

# **TRACCE SORTEGGIATE PER LE PROVE DEGLI ESAMI DI STATO**

**ANNO 2025**

## **SEZIONE A (SENIOR)**

(a scelta del candidato una delle prove indicate)

### **PRIMA PROVA SCRITTA - PRIMA SESSIONE**

#### **AREA CIVILE**

1. La definizione delle azioni sismiche.
2. Le metodologie di progettazione delle reti di trasporto, con particolare riferimento alla progettazione in simulazione.
3. Criteri di progettazione delle fondazioni superficiali (secondo le vigenti NTC 2018).
4. I principali dispositivi per l'attenuazione del moto vario negli impianti elevatori nell'ambito dell'ingegneria idraulica.

#### **AREA INFORMAZIONE**

1. La linearizzazione e la sua utilità per l'analisi dei sistemi dinamici.
2. Principali modelli e tecniche a supporto delle applicazioni software distribuite.
3. I metodi di campionamento in tempo equivalente, distinguendo tra il caso di campionamento sincrono e asincrono.
4. Gli aspetti tecnologici alla base di invertitori in tecnologia CMOS, con particolare attenzione sui principali punti di forza e di debolezza della tecnologia se confrontata con la tecnologia NMOS.

#### **AREA INDUSTRIALE**

1. La struttura, il principio di funzionamento ed il circuito elettrico equivalente di una macchina sincrona nel suo funzionamento da generatore collegato ad una rete a tensione e frequenza impresse.
2. Le competenze e le migliori pratiche in materia di pianificazione energetica territoriale.
3. Le dimensioni tipiche ed i principali strumenti matematici utilizzati per la caratterizzazione del particolato solido di origine antropica.

### **PRIMA PROVA SCRITTA - SECONDA SESSIONE**

#### **AREA CIVILE**

1. I metodi di analisi strutturali in presenza di azioni sismiche.
2. Le politiche di gestione della domanda di mobilità, con particolare riferimento a quelle che possono ridurre l'uso dell'auto privata a favore di modalità meno inquinanti.
3. Indagini in sito ed in laboratorio per la caratterizzazione di un sito ai fini della progettazione in zona sismica.
4. Le principali tipologie di impianti per la captazione e utilizzazione delle acque superficiali, distinguendo tra impianti a deflusso e a serbatoio.

#### **AREA INDUSTRIALE**

1. A partire da una disamina delle principali tecnologie di accumulo di energia elettrica, si delinei il ruolo potenziale di tali sistemi nelle moderne reti elettriche.

2. I metodi di calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici proposti nelle specifiche tecniche UNI/TS 11300.
3. I reattori chimici eterogenei maggiormente utilizzati per il decorso di processi solido–gas, evidenziandone vantaggi e svantaggi.

#### AREA INFORMAZIONE

1. Il ruolo della modellistica per i sistemi dinamici.
2. Le principali caratteristiche del paradigma di programmazione object-oriented, illustrandone i vantaggi e confrontandolo criticamente con il paradigma di programmazione procedurale.
3. Le modalità di determinazione dell'incertezza nelle misure indirette, come descritta nella Guida all'espressione dell'incertezza nelle misure (Guide to the expression of Uncertainty in Measurement) con un relativo caso di applicazione.

### SECONDA PROVA SCRITTA - PRIMA SESSIONE

#### AREA CIVILE

1. Il calcolo dello spettro di risposta in accelerazione elastico e di progetto.
2. La progettazione delle reti di trasporto collettivo, con particolare riferimento a variabili, vincoli e obiettivi. Inoltre, si individuino quali fasi della progettazione sono basate sull'esperienza del progettista e quali devono necessariamente essere affidate a modelli matematici e strumenti di calcolo.
3. Liquefazione delle sabbie: inquadramento del fenomeno, valutazione e possibili effetti.
4. Le tipologie, il funzionamento e i criteri di dimensionamento degli impianti di dissipazione dell'energia in contesti idraulici come gli acquedotti e gli impianti idroelettrici.

#### AREA INFORMAZIONE

1. Il luogo delle radici nell'analisi e controllo dei sistemi lineari tempo-invarianti a ciclo chiuso con retroazione di uscita.
2. Metodi e tecniche a supporto della progettazione di software in accordo al paradigma di programmazione orientato agli oggetti.
3. Il principio di funzionamento e lo schema a blocchi di un convertitore Sigma-Delta, evidenziando in particolare la funzione di trasferimento rispetto al segnale e al rumore di quantizzazione, nel caso di schemi del primo e del secondo ordine, e la relazione tra la risoluzione e la massima frequenza di campionamento.
4. Le principali figure di merito e le regole di progetto per l'ottimizzazione delle prestazioni per gli invertitori in tecnologia NMOS.

#### AREA INDUSTRIALE

1. I criteri di dimensionamento e protezioni dei cavi negli impianti elettrici di media e bassa tensione.
2. Gli aspetti progettuali ed energetici relativi dei materiali e delle tecnologie migliorative per le prestazioni energetiche dell'involucro trasparente.
3. Il processo di assorbimento fisico e discuta la teoria del doppio film, derivando un'equazione operativa per il calcolo della velocità di assorbimento.

## SECONDA PROVA SCRITTA - SECONDA SESSIONE

### AREA CIVILE

1. Le caratteristiche di regolarità in pianta e in elevazione per gli edifici in zona sismica.
2. L'Analisi Benefici-Costi e l'Analisi Ricavi-Costi per la valutazione degli investimenti nel settore dei trasporti, evidenziando per entrambe i campi di applicazione, le differenze, i punti in comune e il contributo principale dell'ingegnere civile esperto in trasporti.
3. Valutazione della stabilità dei pendii in condizioni sismiche: metodi pseudostatici e metodi dinamici.
4. Approcci e metodologie per il dimensionamento di uno scarico a fondale nell'ambito dell'ingegneria idraulica.

### AREA INDUSTRIALE

1. I benefici di natura tecnica derivanti dall'esercizio di reti elettriche in Media Tensione con neutro connesso a terra tramite impedenza.
2. Le tecniche finalizzate alla riduzione dei consumi finali per il riscaldamento e il raffrescamento per un edificio.
3. L'effetto della temperatura sulla conversione in reattori ideali, analizzando criticamente le varie casistiche ed evidenziando le migliori condizioni di esercizio.

### AREA INFORMAZIONE

1. La retroazione di stato: applicazioni e vantaggi.
2. La progettazione di un software per l'archiviazione e l'elaborazione dei dati.
3. L'architettura e il principio di funzionamento dei voltmetri a integrazione e a doppia rampa, evidenziando i parametri che ne influenzano la precisione.
4. Il funzionamento dei circuiti raddrizzatori a diodi a singola semionda e a doppia semionda, evidenziandone vantaggi e svantaggi delle rispettive configurazioni.

## PROVA PRATICA - PRIMA SESSIONE

### AREA CIVILE

#### *Prova di Strutture*

In figura 1 sono rappresentati la pianta e lo schema di massima di uno dei telai (Telaio B) appartenenti ad un edificio di due piani + copertura (accessibile per sola manutenzione) con struttura intelaiata in c.a., situato in zona sismica (Benevento) e destinato a civile abitazione.

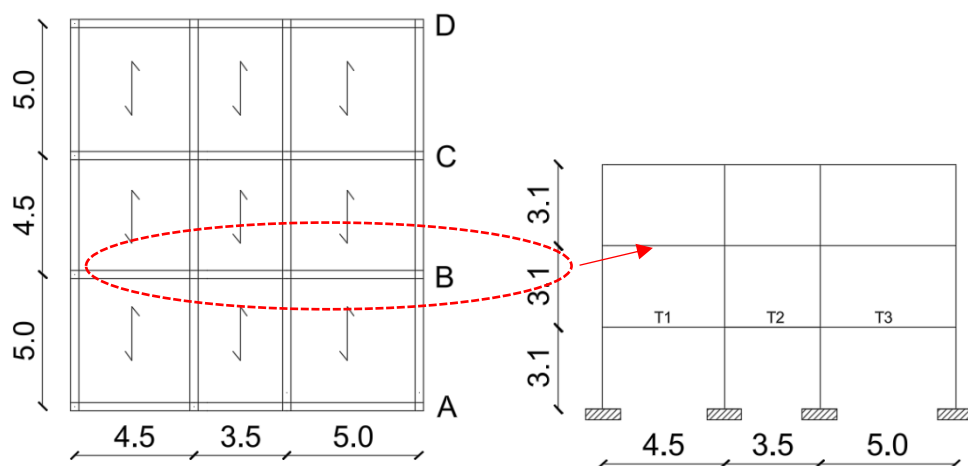


Figura 1. Pianta e schema telaio (le misure sono in metri)

I dati geometrici sono riportati in figura. Le travi presentano sezione 30X50 ai primi due piani e 30x40 in copertura mentre i pilastri presentano sezione 40X60. Per i materiali si adotti un calcestruzzo C25/30 e un acciaio B450C. La struttura presenta un solaio latero-cementizio di altezza pari a 25cm sia al primo impalcato che in copertura. I carichi agenti sono riassunti in Tabella 1.

Tabella 1. Carichi agenti

| Solaio 1° e 2° piano   |                        |                        | Solaio copertura       |                        |                       |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| $G_{1k}$               | $G_{2k}$               | $Q_k$                  | $G_{1k}$               | $G_{2k}$               | $Q_k$                 | $Q_k$ (neve)           |
| 3.18 kN/m <sup>2</sup> | 3.14 kN/m <sup>2</sup> | 2.00 kN/m <sup>2</sup> | 3.18 kN/m <sup>2</sup> | 1.94 kN/m <sup>2</sup> | 0.5 kN/m <sup>2</sup> | 0.85 kN/m <sup>2</sup> |

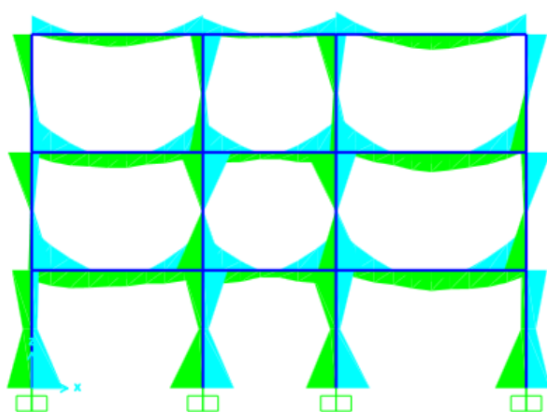
Con riferimento a tale struttura, si richiedono:

- Il progetto dell'armatura longitudinale (flessione) della trave T1 del primo impalcato del telaio evidenziato dal rettangolo tratteggiato in Figura 1 (calcolo/verifica e bozza della distinta delle armature);
- Il progetto dell'armatura trasversale (taglio) della trave T1 del primo impalcato del telaio evidenziato dal rettangolo tratteggiato in Figura 1 (calcolo/verifica e bozza della distinta delle armature);

La progettazione sismica deve essere condotta nel rispetto della normativa vigente con riferimento allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV). La struttura deve essere progettata in classe di duttilità CD "B" secondo la definizione delle NTC2018. I dati non indicati devono essere ragionevolmente assunti dal candidato.

In figura 2 si riporta l'andamento qualitativo del diagramma involucro, ricavato attraverso una analisi statica lineare e in Tabella 2 i valori numerici delle sollecitazioni per la trave T1 in corrispondenza delle due sezioni di estremità e in mezzzeria.

| Sezione  | Momento negativo [kNm] | Momento positivo[kNm] |
|----------|------------------------|-----------------------|
| x=0.00 m | -106.78                | 27.51                 |



|          |         |       |
|----------|---------|-------|
| x=2.25 m | -       | 42.60 |
| x=4.50 m | -103.50 | 13.50 |

Figura 2. Diagramma involuppo dei momenti

Tabella 2. Sollecitazioni di calcolo trave T1

### Prova di Trasporti

Un imprenditore vuole investire in un servizio di autobus che colleghi la Città di Benevento alla Stazione di Afragola, senza fermate intermedie.

La lunghezza della tratta, uguale in andata e in ritorno, sia di 94 km. La velocità commerciale media del servizio sia di 55 km/h. Il servizio preveda una frequenza di una coppia di corse per ora dalle 7:00 alle 10:00 (4 corse di andata e 4 di ritorno la mattina) ed una coppia di corse per ora dalle 16:00 alle 19:00 (4 corse di andata e 4 di ritorno la mattina il pomeriggio). Non vi sono corse in altri orari.

Il servizio è effettuato per 310 giorni/anno. Si consideri che è necessario assumere 2,5 autisti per ogni autobus contemporaneamente in esercizio.

Il dimensionamento del servizio ha previsto la necessità di mantenere ogni giorno in esercizio 4 veicoli. Per assicurare la continuità di esercizio è necessario anche un quinto autobus come autobus di scorta. Tutti i veicoli sono presi in noleggio.

Per valutare i costi per l'imprenditore si usino i seguenti parametri (valori omnicomprensivi):

- ☐ Noleggio annuale di un autobus (compreso ogni onere di assicurazione e bollo): 100.000 €/anno.
- ☐ Costo lordo omnicomprensivo di un autista: 40.000 €/anno.
- ☐ Consumi di carburante: 3 km/litro (gasolio).
- ☐ Costo medio del carburante: 1,60 €/litro (gasolio).
- ☐ Costo pedaggio autostradale 15,00 € per ogni tratta.
- ☐ Costo della manutenzione autobus: 10 € ogni 100 km.

Il prezzo di vendita del biglietto sia fissato in 9€ per ogni corsa.

Da un'analisi sulla domanda di mobilità è stato stimato un numero medio di utenti al giorno (sia per spostamenti di andata che per spostamenti di ritorno) di 400 persone/giorno, relativamente al primo anno di esercizio; questo numero corrisponde al numero medio di biglietti venduti ogni giorno di esercizio.

Si preveda una crescita annuale della domanda pari al 1% rispetto all'anno precedente. Si preveda un aumento dei costi per l'imprenditore (carburante, pedaggi, noleggi, personale, ecc.) dello 0,5% ogni anno rispetto l'anno precedente.

Si preveda un aumento del prezzo del biglietto di 1€ ogni 3 anni.

Per semplicità, il calcolo sia effettuato senza considerare le tasse sugli utili dell'imprenditore. Tutti gli altri costi comprendono già ogni onere previdenziale, fiscale e assicurativo.

Quesito: Si calcoli il VAN (Valore Attuale Netto) finanziario nell'ipotesi di 15 anni di servizio, assumendo un tasso di attualizzazione del 2,50%.

#### Prova di Idraulica

Il candidato dimensiona un canale rettangolare di pendenza  $i=0.004$ , nell'ipotesi che esso sia realizzato in calcestruzzo e la portata massima convogliata sia pari a  $12 \text{ m}^3/\text{s}$ . Si dimensiona successivamente uno sfioratore laterale, in modo che la portata massima da far defluire a valle sia pari a  $4 \text{ m}^3/\text{s}$ , ed il corrispondente canale di guardia, ammettendo per esso ancora una pendenza  $i=0.004$ , indefinito verso valle. Si traccino infine i profili di corrente lungo il canale e il canale di guardia.

#### Prova di Geotecnica

Progetto di un muro di sostegno a gravità.

Per la realizzazione di un piazzale, si deve costruire un muro di sostegno alto 4.0 m.

Il sottosuolo è costituito da sabbie sciolte.

I parametri meccanici caratteristici del terreno di fondazione, ricavati da prove in sito, sono:

$\varphi=32^\circ$ ;  $c'=0 \text{ kPa}$ ;  $g=20 \text{ kN/m}^3$ .

Dalle indagini in sito non si rileva la presenza di falda, fino alle profondità di interesse tecnico.

Il rinterro del muro sarà eseguito con materiali provenienti dal sottosuolo, caratterizzabili con:

$\varphi=35^\circ$ ;  $c'=0 \text{ kPa}$ ;  $g=21 \text{ kN/m}^3$ .

La progettazione del muro dovrà essere effettuata osservando quale norma tecnica di riferimento il D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

L'opera in progetto è di Classe II, con vita nominale di 50 anni. Per il sito considerato, pertanto, sono stati individuati i seguenti parametri di pericolosità sismica al *bedrock* :

#### Parametri di Pericolosità Sismica

| "Stato Limite"       | $T_r$<br>[anni] | $a_g$<br>[g] | $F_o$<br>[-] | $T^*_c$<br>[s] |
|----------------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| Operatività          | 30              | 0.037        | 2.378        | 0.280          |
| Danno                | 50              | 0.047        | 2.379        | 0.326          |
| Salvaguardia Vita    | 475             | 0.101        | 2.612        | 0.442          |
| Prevenzione Collasso | 975             | 0.123        | 2.710        | 0.464          |

Per quanto concerne l'amplificazione sismica locale, è consentito operare secondo l'approccio semplificato delle NTC2018, che si basa sulla individuazione della classe di sottosuolo. A tal fine è stata determinata, mediante una prova Cross-hole, la velocità equivalente delle onde di taglio nei primi 30 metri dal piano di fondazione, pari a  $V_{s,eq} = 280 \text{ m/s}$ .

Procedere alle verifiche geotecniche GEO (Scorrimento e Carico limite) sia per i soli carichi statici, sia per il caso sismico.

|                          | <i>Muro a gravità</i>    | <i>Muro a mensola</i>    |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Altezza, <b>H</b>        | $3 \div 4 \text{ m}$     | $5 \div 7 \text{ m}$     |
| Larghezza base, <b>B</b> | $0.4 \div 0.7 \text{ H}$ | $0.4 \div 0.7 \text{ H}$ |

|                                                        |                          |                                |
|--------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| Sbalzo interno, <b>b</b>                               | $10 \div 15 \text{ cm}$  | <i>Per differenza</i>          |
| Sbalzo esterno, <b>c</b>                               | $\frac{1}{2} \div 1 D$   | $1/3 B$                        |
| Inclinazione paramento interno, <b>i</b>               | $\tan i = -0.1 \div 0.1$ | <i>Solitamente verticale</i>   |
| Inclinazione paramento esterno, <b>e</b>               | $\tan e = 0.1 \div 0.3$  | $\tan e = 0.02 \text{ minimo}$ |
| Altezza base, <b>t</b>                                 | $H/8 \div H/6$           | $1/12 \div 1/10 H$             |
| Larghezza superiore, <b>s</b>                          | $\min 30 \text{ cm}$     | $20 \div 30 \text{ cm}$        |
| Profondità del p.p. dal p.c. <sup>(*)</sup> , <b>D</b> | $0.6 \div 1 \text{ m}$   | $1 \div 1.5 \text{ m}$         |

Nella tabella seguente sono suggeriti dei criteri per il pre-dimensionamento di massima dell'opera:

<sup>(\*)</sup> A meno di particolari condizioni di sottosuolo

Ai fini della valutazione del carico limite della fondazione (per il quale si assume il meccanismo di rottura generale), si riportano di seguito:

- le espressioni dei coefficienti di carico limite  $N_q$ ,  $N_c$  ed  $N_\gamma$
- le espressioni dei fattori di forma  $s_q$ ,  $s_c$  e  $s_\gamma$ , secondo la formulazione proposta da Hansen (si assuma che la lunghezza del muro sia  $L=20 \text{ m}$ );
- le espressioni dei fattori di inclinazione dei carichi  $i_q$ ,  $i_c$  e  $i_\gamma$  secondo la formulazione proposta da Hansen.

|                                                                                                                                       |                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| $N_q = e^{\pi \cdot \tan \varphi} \cdot K_p$ $N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi$ $N_\gamma = 1,5 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi$ | dove:<br>$K_p$ è il coefficiente di spinta passiva di Rankine |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $f = 0$                                                                                                                                                                             | $f \neq 0$                                                                                                                          |
| $s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \tan \varphi$ $s_c = 0,2 \cdot \frac{B}{L}$ $s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot \frac{B}{L}$                                                                     | $s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \tan \varphi$ $s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B}{L}$ $s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot \frac{B}{L}$     |
| $i_q = \left( 1 - \frac{0,5 \cdot N_H}{N_V + B \cdot L \cdot c \cdot \cot \varphi} \right)^5$ $i_c = \frac{1}{2} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{N_H}{B \cdot L \cdot c}} \right)$ | $i_q = \left( 1 - \frac{0,5 \cdot N_H}{N_V + B \cdot L \cdot c \cdot \cot \varphi} \right)^5$ $i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$ |

|                                                                                                                            |                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $i_v = \left(1 - \frac{0,7 \cdot N_H}{N_v + B \cdot L \cdot c \cdot \operatorname{ctg} \varphi}\right)^5$                  | $i_h = \left(1 - \frac{0,7 \cdot N_H}{N_v + B \cdot L \cdot c \cdot \operatorname{ctg} \varphi}\right)^5$ |
| N.B. : $N_v$ ed $N_h$ sono, rispettivamente, la componente verticale e quella orizzontale del carico agente in fondazione. |                                                                                                           |

## AREA INDUSTRIALE

### Prova di Processi Chimici

Un reattore a letto fluido bollente è utilizzato per la cattura di  $\text{CO}_2$  da una corrente proveniente da un piccolo cementificio. La concentrazione di  $\text{CO}_2$  nella corrente industriale è pari al 30%<sub>v</sub>, mentre il resto del gas può essere considerato, ai fini del processo, come azoto. Il materiale granulare all'interno del letto fluido consiste unicamente in ossido di calcio, avente densità di bulk pari a 900 kg/m<sup>3</sup>, grado di vuoto interparticellare pari a 0.42 e la seguente distribuzione granulometrica:

| d [μm] | Frazione volumetrica [-] |
|--------|--------------------------|
| 420    | 0.1                      |
| 590    | 0.3                      |
| 840    | 0.5                      |
| 1000   | 0.1                      |

Il reattore ha diametro di 0.4 m, è esercito ad una velocità pari a 7.5 volte quella di minima fluidizzazione e contiene una quantità di materiale tale da garantire, in condizioni di letto fisso, un rapporto d'aspetto unitario. Il reattore opera in condizioni di stato stazionario, con una alimentazione continua di 1.6 mol/s di ossido di calcio. Il processo è condotto a pressione atmosferica ed in condizioni isoterme alla temperatura di 650 °C. In tali condizioni, la cinetica del processo è descrivibile mediante la seguente relazione:

$$\frac{dX_{Ca}}{dt} = k \cdot (1 - X_{Ca})$$

dove  $X_{Ca}$  è il grado di carbonatazione del materiale solido. La funzione di distribuzione delle particelle solide in uscita al reattore è assimilabile a quella di un reattore a perfetta miscelazione. Sono inoltre note le seguenti informazioni:

$$\text{Re}_{p,mf} = [28.7^2 + 0.0494 \cdot \text{Ar}]^{0.5} - 28.7$$

$$\mu[\text{Pa} \cdot \text{s}] = \frac{C_1 \cdot T^{C_2}}{1 + \frac{C_3}{T}}; \quad T = [\text{K}]. \quad \text{Per } \text{N}_2: C_1 = 6.5592 \times 10^{-7}; C_2 = 0.6081; C_3 = 54.714$$

$$k_0 = 6837 \text{ s}^{-1}; E_a = 120 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta f_{CaO} = -635 \text{ kJ/mol}; \Delta f_{CO_2} = -394 \text{ kJ/mol}; \Delta f_{CaCO_3} = -1207 \text{ kJ/mol}$$

Calcolare:

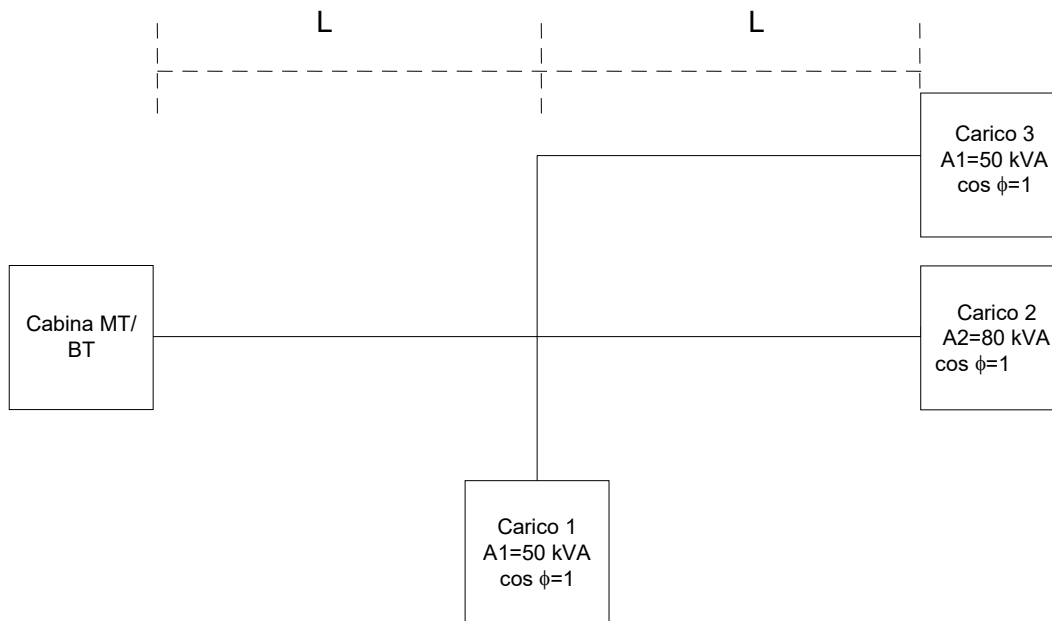
- 1) La portata totale di  $\text{CO}_2$  in ingresso al reattore sulla base delle caratteristiche del letto fluido (ai fini del calcolo della densità e viscosità è possibile considerare la corrente in ingresso come costituita esclusivamente da azoto);
- 2) La concentrazione di  $\text{CO}_2$  in uscita dal reattore;
- 3) La quantità di calore che è necessario asportare per l'esercizio del processo, sapendo che la temperatura in ingresso sia della corrente di gas che di quella di  $\text{CaO}$  è pari a 650 °C (trascurare il  $\Delta C_p$  della reazione).

### Prova di Elettrotecnica

Assumendo una tensione nominale del sistema BT pari a 400 V e supponendo di impiegare cavi unipolari in rame, isolati in PVC e posati entro tubo in aria, si proceda al dimensionamento della rete elettrica di distribuzione riportata in figura, motivando le scelte effettuate.

Si assuma una massima caduta di tensione percentuale pari al 5%.

La distanza  $L$  è pari a 500 m.



### Prova di Fisica Tecnica

Progettare un impianto di climatizzazione estiva a tutt'aria per un locale adibito a Sala Lettura, utilizzando i seguenti dati:

#### Stagione estiva

- Condizioni interne di progetto:  $T_{ba}=26^{\circ}\text{C}$  ed U.R.=50%.
- Condizioni esterne di progetto per la città di Catania:  $T_{ba}=33.5^{\circ}\text{C}$  ed U.R.=48%.
- Numero di persone: sala da 90 posti.
- Carico termico sensibile connesso a ciascun occupante: 60 W/persona.
- Carico termico sensibile endogeno, dovuto a macchinari e luci pari a 4 kW.
- Potenza termica in ingresso attraverso l'involucro edilizio 6 kW.
- Carico termico latente connesso a ciascun occupante da calcolare considerando che ciascuna persona disperde una portata di vapore di 70 g/(h persona) e l'entalpia latente di vaporizzazione si può assumere pari a 2565 kJ/kg.
- Portata volumetrica di aria esterna di rinnovo:  $7.0 \text{ dm}^3/(\text{s persona})$ .

Ipotizzando che le trasformazioni a cui è soggetta l'aria umida siano ideali sia in regime estivo che invernale, si valutino (commentando i passaggi della risoluzione e riportando le trasformazioni dell'aria umida sul diagramma psicrometrico):

- a) il punto di immissione dell'aria;

- b) la portata massica dell'aria di immissione;
- c) la potenzialità delle batterie;
- d) la portata d'acqua di condensa nella batteria fredda;
- e) la portata d'acqua di umidificazione (si suggerisce processo ad acqua liquida);
- f) la potenza dovuta al rinnovo dell'aria.

Si effettui infine un bilancio energetico globale, commentandone il significato e schematizzandolo anche con un diagramma fiume.

Nello svolgimento del dimensionamento si riportino tutte le relazioni necessarie a valutare le grandezze richieste, i relativi calcoli e commenti sintetici (si ricordi di segnalare come si ricava ciascuna equazione; nel caso di bilanci di massa e di energia, individuare il volume di controllo rispetto al quale si scrive il bilancio). Infine, dare indicazione su quali sono possibili terminali di immissione ed estrazione adoperabili nell'impianto a tutt'aria dimensionato.

## AREA INFORMAZIONE

### *Prova di Informatica*

Il candidato fornisca l'implementazione, in linguaggio di sua scelta, di una struttura dati dinamica a "lista circolare". In particolare, il candidato implementi i metodi per:

- a. creare una lista vuota;
- b. creare una nuova lista a partire da un insieme di valori o oggetti;
- c. verificare se la lista è vuota;
- d. ricercare un valore o un oggetto nella lista;
- e. eliminare un valore o un oggetto dalla lista;
- f. memorizzare i valori o gli oggetti contenuti nei nodi della lista in un file;
- g. contare il numero di nodi della lista che contengono il valore o l'oggetto ricevuto come argomento.

### *Prova di Automatica*

Dato il sistema dinamico lineare tempo invariante, tempo continuo, descritto dalla seguente rappresentazione nello spazio di stato:

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= -x_1 + x_2^2 + u \\ \dot{x}_2 &= x_1 \\ y &= x_2\end{aligned}$$

1. Si determinino i modelli linearizzati intorno ai due punti di equilibrio corrispondenti a un ingresso  $u$  pari a un gradino di ampiezza unitaria e si discuta le proprietà di stabilità.
2. Per il sistema linearizzato che risulta asintoticamente stabile, determinare:
  - a. una rappresentazione ingresso-uscita con funzione di trasferimento,
  - b. la risposta ad un gradino di ampiezza unitaria e se ne rappresenti l'andamento in funzione del tempo,
  - c. si traccino i diagrammi di Bode asintotici
  - d. si calcoli la risposta a regime  $y^*(t)$  ad un ingresso  $u(t)$  sinusoidale di ampiezza e frequenza da scegliere a piacere e si traccino gli andamenti in funzione del tempo di  $u(t)$  ed  $y^*(t)$

### *Prova di Misure*

Il candidato fornisca il progetto di un sistema per la caratterizzazione di batterie mediante spettroscopia di impedenza.

La spettroscopia di impedenza si basa sulla stimolazione della batteria attraverso una corrente alternata e la misura della risposta in tensione per diversi valori della frequenza.

Il sistema dovrà essere scritto fornendo:

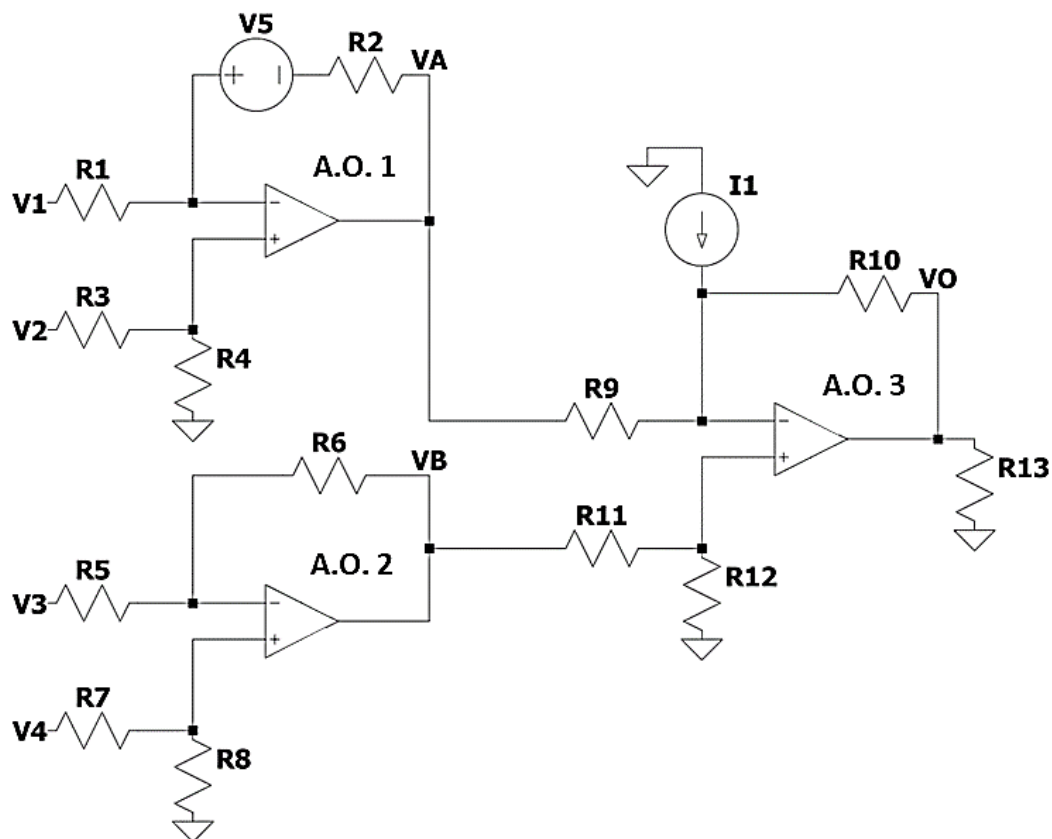
- lo schema a blocchi del sistema di misura;
- i requisiti ed i parametri principali dei blocchi di condizionamento e delle sezioni di conversione numerico-analogica e analogico-numerica, come la risoluzione, la risoluzione effettiva, la frequenza di campionamento, la tensione di riferimento;

Si utilizzi una corrente di eccitazione con ampiezza costante di 100 mA e si consideri una banda di analisi tra 100 mHz e 5 kHz ed un'impedenza minima della batteria nel range di frequenze considerato di  $1\text{m}\Omega$ .

### Prova di Elettronica

Il candidato risponda ai seguenti quesiti relativi al circuito illustrato in figura:

- 1) Determinare il valore della corrente  $I_1$  affinché la tensione di uscita  $V_O$  sia pari a  $0.6\text{V}$ .
- 2) Identificare l'eventuale presenza di amplificatori operazionali in configurazione differenziale.



Si assumano:

$$R_1 = R_3 = R_7 = R_9 = R_{13} = 1\text{k}\Omega;$$

$$R_2 = 5\text{k}\Omega;$$

$$R_4 = R_8 = R_{11} = 2\text{k}\Omega;$$

$$R_5 = R_{10} = R_{12} = 3\text{k}\Omega;$$

$$R_6 = 6\text{k}\Omega;$$

$$V_1 = V_3 = 1\text{V}; V_2 = 2\text{V}; V_4 = 3\text{V}; V_5 = 1.5\text{V}; V_O = 0.6\text{V}.$$

## PROVA PRATICA - SECONDA SESSIONE

### AREA CIVILE

#### *Prova di Geotecnica*

Un plinto di fondazione, a pianta quadrata di lato 2.4 m, è soggetto ai seguenti carichi verticali caratteristici al livello del piano di posa:

|         |        |    |                            |
|---------|--------|----|----------------------------|
| $G_k =$ | 350,00 | kN | <u>carichi permanenti</u>  |
| $Q_k =$ | 90,00  | kN | <u>carichi accidentali</u> |

Il sottosuolo è costituito da un'argilla limosa satura, con falda a piano campagna.

Le caratteristiche del terreno sono le seguenti:

- peso dell'unità di volume  $\gamma_{sat}$  21 kN/m<sup>3</sup>
- coesione non drenata  $c_u$  230 kPa
- coesione effettiva  $c'$  220 kPa
- angolo di attrito  $\phi'$  30°

Il piano di posa sia posto a 2.2 m dal piano campagna.

- Quesito 1) Verificare la sicurezza allo stato limite ultimo al termine della costruzione ( $t=0$ , condizioni non drenate) mediante l'Approccio 2 delle NTC 2008;
- Quesito 2) Verificare la sicurezza allo stato limite ultimo a lungo termine ( $t=\infty$ , condizioni drenate), nell'ipotesi di rottura generale mediante l'Approccio 2 delle NTC 2008;
- Quesito 3) Si verifichi inoltre la fondazione (allo SLV) sotto azioni sismiche, assumendo che esse diano luogo semplicemente ad una ulteriore azione orizzontale in fondazione pari a :
- $H_{sism} = 45,00 \text{ kN}$

Si riportano di seguito:

- Le espressioni dei coefficienti di carico limite  $N_q$ ,  $N_c$  ed  $N_\gamma$
- Le espressioni dei fattori di forma  $s_q$ ,  $s_c$  e  $s_\gamma$ , secondo la formulazione proposta da Hansen;
- Le espressioni dei fattori di inclinazione dei carichi  $i_q$ ,  $i_c$  e  $i_\gamma$  secondo la formulazione proposta da Hansen.

|                                                                                                                         |                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| $N_q = e^{\pi \cdot tg \phi} \cdot K_p$ $N_c = (N_q - 1) \cdot ctg \phi$ $N_\gamma = 1,5 \cdot (N_q - 1) \cdot tg \phi$ | dove:<br>$K_p$ è il coefficiente di spinta passiva di Rankine |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|

| $\phi = 0$                                                                                                 | $\phi \neq 0$                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot tg \phi$ $s_c = 0,2 \cdot \frac{B}{L}$ $s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot \frac{B}{L}$ | $s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot tg \phi$ $s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B}{L}$ $s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot \frac{B}{L}$ |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $i_q = \left(1 - \frac{0,5 \cdot N_H}{N_V + B \cdot L \cdot c \cdot \text{ctg} \varphi}\right)^5$ $i_c = \frac{1}{2} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{N_H}{B \cdot L \cdot c}}\right)$ $i_\gamma = \left(1 - \frac{0,7 \cdot N_H}{N_V + B \cdot L \cdot c \cdot \text{ctg} \varphi}\right)^5$ | $i_q = \left(1 - \frac{0,5 \cdot N_H}{N_V + B \cdot L \cdot c \cdot \text{ctg} \varphi}\right)^5$ $i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$ $i_\gamma = \left(1 - \frac{0,7 \cdot N_H}{N_V + B \cdot L \cdot c \cdot \text{ctg} \varphi}\right)^5$ |
| <p>N.B. : <math>N_V</math> ed <math>N_H</math> sono, rispettivamente, la componente verticale e quella orizzontale del carico agente in fondazione.</p>                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                |

### Prova di Strutture

Con riferimento al diagramma involucro dei momenti flettenti, riportato in Figura 1, relativo ad un telaio in c.a. a due piani e due campate, situato in zona sismica (Benevento) e destinato a civile abitazione, il Candidato esegua:

- Il progetto dell'armatura longitudinale di una trave a scelta tra le quattro riportate in Figura 1 (T1, T2, T3 e T4) tracciando anche la distinta delle armature.
- Il progetto dell'armatura trasversale della stessa trave precedentemente progettata a flessione riportando anche la distinta delle armature;

Per quanto riguarda la geometria, si assuma un'altezza interpiano di 3.10 m e una lunghezza delle travi pari a 3.80m e 5.00m rispettivamente per la prima e seconda campata. Le travi presentano sezione 30X50 mentre i pilastri presentano sezione 40X50.

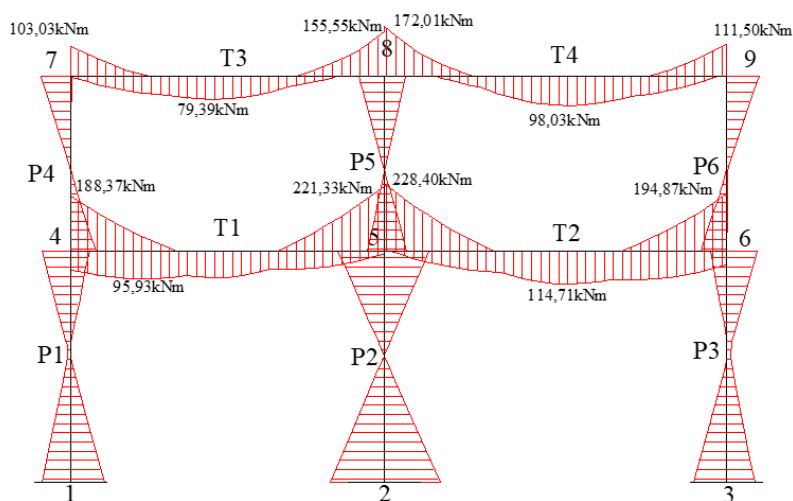


Figura 1. Diagramma involucro dei momenti flettenti

Per i materiali si adottino un calcestruzzo C30/37 e un acciaio B450C. La struttura presenta un solaio latero-cementizio di altezza pari a 25cm sia al primo impalcato che in copertura. I carichi agenti sono riassunti in Tabella 1.

Tabella 1. Carichi agenti

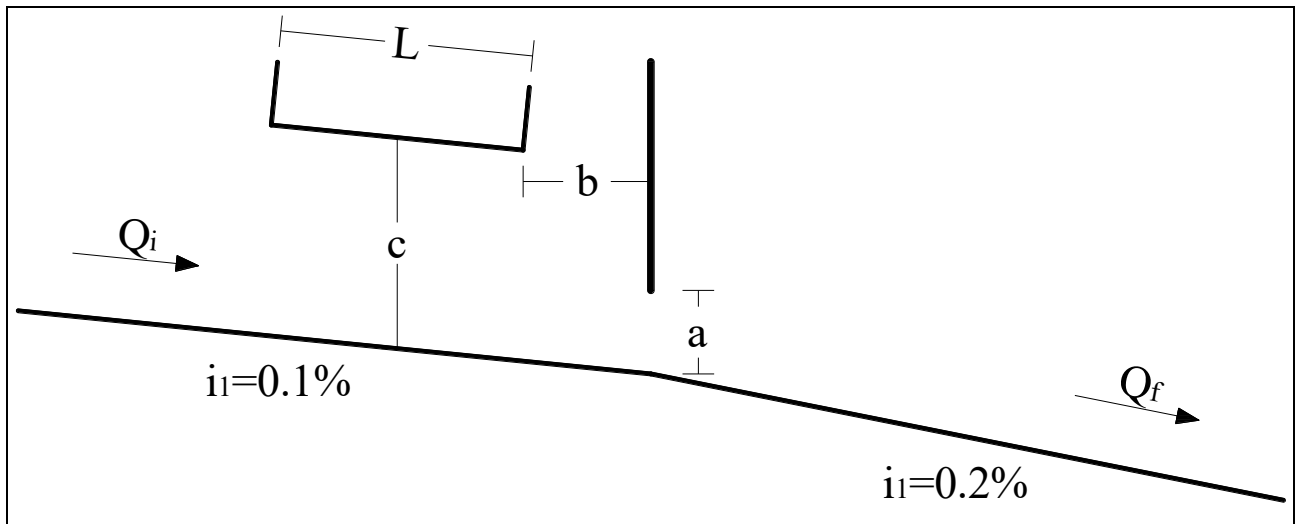
| Carico   | Solaio 1° piano        | Solaio 2° piano        |
|----------|------------------------|------------------------|
| $G_{1k}$ | 3.00 kN/m <sup>2</sup> | 3.00 kN/m <sup>2</sup> |
| $G_{2k}$ | 2.80 kN/m <sup>2</sup> | 1.80 kN/m <sup>2</sup> |
| $Q_k$    | 2.00 kN/m <sup>2</sup> | 0.5 kN/m <sup>2</sup>  |

La progettazione sismica deve essere condotta nel rispetto della normativa vigente con riferimento allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV). La struttura deve essere progettata in classe di duttilità CD "A" secondo la definizione delle NTC2018. I dati non indicati devono essere ragionevolmente assunti dal candidato.

#### Prova di Idraulica

Con riferimento allo schema di figura calcolare la portata a monte ( $Q_i$ ) dello sfioratore laterale sagomato alla Creager-Scimemi noti i dati riportati qui di seguito, e disegnare poi il profilo di corrente.

|                                                  |                                       |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------|
| portata del tratto di valle:                     | $Q_f = 6 \text{ m}^3/\text{s}$ ;      |
| larghezza del canale rettangolare:               | $B = 6 \text{ m}$ ;                   |
| coefficiente di conducibilità idraulica:         | $k = 55 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ |
| lunghezza dello sfioratore:                      | $L = 20 \text{ m}$ ;                  |
| altezza della soglia dello sfioratore dal fondo: | $c = 0.8 \text{ m}$ ;                 |
| distanza dello sfioratore dalla paratoia:        | $b = 10 \text{ m}$ ;                  |
| luce d'efflusso della paratoia:                  | $a = 0.4 \text{ m}$ ;                 |
| pendenza del fondo del tratto di monte:          | $i_1 = 0.1 \text{ ‰}$ ;               |
| pendenza del fondo del tratto di valle:          | $i_2 = 0.2 \text{ ‰}$ .               |



#### Prova di Trasporti

Il candidato valuti la convenienza per un imprenditore privato che voglia costruire un ponte a pedaggio, assunte le seguenti ipotesi:

- durata di costruzione dell'opera: 3 anni;
- vita utile dell'opera: 20 anni, dal termine della costruzione;
- costi di costruzione: 15 milioni di euro, uniformemente distribuiti nei 3 anni;
- costi di manutenzione: 2% del costo complessivo di costruzione per ogni anno; questi costi si considerano costanti durante tutta la vita utile del progetto;
- costi di esercizio (riscossione pedaggi, spese amministrative, ecc.): 180.000 €/anno; questi costi si considerano costanti durante tutta la vita utile del progetto;
- numero totale di veicoli che si stima attraversino il ponte (il numero rappresenta il totale annuo sommato sui due versi di percorrenza) nel primo anno di funzionamento sia pari a 1.500.000 veicoli/anno;
- incremento domanda di trasporto sul ponte sia pari a +1,5 % ogni anno rispetto al valore dell'anno precedente;
- tasso di attualizzazione: 2,5%;
- pedaggio per attraversamento del ponte: 1 €.

Per valutare la convenienza dell'imprenditore, si utilizzi almeno l'indicatore del Valore Attuale Netto (VAN).

## AREA INDUSTRIALE

### *Prova di Elettrotecnica*

Un'industria richiede la progettazione di un sistema elettrico necessario all'alimentazione elettrica di due siti di produzione "A" e "B", distanti rispettivamente 1km e 800m dal punto di connessione alla rete MT, avente le seguenti caratteristiche:

- Tensione nominale 20kV; Potenza di c.c. 400MVA; Corrente di guasto a terra 180A; Tempo di eliminazione del guasto a terra 0.5 s.

Inoltre, i due siti presentano i seguenti carichi:

#### **Sito "A":**

- Carico stazionario con potenza 175kW e fattore di potenza 0.9;
- Sistema di condizionamento con potenza nominale 200kW e fattore di potenza 0.8;
- Motore asincrono di potenza nominale 50kW, fattore di potenza 0.82 e alimentato dalla cabina del sito "A" tramite una linea in cavo di lunghezza 80m;
- Motore asincrono di potenza nominale 100kW, fattore di potenza 0.87 e alimentato dalla cabina del sito "A" tramite una linea in cavo di lunghezza 120m;

#### **Sito "B":**

- Carico stazionario con potenza 125kW e fattore di potenza 0.9;
- Sistema di condizionamento con potenza nominale 140kW e fattore di potenza 0.8;
- Motore asincrono di potenza nominale 80kW, fattore di potenza 0.82 e alimentato dalla cabina del sito "B" tramite una linea in cavo di lunghezza 60m;
- Motore asincrono di potenza nominale 80kW, fattore di potenza 0.82 e alimentato dalla cabina del sito "B" tramite una linea in cavo di lunghezza 100m;

Il candidato provveda a fornire:

- 1) Il dimensionamento della distribuzione in MT a partire dal punto di connessione, fornendo i dettagli delle apparecchiature di manovra e protezione;
- 2) La scelta del numero e della taglia dei trasformatori da installare nelle cabine;
- 3) Il dimensionamento della distribuzione in bassa tensione sino ai quadri generali di bassa tensione, fornendo i dettagli delle apparecchiature di manovra e protezione;
- 4) Dimensionare le linee di alimentazione dei motori asincroni;
- 5) Dimensionare gli impianti di rifasamento fissi dei trasformatori ed automatici dei carichi;
- 6) Disegnare lo schema unifilare della parte di impianto dimensionata.

Il candidato può ipotizzare i dati non forniti nel testo, giustificando le ipotesi fatte.

### *Prova di Fisica Tecnica*

Progettare un impianto di climatizzazione invernale a tutt'aria per un locale adibito a Biblioteca, utilizzando i seguenti dati:

- Condizioni interne di progetto:  $T_{ba}=20^{\circ}\text{C}$  ed U.R.=50%.
- Condizioni esterne di progetto per la città di Catania:  $T_{ba}=5^{\circ}\text{C}$  ed U.R.=65%.
- Numero di persone: sala da 90 posti.
- Carico termico sensibile connesso a ciascun occupante: 60 W/persona.
- Carico termico sensibile endogeno, dovuto a macchinari e luci pari a 6 kW.
- Potenza termica in uscita attraverso l'involucro edilizio -20 kW.
- Carico termico latente connesso a ciascun occupante da calcolare considerando che ciascuna persona disperde una portata di vapore di 70 g/(h persona) e l'entalpia latente di vaporizzazione si può assumere pari a 2565 kJ/kg.
- Portata volumetrica di aria esterna di rinnovo: 7.0 dm<sup>3</sup>/(s persona).

Ipotizzando che le trasformazioni a cui è soggetta l'aria umida siano ideali e assumendo di installare un umidificatore ad acqua liquida nell'unità di trattamento dell'aria, si valutino (commentando i passaggi della risoluzione e riportando le trasformazioni dell'aria umida sul diagramma psicrometrico):

- a) il punto di immissione dell'aria;
- b) la portata massica dell'aria di immissione;

- c) la potenzialità delle batterie;
- d) la portata d'acqua di umidificazione;
- e) la potenza dovuta al rinnovo dell'aria.

Si effettui infine un bilancio energetico globale, commentandone il significato e schematizzandolo anche con un diagramma fiume.

Nello svolgimento del dimensionamento si riportino tutte le relazioni necessarie a valutare le grandezze richieste, i relativi calcoli e commenti sintetici (si ricordi di segnalare come si ricava ciascuna equazione; nel caso di bilanci di massa e di energia, individuare il volume di controllo rispetto al quale si scrive il bilancio). La temperatura di immissione può essere scelta nel range 28-32°C.

Infine, dare indicazione su quali sono possibili terminali di immissione ed estrazione adoperabili nell'impianto a tutt'aria dimensionato.

#### *Prova di Processi Chimici*

È necessario condurre la reazione chimica reversibile  $A \rightleftharpoons B$  in un reattore continuo la cui fluidodinamica può essere approssimata a quella di un reattore ideale. La cinetica della reazione diretta ed inversa è del tipo elementare. Per la reazione in esame sono note le seguenti informazioni:

$$\Delta G_{298K} = -3375 \text{ cal/mol}$$

$$\Delta H_{298K} = -18000 \text{ cal/mol e costante con la temperatura}$$

$$k_d = 3 \cdot 10^7 \text{ min}^{-1}$$

$$E_a = 11600 \text{ cal/mol}$$

$$C_A^0 = 1 \text{ mol/L}$$

Esigenze di processo impongono che l'intervallo di temperatura operativo sia compreso tra 50 e 110 °C.

Determinare:

- 1) la massima conversione possibile ipotizzando l'utilizzo di un reattore con qualunque soluzione di scambio termico;
- 2) nell'ipotesi di utilizzo un CSTR adiabatico, le migliori condizioni (temperatura di ingresso e tempo-spazio del reattore) per una conversione pari all'60% di quella massima determinata al punto precedente. Il  $\Delta T_{ad}$  per conversione unitaria è pari a 40°C ed è possibile assumere che la temperatura incrementi linearmente con il grado di conversione.
- 3) le migliori condizioni di esercizio per una temperatura iniziale di 70°C ed una conversione finale a 40%, potendo combinare l'utilizzo di un PFR ed un CSTR.

Per la risoluzione dei punti 2) e 3), qualora la soluzione richieda un approccio iterativo, è possibile discretizzare il  $\Delta T$  con un passo di 10°C o il  $\Delta X$  con un passo di 0.1.

### AREA INFORMAZIONE

#### *Prova di Informatica*

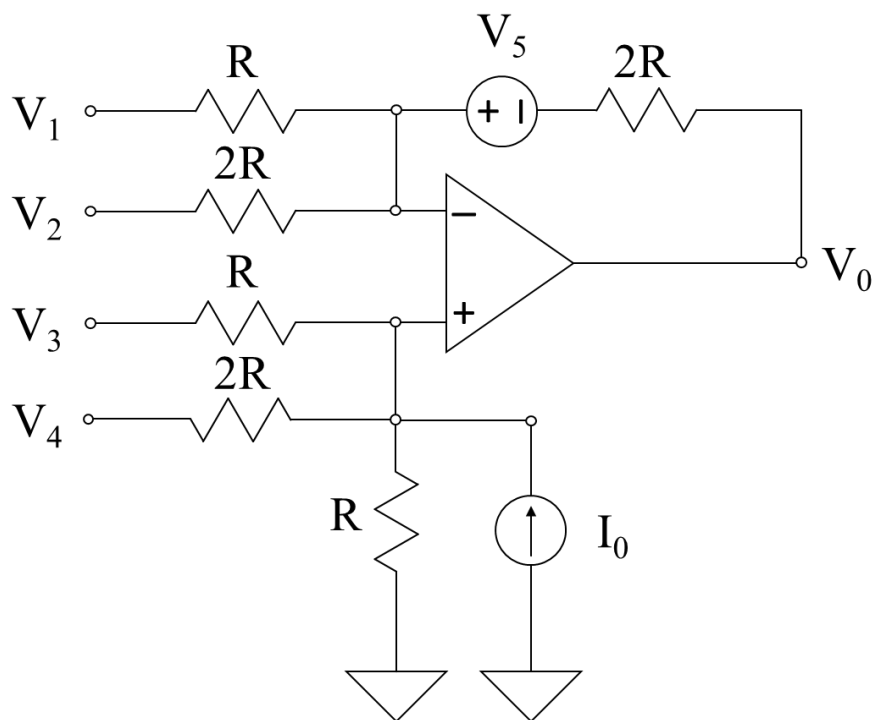
Il candidato implementi in linguaggio Java o C o altro linguaggio a sua scelta un server web in grado di gestire semplici richieste formulate secondo il protocollo HTTP.

#### *Prova di Automatica*

Scelta a piacere la funzione di trasferimento di un sistema dinamico tempo-continuo lineare tempo-invariante, il candidato progetti un controllore Proporzionale Integrato con retroazione dell'uscita, utilizzando il metodo del luogo delle radici, discutendo le prestazioni e confrontandole col sistema a ciclo aperto.

#### *Prova di Elettronica*

Il candidato determini la tensione di uscita  $V_0$  in funzione degli ingressi e degli altri parametri del circuito.



Si assumano:

$V_1 = 1V$ ;  $V_2 = 2V$ ;  $V_3 = 1V$ ;  $V_4 = 2V$ ;  $V_5 = 2V$ ;  $I_0 = 0.75mA$ ;  $R = 1.5k\Omega$ .

#### *Prova di Misure*

Il candidato descriva l'implementazione della misura dell'ampiezza e della fase di componenti armoniche di un segnale ottenuto attraverso un sistema di acquisizione dati.

Il candidato fornisca il listato di una funzione scritta in linguaggio MATLAB o Python che riceva in ingresso il vettore dei campioni e restituisca ampiezza e frequenza della componente armonica principale, fornendo indicazioni sulla risoluzione in frequenza e sull'accuratezza attese dalla soluzione fornita (si scelgano a piacere valori del rapporto segnale-rumore, della frequenza di campionamento e della durata della finestra di acquisizione).

Il candidato discuta inoltre un eventuale implementazione su un microcontrollore.