

POLITECNICO DI TORINO
ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO
DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Il Sessione 2018 - Sezione A
Settore Industriale

Prova PRATICA del 21 dicembre 2018

Il Candidato svolga uno a scelta fra i seguenti temi proposti.

Gli elaborati prodotti dovranno essere stilati in forma chiara, ordinata, sintetica e leggibile.

La completezza, l'attinenza e la chiarezza espositiva costituiranno elementi di valutazione.

Tema n. 1

Parte 1

La semiala controventata di un velivolo viene rappresentata dall'isostatica riportata in Figura 1. Essa è soggetta a un carico statico concentrato $P=2000$ N posizionato nel punto D. Le dimensioni della struttura sono $AC=5$ m, $AB=5$ m e $CD=3$ m.

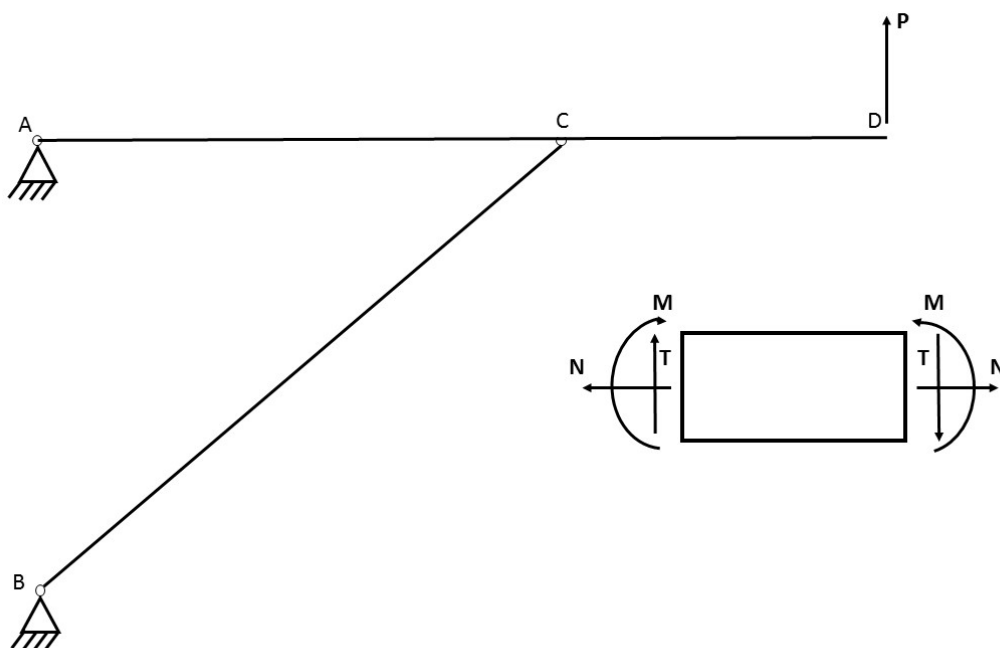


Figura 1: struttura isostatica equivalente della semiala controventata proposta

Il candidato determini:

1. Tutte le reazioni vincolari.
2. L'andamento quantitativo e il diagramma di sforzo normale N.
3. L'andamento quantitativo e il diagramma di taglio T.
4. L'andamento quantitativo e il diagramma di momento flettente M.

...segue tema 1 >>

Parte 2

A 6 metri dalla radice alare (percorrendo il tratto orizzontale dell'isostatica di Figura 1), la sezione della trave ha la forma riportata in Figura 2. Si applichino, in modo opportuno, su tale sezione le sollecitazioni ottenute dai precedenti diagrammi N, T, M, e si risolva quindi il tutto attraverso il metodo della trave a semiguscio. Le aree dei correnti 3 e 4 valgono $A_3=A_4= 0.03 \text{ m}^2$, mentre le aree dei correnti 1, 2, 5 e 6 valgono $A_1=A_2=A_5=A_6=0.01 \text{ m}^2$. Tutte le dimensioni "R" riportate in Figura 2 valgono $R=0.3 \text{ m}$, tutti i pannelli in questione hanno spessore $s=5 \text{ mm}$. L'intera sezione (correnti e pannelli) è omogenea in lega di alluminio con modulo di Young $E=73000 \text{ MPa}$ e Poisson ratio $\nu=0.3$.

Il candidato determini:

1. Assi baricentrici, assi principali di inerzia, momenti di inerzia baricentrici e momenti principali di inerzia.
2. Le tensioni σ_{zz} [MPa] sui correnti e le relative forze F_i [N] dovuti al momento flettente M e allo sforzo normale N (se presente).
3. I flussi q_i [N/m] nei pannelli e le relative tensioni τ_i [MPa] dovuti al taglio T.
4. L'asse neutro della sezione.
5. La posizione del centro di taglio.

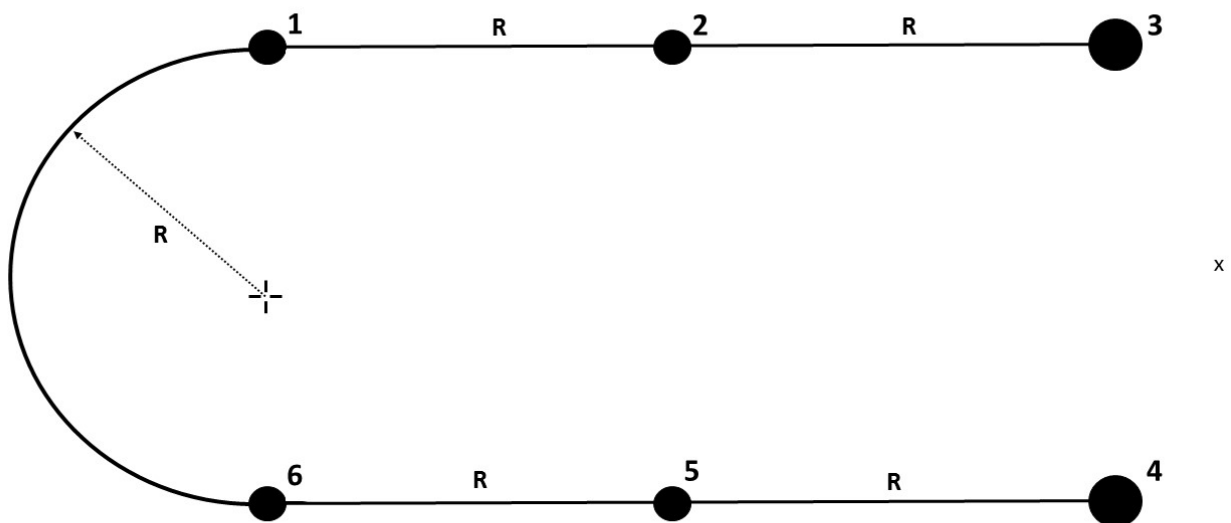


Figura 2: sezione della trave a 6 metri dalla radice alare (ossia a partire dalla cerniera A)

Parte 3

A 4 metri dalla radice alare (percorrendo il tratto orizzontale dell'isostatica di Figura 1), si consideri invece la sezione della trave avente la forma riportata in Figura 3. Si applichino, in modo opportuno, su tale sezione le sollecitazioni ottenute dai precedenti diagrammi N, T, M, e si risolva quindi il tutto attraverso il metodo della trave a semiguscio. Si ipotizzi il taglio T applicato all'altezza del corrente 3. Le aree dei correnti 1 e 3 valgono $A_1=A_3=0.03 \text{ m}^2$, l'area del corrente 2 vale $A_2=0.02 \text{ m}^2$, mentre l'area del corrente 4 vale $A_4=0.01 \text{ m}^2$. Tutte le dimensioni "a" riportate in Figura 3 valgono $a=0.3 \text{ m}$, mentre le dimensioni "b" valgono $b=0.4 \text{ m}$. Tutti i pannelli in questione hanno spessore $s=5 \text{ mm}$. L'intera sezione (correnti e pannelli) è omogenea in lega di alluminio con modulo di Young $E=73000 \text{ MPa}$ e Poisson ratio $\nu=0.3$.

Il candidato determini:

1. Assi baricentrici, assi principali di inerzia, momenti di inerzia baricentrici e momenti principali di inerzia.
2. Le tensioni σ_{zz} [MPa] sui correnti e le relative forze F_i [N] dovuti al momento flettente M e allo sforzo normale N (se presente).
3. I flussi q_i [N/m] nei pannelli e le relative tensioni τ_i [MPa] dovuti al taglio T.
4. L'asse neutro della sezione.
5. Il gradiente di torsione θ [rad/m].
6. La posizione del centro di taglio.

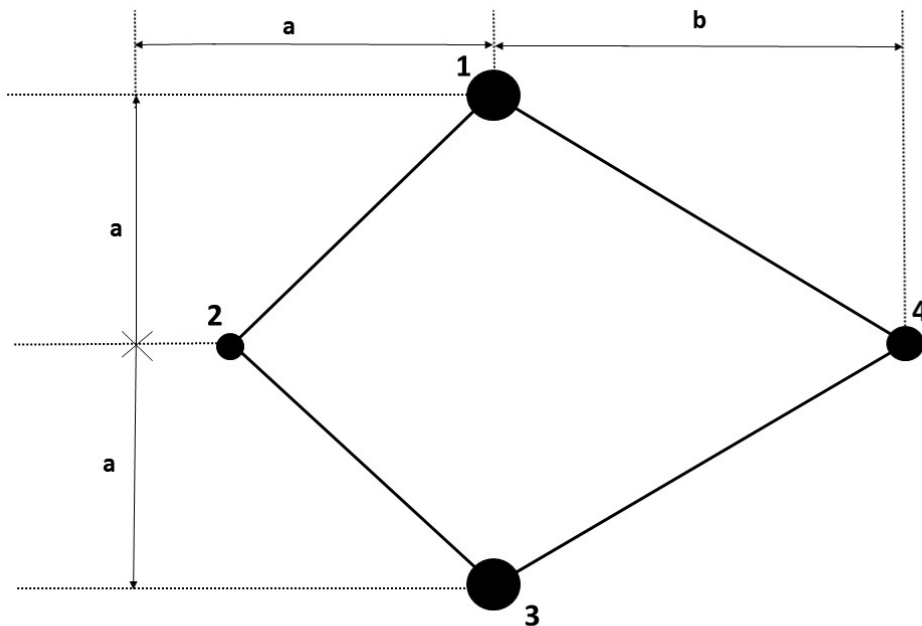


Figura 3: sezione della trave a 4 metri dalla radice alare (ossia a partire dalla cerniera A)

Parte 4

A 7 metri dalla radice alare (percorrendo il tratto orizzontale dell'isostatica di Figura 1), si consideri invece la sezione della trave avente la forma riportata in Figura 4. Si applichino, in modo opportuno, su tale sezione le sollecitazioni ottenute dai precedenti diagrammi N, T, M, e si risolva quindi il tutto attraverso il metodo della trave a semiguscio. Si ipotizzi il taglio T applicato all'altezza del corrente 4. Le aree dei correnti 1, 3 e 5 valgono $A_1=A_3=A_5=0.015 \text{ m}^2$, mentre l'area dei correnti 2 e 4 vale $A_2=A_4=0.03 \text{ m}^2$. Tutte le dimensioni "d" riportate in Figura 4 valgono $d=0.3 \text{ m}$. Tutti i pannelli in questione hanno spessore $s=5 \text{ mm}$. L'intera sezione (correnti e pannelli) è omogenea in lega di alluminio con modulo di Young $E=73000 \text{ MPa}$ e Poisson ratio $\nu=0.3$.

Il candidato determini:

1. Assi baricentrici, assi principali di inerzia, momenti di inerzia baricentrici e momenti principali di inerzia.
2. Le tensioni σ_{zz} [MPa] sui correnti e le relative forze F_i [N] dovuti al momento flettente M e allo sforzo normale N (se presente).
3. I flussi q_i [N/m] nei pannelli e le relative tensioni τ_i [MPa] dovuti al taglio T.
4. L'asse neutro della sezione.
5. Il gradiente di torsione $\dot{\theta}$ [rad/m].
6. La posizione del centro di taglio.

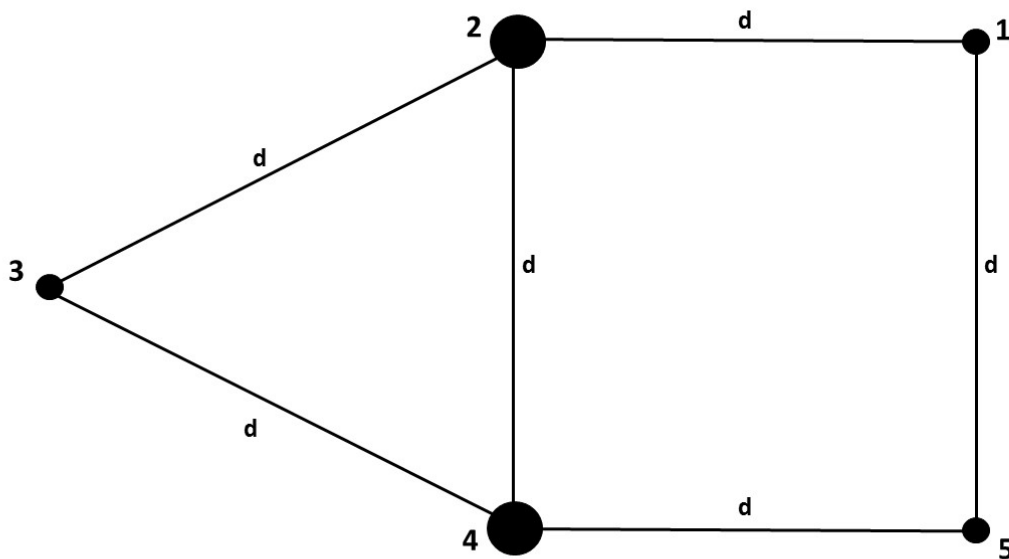


Figura 4: sezione della trave a 7 metri dalla radice alare (ossia a partire dalla cerniera A)

Tema n. 2

I principali obiettivi del monitoraggio ECG sono i seguenti:

- Rilevare e documentare aritmie cardiache.
- Rilevare e documentare le variazioni dell'intervallo ST.
- Rilevare e documentare modifiche nelle onde QRS e T.

Al fine di raggiungere gli obiettivi del monitoraggio ECG di cui sopra, molti recenti studi clinici hanno dimostrato i benefici del monitoraggio continuo dell'ECG (Holter ECG) a 12 derivazioni.

Alcuni dei motivi sono i seguenti:

- La diagnosi completa di aritmie richiede spesso informazioni ECG a 12 derivazioni.
- Il rilevamento di ischemia richiede il monitoraggio delle derivazioni precordiali.
- La riuclusione post-PTCA (Angioplastica coronarica) è difficile da differenziare dall'ischemia a meno che non venga eseguito il monitoraggio a 12 derivazioni.

L'ECG a 12 derivazioni convenzionale, che impiega 10 elettrodi, è lo standard corrente per l'elettrocardiografia diagnostica. Utilizza quattro elettrodi sugli arti (LA, RA, LL, RL) e sei sul torace (V1-V6).

Tale configurazione non è tuttavia pratica nel caso di monitoraggio cardiaco su 24 ore perché i movimenti delle estremità causano importanti artefatti.

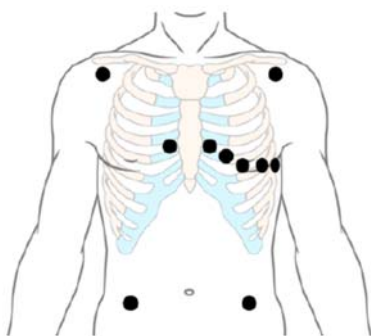


Figura 1 Configurazione Mason-Likar

Per risolvere tale problema, per il monitoraggio continuo ECG a 12 derivazioni viene spesso utilizzata la configurazione degli elettrodi Mason-Likar (vedi Fig. 1). In questa configurazione i tre elettrodi degli arti e l'elettrodo di riferimento sono posizionati vicino alle spalle e all'addome inferiore mentre gli elettrodi pre-cordiali sono posizionati nelle posizioni standard.

L'elettrocardiogramma a 12 derivazioni Mason-Likar è meno suscettibile agli artefatti del movimento rispetto al posizionamento a 12 derivazioni convenzionale sebbene possano ancora verificarsi artefatti da movimento. Tutti i problemi associati al monitoraggio continuo descritti per l'ECG a 12 derivazioni convenzionali si applicano anche all'ECG a 12 derivazioni modificato.

Al candidato è richiesto di progettare un sistema per Holter ECG per il monitoraggio del segnale elettrocardiografico su 24 ore utilizzando la configurazione a 12 derivazioni Mason-Likar.

- Riportare lo schema a blocchi del sistema.
- Progettare e dimensionare la catena di amplificazione. Le scelte di dimensionamento devono essere giustificate riportando le ipotesi e i criteri adottati a supporto di tali scelte.
- Identificare e progettare eventuali filtri digitali per la rimozione delle interferenze più significative dal segnale ECG. Per tali filtri riportare il codice matlab (o pseudocodice).

Tema n. 3

In un impianto chimico occorre trattare un flusso, proveniente da un'apparecchiatura che utilizza n-eptano, ai fini dell'emissione in atmosfera.

La portata da trattare è di 5000 Nm³/h e contiene un flusso di massa di n-eptano di 24000 g/h; la concentrazione in emissione deve essere inferiore a 20 mg/Nm³ di COV (Composti Organici Volatili espressi come C).

Il candidato definisca lo schema di processo, le relative regolazioni e soluzioni per garantire la sicurezza, considerando un sistema di trattamento costituito da un combustore rigenerativo a 3 camere; ne descriva il ciclo di funzionamento e dimensioni l'apparecchiatura considerando i seguenti dati:

pci n-eptano	9,6 kcal/g
T flusso da trattare	25°C
T minima di combustione	750°C
T di combustione	850°C
T al camino	70°C
Tempo di permanenza in camera di combustione	> 0,6 s
Tipo di scambiatore	massa ceramica
Volume specifico	0,5 – 1 m ³ per 1000 m ³ di effluente per camera
Altezza massa ceramica minima	1,5 m
Velocità di attraversamento della massa ceramica	0,5 – 1 m/s riferita alla portata normalizzata

Il candidato determini i consumi energetici considerando un recupero di calore del 90%, la disponibilità di gas metano come combustibile e verifichi per quali condizioni il sistema si autosostiene.

Il candidato assuma e giustifichi ogni scelta progettuale necessaria.

Tema n. 4

Si vuole progettare un sistema per ottimizzare la temperatura in una stanza. Più precisamente, l'obiettivo è fornire un controllore digitale in retroazione che permetta di raggiungere e mantenere una desiderata temperatura (o *set-point*).

Definizione e analisi del modello

In assenza di regolazione, si assume che la temperatura $T(t)$ (dove $t \geq 0$ è la variabile temporale) all'interno della stanza evolva secondo il seguente modello semplificato:

$$\dot{T}(t) = -r(T(t) - T_A(t))$$

dove $T_A(t)$ è la temperatura dell'ambiente esterno. Si verifichi che la funzione di trasferimento di tale sistema è la seguente:

$$G(s) = \frac{1}{1 + \frac{s}{r}}$$

Il coefficiente r ($W/^\circ C$) deve essere quindi calcolato sapendo che, in assenza di regolazione, data una temperatura esterna costante $T_A = 0^\circ C$, $T(t)$ scende da $20^\circ C$ a $1^\circ C$ in 20 minuti.

Definizione dell'architettura del sistema di controllo

Si illustri la struttura del sistema di controllo che si intende progettare disegnando uno schema a blocchi, mettendo in evidenza i seguenti blocchi: sistema da controllare, controllore, attuatore, trasduttore ed altri eventuali dispositivi di conversione.

Progetto del controllore

Si progetti un controllore digitale in retroazione in grado di soddisfare i seguenti requisiti:

- 1) l'errore stazionario deve essere nullo;
- 2) il sovrariscaldamento rispetto al *set-point* deve essere contenuto (per esempio richiedendo una sovralongazione massima nella risposta al gradino non superiore al 3%);
- 3) il tempo per raggiungere una condizione vicina al *set-point* deve essere ragionevolmente limitato (per esempio, fissando tempi di salita e assestamento intorno ai 10 minuti).

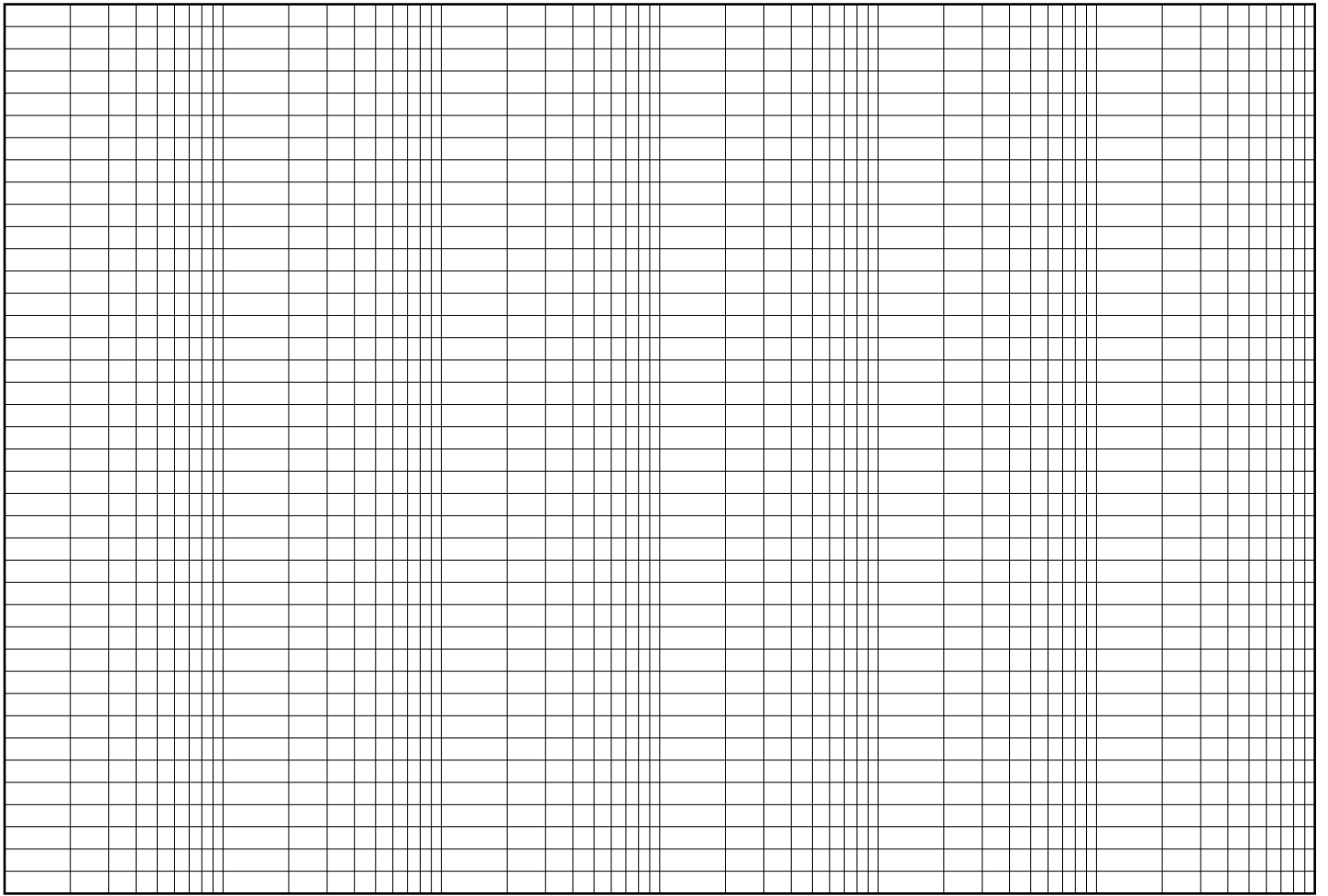
Per semplicità, trasduttori e attuatori possono essere considerati con dinamica trascurabile e guadagno unitario e si possono trascurare agenti esterni diversi dalla temperatura dell'ambiente esterno.

Nella descrizione del progetto, si presti attenzione a definire tutte le variabili utilizzate, a motivare le scelte progettuali e ad introdurre adeguatamente le relazioni matematiche utilizzate.

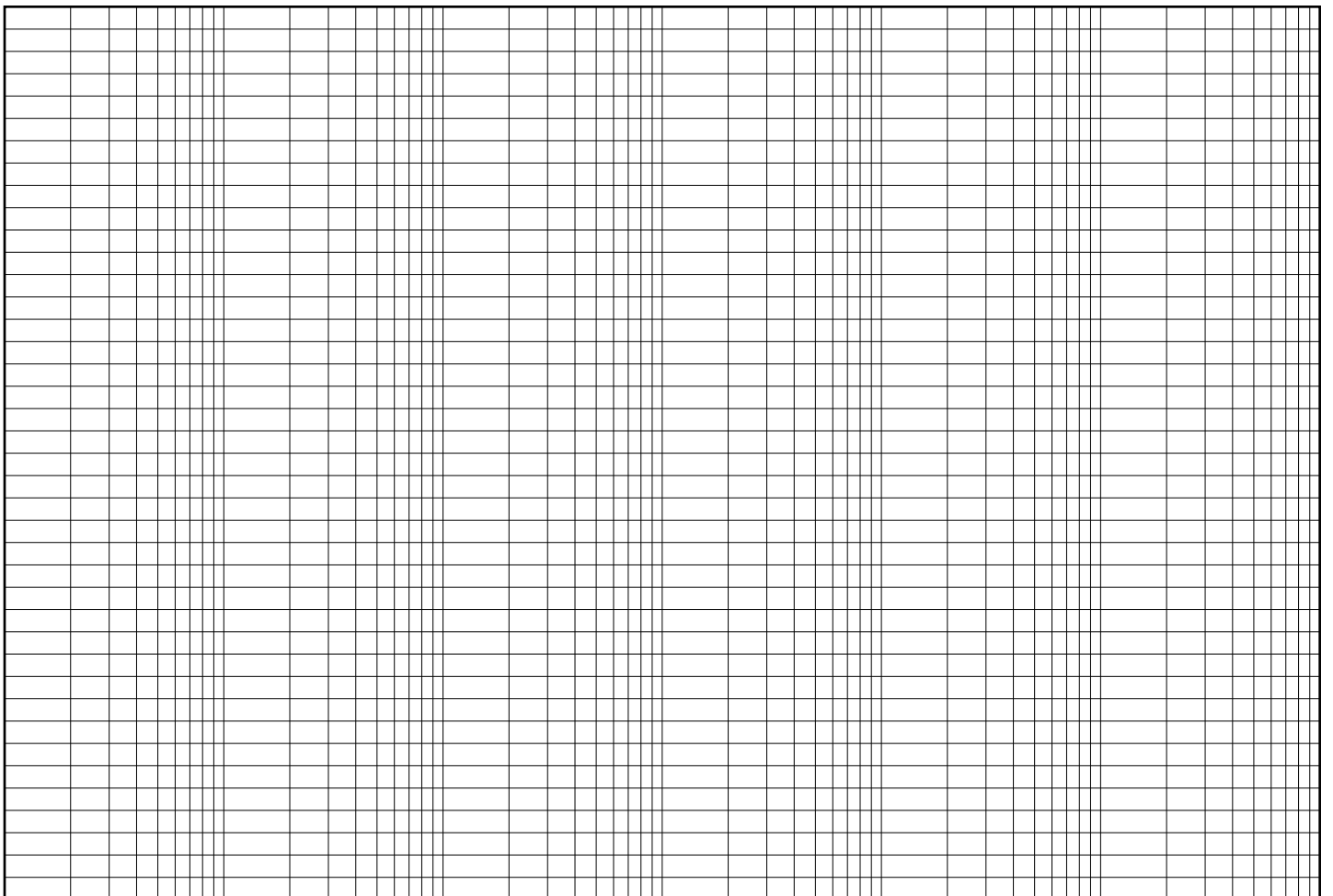
Nella definizione del controllore digitale, si descrivano e motivino le scelte di parametri, algoritmi e dispositivi utilizzati per la discretizzazione (per esempio, frequenza di campionamento e metodi di conversione analogico/digitale e digitale/analogico).

L'eventuale tracciamento di diagrammi di Bode e/o di Nichols può essere svolto sugli appositi fogli forniti.

Carta semilogaritmica a 6 decadi

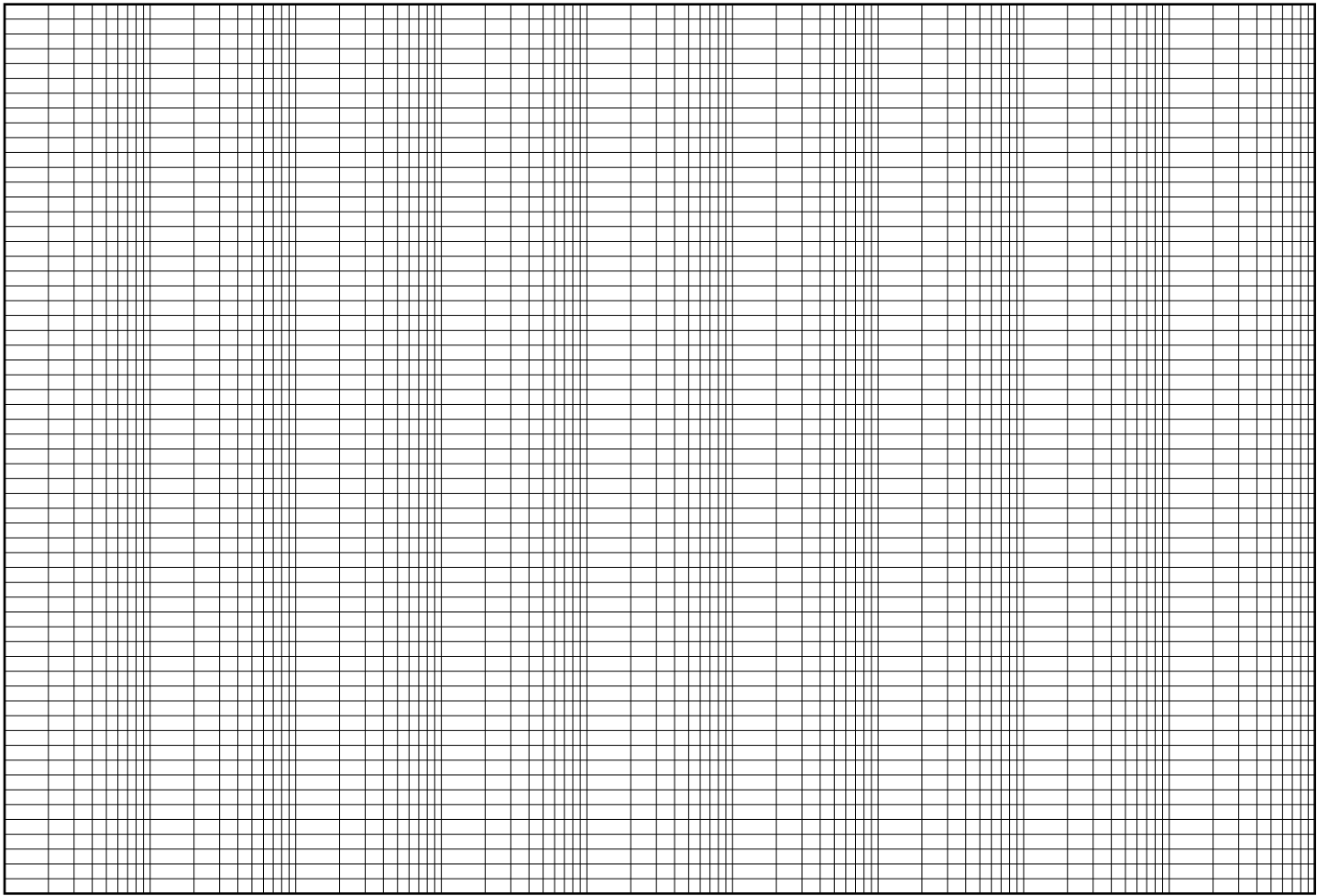


Pulsazione

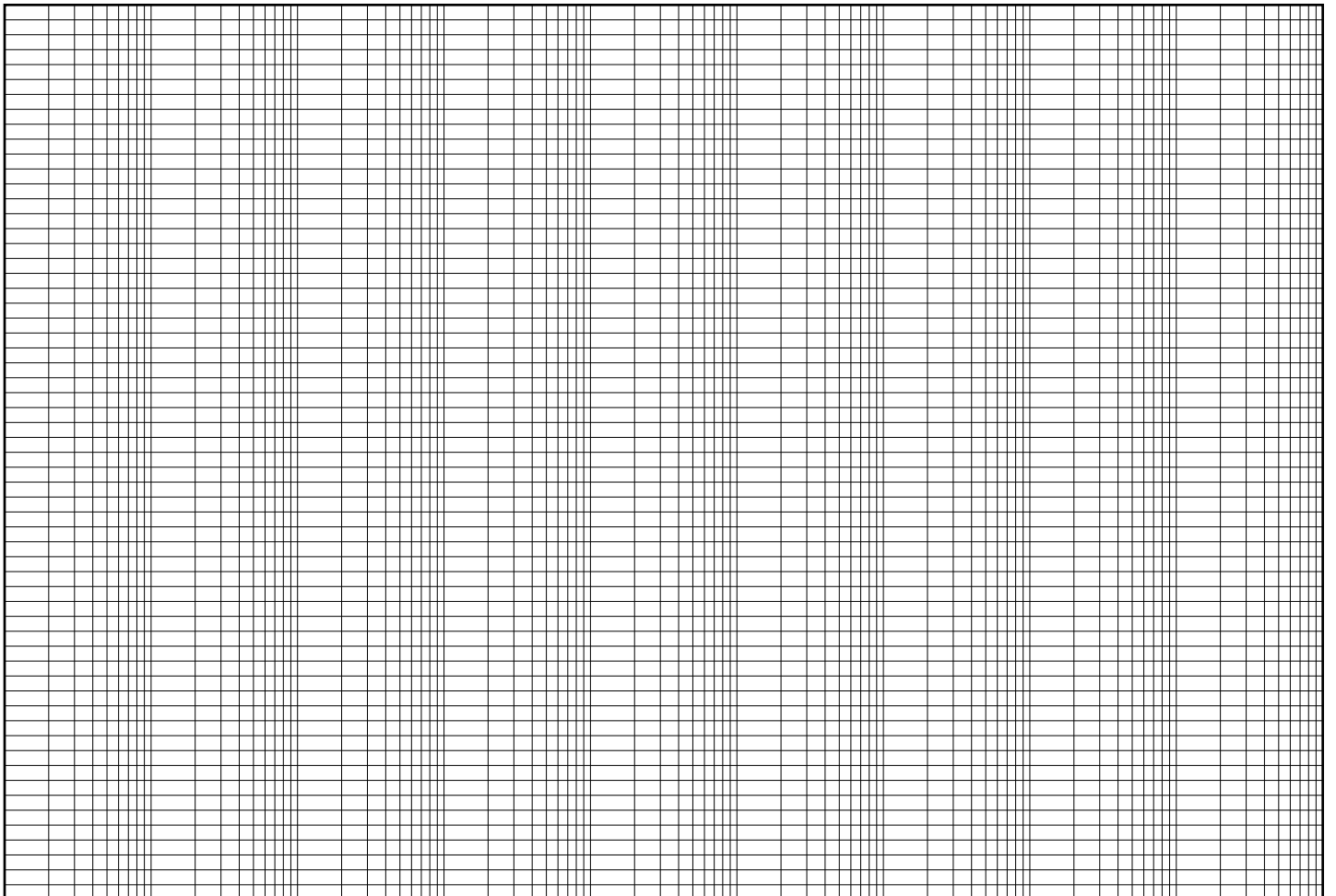


Pulsazione

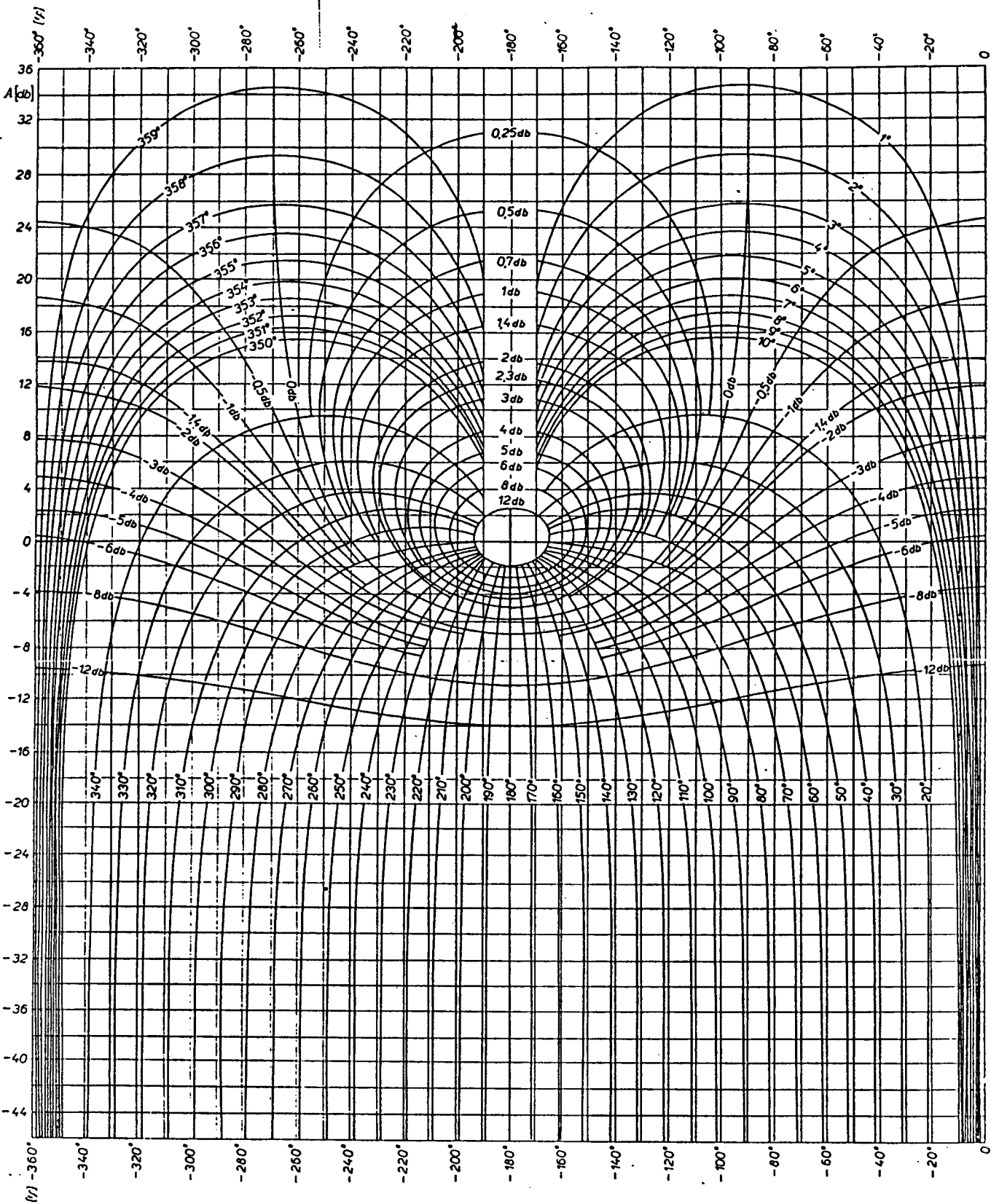
Carta semilogaritmica a 9 decadi



Pulsazione



Pulsazione



Tema n. 5

Il Ministero per i Beni e le Attività Culturali emana le direttive a tutela di tutti quei luoghi ove sono conservati documenti cartacei. Rientrano nella stessa direttiva anche le biblioteche. Oltre ad indicare le caratteristiche di tipo strutturale di tali archivi, le direttive indicano anche le condizioni termo-igrometriche a cui devono essere conservati libri e/o documenti.

Il candidato dovrà quindi progettare un impianto di climatizzazione per una biblioteca ubicata in un edificio di elevato pregio storico. La biblioteca è disposta su di una superficie di circa 470 mq (si assuma una superficie rettangolare con lato lungo di 26 metri e lato corto di 18 metri) per una altezza di 7 metri. Trattasi di un edificio settecentesco costruito in muratura mista e dotato di ampie vetrate. Il candidato assuma che i lati lunghi della biblioteca siano dotati di vetrate e si affaccino all'esterno sulla direttrice nord-sud; i lati corti, soffitto e pavimento sono invece circondati da altri locali. L'edificio è sito in Torino.

Le direttive indicano di mantenere una temperatura media per tutto l'anno compresa tra 15 e 18°C ed una umidità relativa compresa tra 50 e 60%.

Il candidato, assumendo con criterio i dati mancanti:

- calcoli le potenze necessarie per il condizionamento invernale ed estivo;
- individui una soluzione impiantistica adatta al tipo di utenza, motivandone la scelta e dimensioni i sistemi di produzione di energia termica e frigorifera, nonché gli eventuali sistemi di trattamento dell'aria;
- tracci su opportuni diagrammi le trasformazioni dei fluidi di processo e dell'aria umida nei casi invernale ed estivo.

Tema n. 6

Esercizio 1

La PippoPippo SpA opera nel settore energetico e ha deciso di aumentare la propria capacità di generazione di elettricità. A questo scopo, nel corso dell'esercizio contabile 2018, ha effettuato un investimento per ampliare e potenziare una delle proprie centrali idroelettriche. Per sfruttare la leva finanziaria, il responsabile finanziario dell'impresa (CFO) ha chiesto un finanziamento bancario per realizzare l'investimento.

I bilanci degli esercizi 2017 e 2018 sono riportati di seguito:

Stato patrimoniale

ATTIVO	2017	2018	PASSIVO	2017	2018
Immobilizzazioni	1.600.000	2.910.000	Capitale sociale	930.000	900.000
Cassa	1.400.000	1.430.000	Utile d'esercizio	770.000	550.000
Rimanenze	255.000	495.000	Debiti vs Banche	1.700.000	3.385.000
TOT ATTIVO	3.255.000	4.835.000	TOT PASSIVO	3.400.000	4.835.000

Conto Economico	2017	2018
Ricavi	14.150.000	14.600.000
CDV	12.335.000	12.620.000
CGAV	1.250.000	1.295.000
Oneri Finanziari	155.000	320.000
Utile d'esercizio	410.000	365.000

- 1) Si spieghi il significato e il funzionamento della leva finanziaria.
- 2) Si valuti la scelta di finanziare l'investimento ricorrendo all'indebitamento (Si ipotizzi di operare in assenza di imposizione fiscale).
- 3) Si stimi quale sarebbe stato il ROE se l'impresa avesse deciso di finanziare l'impianto con capitale di rischio (In questo caso si ipotizzi che gli oneri finanziari nel 2016 rimangano invariati rispetto al 2015).

Esercizio 2

L'impresa OMEGA è un'impresa che produce paraurti e plance per automobili e furgoni. Sta attualmente valutando l'acquisto di un nuovo impianto automatizzato particolarmente innovativo con l'obiettivo di ampliare la propria capacità produttiva. Per raggiungere tale obiettivo, il mese scorso ha affidato ad un consulente esterno uno studio sulle differenti tipologie di investimento possibili (compenso del consulente ad un costo di 1.275 € + IVA).

Sulla base di un'accurata analisi è stata effettuata una previsione relativa ai costi dell'investimento e ai benefici ad esso connessi. Il nuovo impianto ha un costo iniziale pari a 2 mln € e la vita utile stimata è pari a 5 anni con un valore di recupero pari a 0. L'acquisto dell'impianto offrirebbe alla società la possibilità di alienare l'impianto attualmente in uso, già completamente ammortizzato, con un incasso pronta cassa pari a 650.000 €.

Il nuovo impianto consentirebbe una riduzione dei consumi energetici annui per 22.000 €, nonché minori costi esterni di manutenzione pari a 45.000 € l'anno. Il nuovo impianto permetterebbe inoltre maggiori ricavi annui per 115.000 €, al netto dei costi per materie prime, per via di una maggiore capacità produttiva.

Col nuovo impianto si registrerebbe un risparmio del 17% dei tempi uomo produzione. A partire dal primo anno, tale risparmio di tempo verrebbe impiegato per coprire il lavoro determinato dall'incremento di produzione ottenuto. Invece, a partire dal secondo anno, tale risparmio di tempo verrebbe impiegato anche per coprire i servizi sostitutivi che attualmente l'impresa affida a lavoratori interinali (i lavoratori interinali cessano il loro rapporto con l'impresa dopo un anno dalla realizzazione dell'investimento). Nello specifico l'impresa sostiene costi per servizi sostitutivi pari a 20.000 € all'anno affidati ai lavoratori interinali menzionati precedentemente.

Si sa inoltre che:

- Il costo del personale di produzione dell'impresa prima dell'investimento è pari a 155.000 €.
- L'ammortamento del nuovo impianto avviene a rate costanti.
- Il costo del capitale dell'impresa è pari al 9% e l'aliquota fiscale è del 20%.

Si valuti se l'investimento sia conveniente per l'impresa attraverso il criterio del VAN.

Tema n. 7

Si consideri un'automobile a due ruote motrici con trazione sull'asse anteriore e propulsione puramente elettrica, vedi *Figura 1*. L'albero del motore elettrico è collegato ad un cambio di velocità a due rapporti che integra un'ulteriore riduzione finale (in serie) avente un rapporto di riduzione pari a 4.

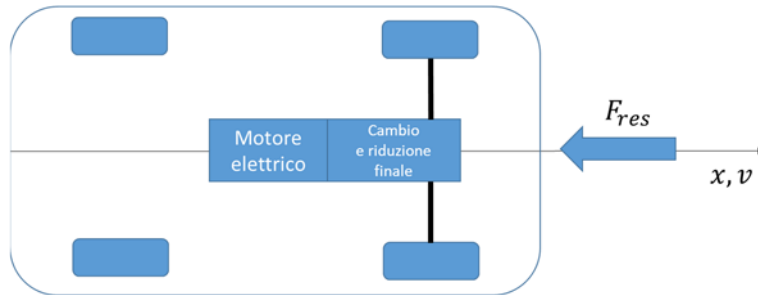


Figura 1 - Schema architettura veicolo

La caratteristica stazionaria del motore elettrico è composta da un tratto a coppia costante pari a 300Nm fino alla velocità nominale di 3000 rpm seguito da un tratto a potenza costante fino alla velocità massima di 9000rpm, come rappresentato in *Figura 2*.

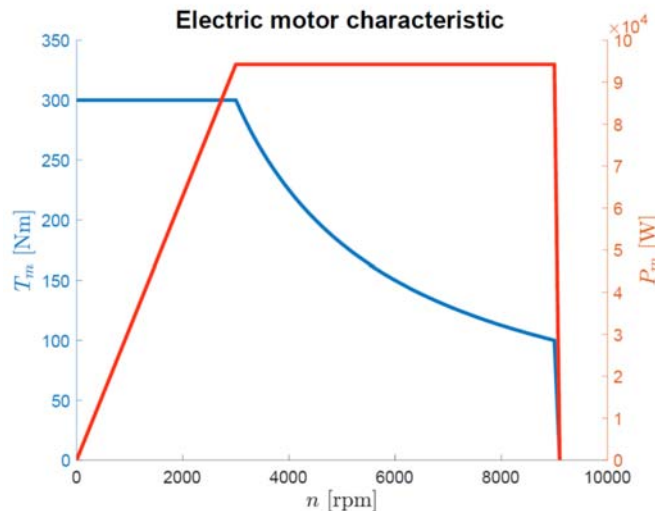


Figura 2 - Caratteristica di coppia e potenza del motore elettrico di propulsione

Si consideri per il calcolo della forza resistente all'avanzamento del veicolo su strada piana la seguente espressione: $F_{res} = F_0 + F_2 v^2$ dove v è la velocità del veicolo in km/h.

Si considerino i seguenti valori per i due coefficienti $F_0 = 132 \text{ N}$ e $F_2 = 0.039 \frac{\text{N}}{(\frac{\text{km}}{\text{h}})^2}$.

Si scelgano i rapporti di trasmissione del cambio di velocità a due rapporti in modo da soddisfare le seguenti specifiche tecniche del veicolo risultante.

- Velocità minima di avanzamento regolare del veicolo di 7 km/h in prima marcia.
- Massima pendenza superabile in prima marcia pari al 70% a bassissima velocità. Verificare il coefficiente di aderenza necessario per consentire l'avanzamento del veicolo a bassissima velocità sulla pendenza indicata senza slittamento delle ruote motrici.
- Raggiungimento della massima velocità del veicolo in seconda marcia alla massima velocità del motore compatibilmente con la disponibilità di potenza del propulsore.

Rappresentare le caratteristiche del carico (F_{res}), e le caratteristiche della forza di trazione totale disponibile alla ruote (attraverso il motopropulsore) in prima e seconda marcia in funzione della velocità del veicolo. Individuare il punto di funzionamento stazionario del veicolo su strada piana in prima e seconda marcia. Calcolare la massima velocità del veicolo con i due rapporti di trasmissione.

La condizione di utilizzo tipico del veicolo è schematizzabile come una successione di tratti di guida in rettilineo e tratti in curva a raggio costante (R_c). Si supponga costante la velocità del motore (n_{motore}) e la marcia innestata per ciascuna sottomanovra. Si trascuri inoltre la pendenza longitudinale e trasversale della strada.

R_c [m]	n_{motore} [rpm]	Marcia	tempo [%]
39	3731	1	5
210	4050	2	10
330	5850	2	5
Inf	3150	2	80

Tabella 1 – dati relativi alle sottomanovre

Calcolare l'accelerazione laterale (centripeta) associata al moto in curva e valutare il trasferimento di carico laterale ipotizzando di ripartirlo equamente tra l'assale anteriore e quello posteriore.

Scegliere e verificare il cuscinetto del mozzo ruota considerando le quote riportate nella Figura 3 e i dati in Tabella 2.

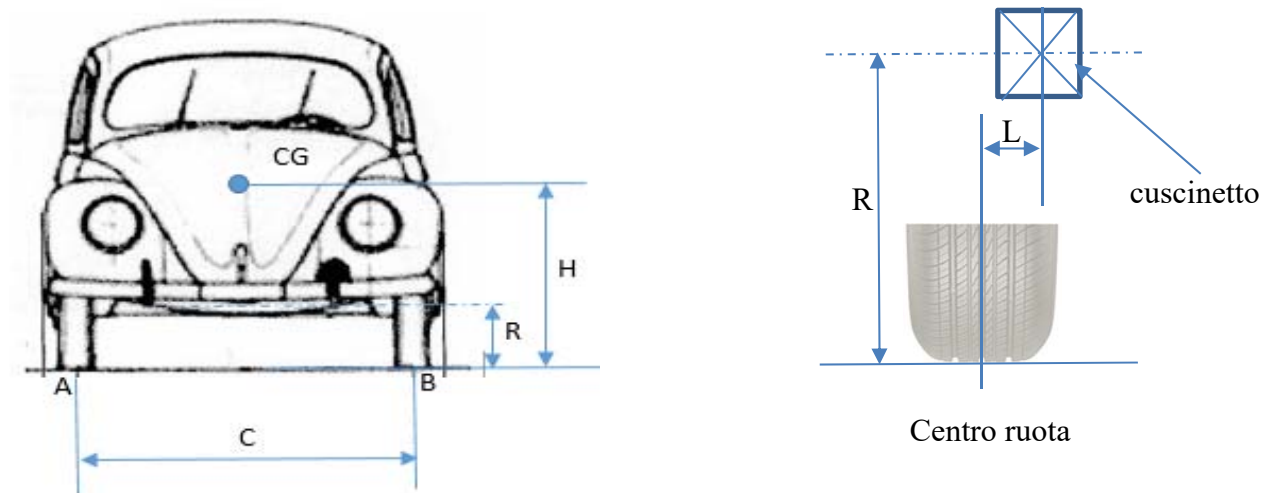


Figura 3 - Vista frontale del veicolo e parametri geometrici del mozzo ruota

m massa veicolo	2000	kg
C carreggiata	1500	mm
H altezza del baricentro da terra	500	mm
R raggio della ruota	300	mm
L offset tra il centro del cuscinetto e il centro ruota	20	mm
a semipasso anteriore	1,1	m
b semipasso posteriore	1,5	m

Tabella 2 - Parametri del veicolo

Nel dettaglio si chiede di:

- calcolare, per le varie sottomanovre, le reazioni scambiate tra pneumatici e strada e, dopo avere individuato la ruota motrice maggiormente caricata (interno o esterno curva), calcolare i carichi agenti sul cuscinetto che collega la ruota al telaio;
- scegliere una classe di cuscinetto che consenta il trasferimento dei carichi dal centro ruota al telaio;
- scegliere un modello all'interno della classe dei cuscinetti con ingombri adeguati al tipo di applicazione, giustificando le scelte fatte;
- verificare la scelta calcolando il coefficiente di sicurezza statico;
- verificare la scelta calcolando il coefficiente di sicurezza a fatica tenendo conto della velocità di rotazione della ruota nelle varie sottomanovre;
- calcolare la durata del cuscinetto in termini di milioni di cicli, in termini di durata temporale e in termini di chilometri percorsi dall'auto.

Infine, disegnare un possibile montaggio del cuscinetto insieme a tutti gli altri elementi necessari per collegare il mozzo ruota al telaio e il mozzo ruota alla trasmissione. Verrà valutato il disegno dal punto di vista funzionale e dalle scelte costruttive di dettaglio (collegamento del cuscinetto al telaio e al mozzo della ruota, collegamento del mozzo alla trasmissione).

Tema n. 8

Un'azienda leader nel campo dei materiali ceramici avanzati si occupa di tutta la filiera produttiva, dall'approvvigionamento delle materie prime al prodotto finito, relativa ai seguenti materiali:

- ossido di alluminio (allumina), ossido di zirconio (zirconia), carburo di silicio e nitruro di silicio per applicazioni motoristiche, aeronautiche e spaziali;
- fosfati di calcio amorfi e cristallini per il settore agricolo e forestale (fertilizzanti);
- vetri e vetroceramici silicati di composizione variabile per applicazioni ottiche, industriali ed architettoniche.

Tale azienda ha recentemente pianificato di espandersi nel settore biomedicale ed ha quindi contattato il candidato per avere una approfondita consulenza in merito.

In particolare, al candidato è richiesto di:

- a) individuare, tra le classi di materiali attualmente trattati dall'azienda, un materiale idoneo a realizzare componenti di protesi articolari di anca e/o di ginocchio, ed un materiale idoneo a realizzare riempitivi ossei porosi (scaffold) alternativi ai trapianti ossei. Il candidato può anche proporre nuove soluzioni, sempre nel campo dei materiali ceramici, nel caso in cui ritenga insoddisfacenti o superati quelli a disposizione dell'azienda.
- b) ipotizzare, per ciascuna delle due applicazioni previste al punto (a), un opportuno processo produttivo che porti alla realizzazione dei componenti protesici massivi e degli scaffold porosi desiderati;
- c) illustrare dettagliatamente tutte le possibili fasi e criticità dei due processi scelti al punto (b), anche facendo ricorso a schemi, diagrammi di flusso e dati numerici noti;
- d) identificare ed illustrare le principali metodologie necessarie a validare le proprietà funzionali dei prodotti ottenuti, confrontandole con le specifiche di progetto necessarie per le due applicazioni proposte.