio aria/fumi (costante al variare della temperatura)
- $C_{P,H_2O} = 4180 \text{ J}/(\text{kg K})$ - calore specifico medio acqua (costante al variare della temperatura)
- $LHV = 50 \text{ MJ}/\text{kg}$ - potere calorifico inferiore del metano

1) Calcolare la potenza elettrica generata dal turbogas e la differenza di temperatura media logaritmica tra i due fluidi nello scambiatore. Riportare nella seguente tabella i principali risultati dei calcoli:

$m_{c,CT}$	kg/s		Portata di combustibile della caldaia tradizionale
$m_{c,CHP}$	kg/s		Portata di combustibile del turbogas
$m_{a,CHP}$	kg/s		Portata di aria elaborata dal turbogas
α	-		Dosatura in camera di combustione
W_C	kW		Potenza assorbita dal compressore
W_T	kW		Potenza erogata dalla turbina
W_{EL}	kW		Potenza elettrica prodotta dal turbogas
η_G	-		Rendimento globale del turbogas
T_2	K		Temperatura in uscita compressore
T_4	K		Temperatura dei fumi di scarico
$\%Q_{REC}$	-		Percentuale di calore sensibile recuperato
ΔT_{ML}	K		Differenza di temperatura media logaritmica tra i due fluidi

Procedere quindi con la verifica dello scambiatore di calore a fascio tubiero, in cui i fumi vengono fatti passare attraverso i tubi, mentre l'acqua nel mantello. Si seleziona uno scambiatore avente tubi con le seguenti caratteristiche geometriche:

- $D = 25 \text{ mm}$ - diametro interno tubo
- $L = 2.8 \text{ m}$ - lunghezza complessiva tubo
- $N = 74$ - numero di tubi

Verificare che sia garantito il trasferimento della potenza termica (Q_{TH}) desiderata. Utilizzare le seguenti ipotesi:

- Si considera solo lo scambio termico convettivo lato tubi (fumi di scarico) in quanto le resistenze termiche delle pareti dei tubi e dell'acqua sono trascurabili
- Per il calcolo del coefficiente di scambio termico convettivo (HTC) lato tubi si utilizza la seguente correlazione empirica semplice per tubi lisci

$$Nu = 0.023Re^{0.8}Pr^{0.4}$$

Al fine del calcolo dei numeri adimensionali, considerare:

- $\lambda = 0.044 \text{ W/(m K)}$ - conducibilità fumi
- $\mu = 2.8 \times 10^{-5} \text{ Pa s}$ - viscosità dinamica fumi

3) Riportare nella seguente tabella i risultati dei calcoli:

$Q_{TH,target}$	kW		Potenza termica target da trasferire
Re	-		Numero di Reynolds
Nu	-		Numero di Nusselt
HTC	W/(m ² K)		Coefficiente di scambio termico convettivo
Q_{TH}	kW		Potenza termica ceduta

SETTORE INDUSTRIALE
Sotto-settore MECCANICA FREDDA

Si richiede al candidato di progettare e dimensionare un riduttore di velocità a vite senza fine e ruota elicoidale destinato all'azionamento di un nastro trasportatore per impiego industriale, operante in condizioni di servizio continuo (si assuma un funzionamento stazionario, carico pressoché costante).

Il riduttore deve garantire in uscita le seguenti prestazioni nominali:

Coppia in uscita:	500 Nm
Velocità di rotazione in uscita:	15 rpm (giri/min)

Il candidato dovrà procedere all'impostazione del problema, definendo il rapporto di riduzione e le principali caratteristiche geometriche e funzionali del sistema vite senza fine-ruota elicoidale, motivando le scelte

progettuali adottate. Il candidato dovrà inoltre indicare i materiali ritenuti idonei per i diversi componenti e verificare che le sollecitazioni risultino compatibili con le caratteristiche meccaniche dei materiali scelti.

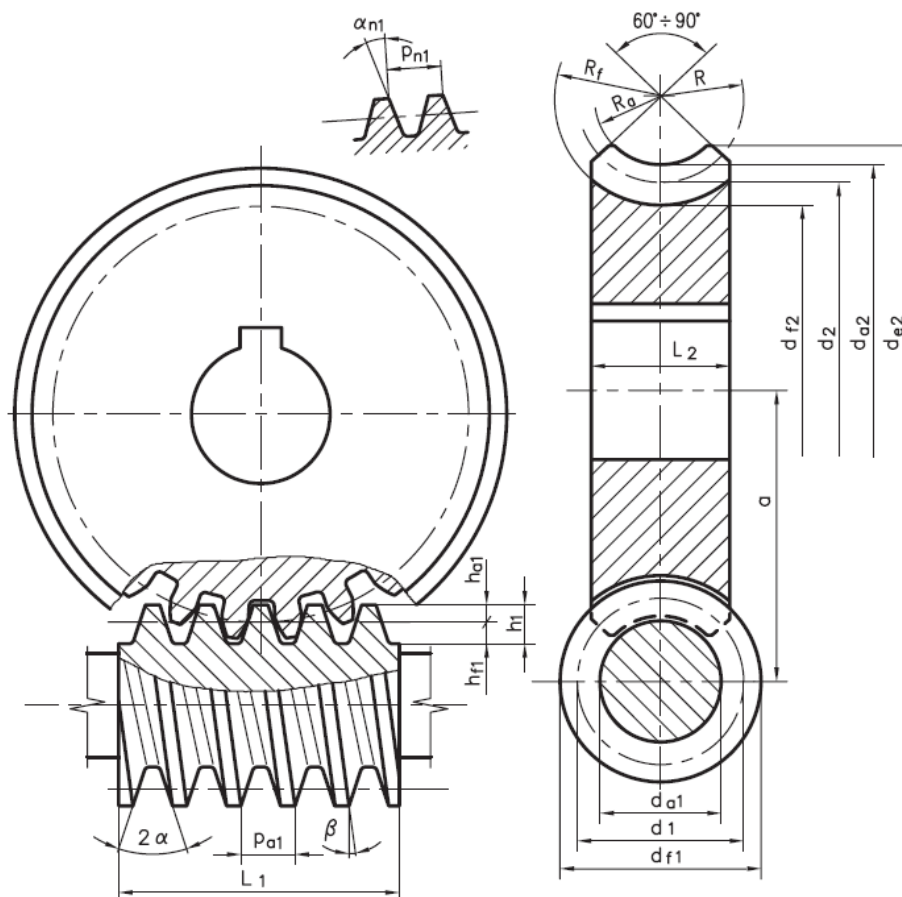
Sulla base delle condizioni di esercizio assegnate, si richiede il dimensionamento dei principali organi meccanici del riduttore, con particolare riferimento a:

- la vite senza fine
- la ruota elicoidale
- gli alberi di supporto
- i cuscinetti
- linguette

È infine richiesto di redigere un disegno di massima della vite senza fine e della ruota elicoidale, nel quale siano riportate:

- le principali quote funzionali
- le tolleranze dimensionali e geometriche ritenute necessarie
- le indicazioni di rugosità

In allegato sono fornite le indicazioni geometriche del sistema vite senza fine–ruota elicoidale, utilizzabili come supporto per l’elaborazione del progetto.



Caratteristica	Simbolo	Formule di calcolo	
		Ruota	Vite
Numero di denti	z	$z_2 = d_2/m_{t2}$	
Numero di principi	i		$i_1 = d_1/m_{t1}$
Modulo normale	m_n	m_n	
Modulo trasversale	m_t	$m_{t2} = m_n/\cos \beta$	$m_{t1} = m_n/\cos \beta$
Modulo assiale	m_a	$m_{a2} = m_n/\sin \beta$	$m_{a1} = m_n/\sin \beta$
Passo normale	p_n	$p_n = m_n \cdot \pi$	
Passo trasversale	p_t	$p_{t2} = m_{t2} \cdot \pi$	$p_{t1} = m_{t1} \cdot \pi$
Passo assiale	p_a	$p_{a2} = m_{a2} \cdot \pi$	$p_{a1} = m_{a1} \cdot \pi$
Angolo dell'elica	β	$\tan \beta = m_{a1}/m_{t1}$	
Addendum	h_a	$h_a = m_n$	
Dedendum	h_f	$h_f = 1,25 \cdot m_n$	
Altezza del dente	h	$h = h_f + h_a$	
Diametro primitivo	d	$d_2 = m_{t2} \cdot z_2$	$d_1 = m_{t1} \cdot i_1$
Diametro di testa	d_a	$d_{a2} = d_2 + 2h_a$	$d_{a1} = d_1 + 2h_a$
Diametro di piede	d_f	$d_{f2} = d_2 - 2h_f$	$d_{f1} = d_1 - 2h_f$
Angolo di pressione	α	$15^\circ \div 25^\circ$	
Rapporto di ingranaggio	u	$u = z_2/i_1$	
Interasse	a	$a = (d_1 + d_2) / 2$	
Larghezza dentatura	L	$L_2 = (6 \div 8) \cdot m_n$	$L_1 = (4 \div 6) \cdot p_{a1}$

SETTORE: INDUSTRIALE
Sotto-settore BIOMEDICA

Il candidato descriva un progetto di massima di un sistema biomedicale per la riabilitazione.

Il candidato descriva, anche mediante schema a blocchi, gli elementi costitutivi del sistema ed il loro funzionamento (ad esempio, componenti hardware, software, aspetti biomeccanici o interfacce utente), ne giustifichi le scelte progettuali ed i dimensionamenti, con particolare riferimento alla scelta dei sensori/attuatori per il controllo del processo.

Il candidato infine descriva almeno un test di caratterizzazione/validazione tecnica su banco (ossia un test non clinico) del sistema dopo una sua eventuale realizzazione, specificando la variabile di misura, la tecnica di misura e i risultati che dovrebbero essere ottenuti per poter giudicare il sistema come corrispondente alle aspettative.

SETTORE: INDUSTRIALE
Sotto-settore GESTIONALE-PRODUTTIVO

Un PMI produce per fusione un tubo in ghisa grigia, flangiato ad entrambe le estremità.

Le dimensioni sono:

- diametro interno tubo: 40 mm
- diametro esterno tubo: 50 mm
- spessore flangia: 8 mm
- diametro flangia: 90 mm
- Lunghezza complessiva manufatto: 400 mm

Si ipotizzi il ciclo di lavorazione per questo componente, indicando le tipologie di lavorazioni necessarie, la loro sequenza e la scelta dei parametri di taglio (possibile usare il manuale). Si faccia quindi uno schema della forma in sabbia da realizzare per la produzione del componente, dimensionando opportunamente materozze e canali di colata. Si scelgano i parametri di processo più opportuni (es: temperatura di sovrariscaldamento) per ottenere un processo efficace e senza difetti.