

# **Esame di Stato per l'abilitazione alla professione di Ingegnere**

## **II Sessione 2011**

**5 dicembre 2011 ore 8.30**

### **Sezione A – Prova Pratica**

Il/La Candidato/a svolga un tema a scelta tra quelli proposti per il settore per il quale richiede l'abilitazione.

#### **Settore Civile e Ambientale**

Tema 1. All'interno dell'area ex Necchi di Pavia, si consideri un ambito di 11 ha, come da immagini allegate, su cui progettare un insediamento che rispetta i seguenti indici urbanistici:

$I_t = 0,6 \text{ mq/mq}$

Funzioni previste:

Residenza: pari al 60% della slp totale;

Terziario: pari al 30% della slp totale;

Commerciale: pari al 10% della slp totale;

Si considerino le seguenti quote di servizi:

Residenza: pari al 100% della slp generata  
di cui: 50% verde, 30% servizi di interesse comune e generale, 20% parcheggio;

Terziario: pari al 100% della slp generata;  
di cui: 50% parcheggio, 50% verde;

Commerciale: pari al 200% della slp generata;  
di cui: 100% parcheggio.

a cui aggiungere quanto previsto dalla L. 122/1989 cosiddetta Legge Tognoli.

Il candidato deve decidere la specifica tipologia di servizio di interesse comune e generale che ritiene più idonea al contesto ed al proprio progetto.

Si considerino inoltre:

- quota di volume: 50 mq/ab;

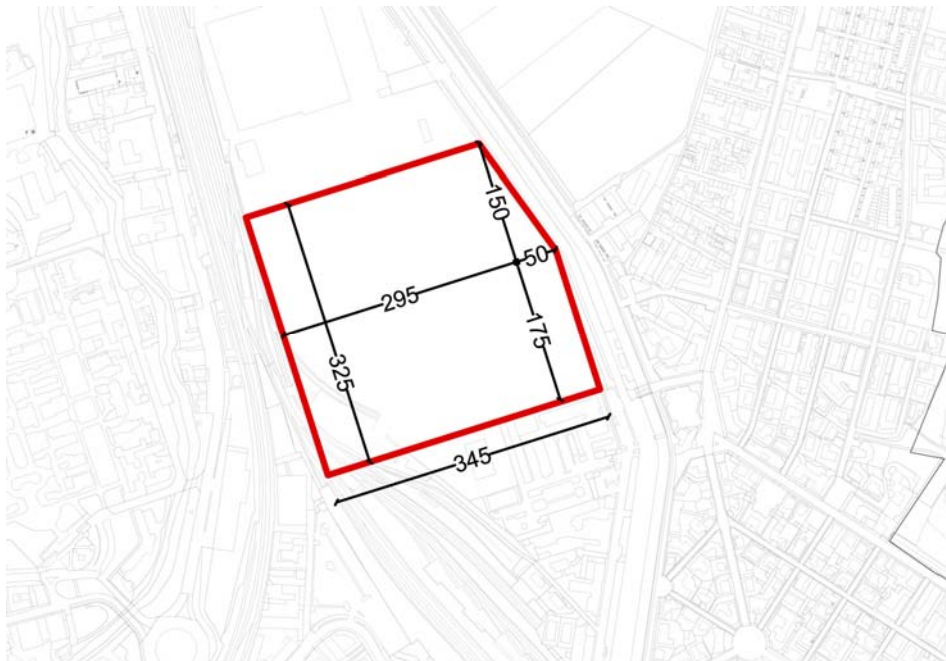
- H max: 10 piani fuori terra;

Devono essere considerati i vincoli esistenti e nello specifico: fascia di rispetto ferroviario e vincolo di inedificabilità pari a 100 m calcolati dalle sponde del Naviglio Pavese come previsto dalla normativa del PTR Navigli Lombardi.

Si richiede di:

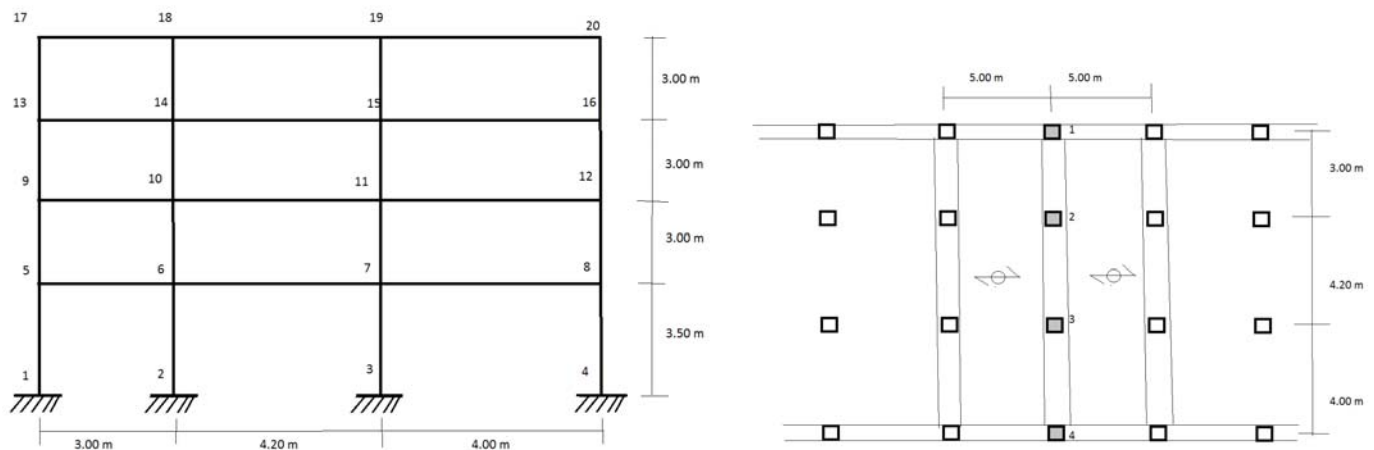
1. calcolare i principali parametri urbanistici;
2. progettare la scheda di piano in scala 1:2.000 con indicazione degli ambiti funzionali e dei parametri quantitativi che li caratterizzano e con lo schema della viabilità;
3. disegnare il planivolumetrico in scala 1:1.000 con indicazione delle funzioni e con verifica dei parametri urbanistici precedentemente calcolati;
4. disegnare almeno due sezioni (una longitudinale ed una trasversale).





Tema 2. Si consideri il telaio e la planimetria dell'edificio di figura e si assuma quanto segue:

- 1) l'edificio è adibito a civile abitazione;
- 2) la copertura è piana;
- 3) il sito di costruzione è nel comune di Salò (Bs);
- 4) la struttura è a telaio in c.a.
- 5) la progettazione deve essere svolta ai sensi delle NTC 08



- A) Trascurando gli effetti di vento e sisma si esegua, per il solo telaio 1-2-3-4, quanto segue:
  - a. accurata analisi dei carichi e delle combinazioni necessarie al calcolo della struttura;
  - b. predimensionamento degli elementi strutturali orizzontali e verticali;
  - c. Valutazione delle azioni interne (M, T, N) determinate dai carichi analizzati ai punti precedenti;
  - d. Dimensionamento e verifica (SLE e SLU) degli elementi della trave 5-6-7-8 e del pilastro 3-7, è richiesta l'armatura longitudinale e trasversale;
  - e. Descrizione della disposizione dei ferri di armatura della trave 5-6-7-8 e del pilastro 3-7 per mezzo di un disegno accurato (eseguire in scala 1:100 o 1:50 e quotare con precisione);
  - f. Dimensionamento di tutti gli elementi della fondazione;
- B) Considerando gli effetti del sisma e trascurando gli effetti del vento si determini:
  - a. azioni sugli elementi del telaio tenendo conto del solo moto sismico orizzontale;
  - b. armature nella trave 5-6-7-8 e nel piastrino 3-7

Si assumano secondo la propria esperienza tutti i dati mancanti.

E' ammesso l'uso di modelli di calcolo semplificati a condizione che vengano esposti con chiarezza i criteri e le giustificazioni alla base del loro impiego.

Tema 3. La condotta adduttrice di un acquedotto, il cui profilo altimetrico è rappresentato schematicamente in figura 1, è alimentata da una sorgente e alimenta a sua volta un serbatoio. Trovare i diametri commerciali dei tubi di acciaio, ubicare la valvola regolatrice di carico da usare a tubi nuovi e calcolare la perdita di carico che deve produrre.

Quota della presa dell'acquedotto dalla sorgente [m s.m.]	370
Quota del serbatoio terminale [m s.m.]	245
Quota del punto di minimo del condotto [m s.m.]	200
Portata di progetto [m <sup>3</sup> /s]	0,065
Coefficiente di scabrezza di Manning (n), a tubi nuovi [m <sup>-1/3</sup> s]	0,010
Coefficiente di scabrezza di Manning (n), a tubi usati [m <sup>-1/3</sup> s]	0,016
Distanza tra la sorgente e il punto di minimo [m]	3000
Distanza tra il punto di minimo e il serbatoio [m]	5000

Tabella 1: Dati

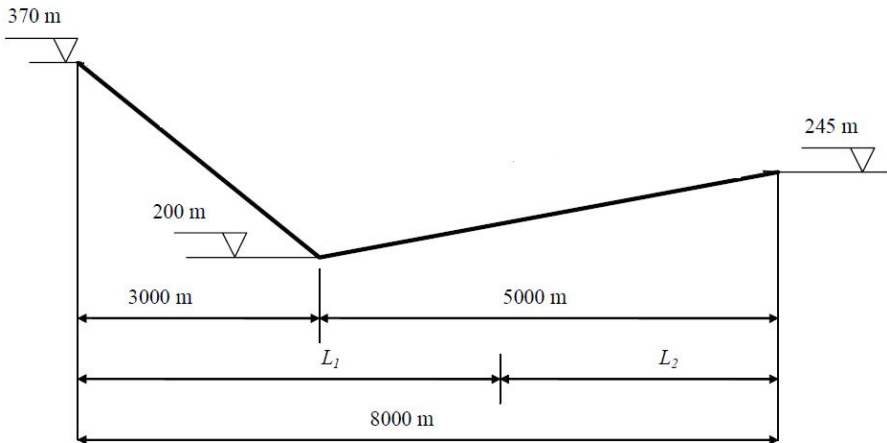


Figura 1

Tema 4. La fognatura a servizio di un centro abitato con popolazione residente di 125.000 AE è di tipo misto. La dotazione idrica è 300 L/(AE·d). Il coefficiente di afflusso in fognatura è pari a 0,7. L’apporto medio pro-capite di TKN è pari a 14 g/(ab·d), l’indice di biodegradabilità (I<sub>b</sub>) è pari a 0,55, l’indice della velocità di biodegradazione (I<sub>vb</sub>) è pari a 0,75. Il liquame presenta inoltre una concentrazione di:

- BOD<sub>20</sub> : 350 mg/L,
- N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> : 85 mg/L;
- P<sub>tot</sub> : 3 mg/L.

Il candidato individui lo schema di trattamento ottimale (sia per la linea acque che per la linea fanghi) effettuando, per ogni parametro, le verifiche necessarie a giustificare le esigenze dei vari trattamenti per conseguire il rispetto dei limiti di Tab. 3 del D.Lgs. 152/2006 Allegato 5 - Parte III ed indicando, per ciascuna fase, le finalità.  
Il candidato dimensiona tutta la linea acque (ad eccezione dei pre-trattamenti).

Per il dimensionamento della fase di sedimentazione finale si adottino le seguenti ipotesi:

- il tempo di ritenzione idraulico, calcolato sulla portata media giornaliera, non deve essere inferiore alle 2,5 ore;
- la velocità perimetrale di sfioro in tempo asciutto non superi i 3 l/s·m.

Per la fase di disinfezione finale il candidato riporti la pianta indicando le dimensioni ed il numero di inversioni di flusso; si tenga infine presente di dimensionare la fase di stoccaggio del disinfettante prevedendo un’autonomia di almeno 20 giorni. Infine il candidato disegni lo schema a blocchi dell’impianto.

**Esame di Stato per l'abilitazione alla professione di Ingegnere**

**II Sessione 2011**

**5 dicembre 2011 ore 8.30**

**Sezione A – Prova Pratica**

Il/La Candidato/a svolga un tema a scelta tra quelli proposti per il settore per il quale richiede l'abilitazione.

**Settore Informazione**

Tema 1. Si consideri un processo fisico multi-input multi-output (MIMO) costituito da tre sottosistemi descritto dalla seguente matrice di trasferimento.

$$G(s) = \begin{bmatrix} \frac{10^4}{(s+10)(s+10^3)} & 0 \\ \frac{500}{s(s^2+1005s+5 \cdot 10^3)} & \frac{50}{s+5} \end{bmatrix}$$

la cui uscita  $y(t) \in \mathcal{R}^2$  è la variabile controllata. Si disegni uno schema di controllo MIMO basato su anelli a retroazione unitaria con disaccoppiamento, indicando nello schema, esplicitamente, le funzioni di trasferimento associate ai vari blocchi (si indichino con  $R_1(s)$  e  $R_2(s)$  le funzioni di trasferimento dei regolatori).

Si proceda poi alla sintesi dei regolatori:

1. Si progetti il regolatore  $R_1(s)$  in modo tale da soddisfare le seguenti specifiche:
  - (a) il regolatore sia di tipo PI (proporzionale - integrale).
  - (b) Sia nullo l'effetto permanente di disturbi a scalino che agiscono direttamente sulla variabile controllata.
  - (c) Siano attenuati i disturbi di processo di tipo sinusoidale, con armoniche significative per  $\omega \leq 0.1 \text{ rad/s}$ , che agiscono sulla variabile controllata.
  - (d) Siano attenuati i disturbi di misura di tipo sinusoidale con armoniche significative per  $\omega \geq 0.1 \text{ rad/s}$ .
  - (e) Il primo sistema di controllo (quello che include il regolatore  $R_1(s)$ ) risulti asintoticamente stabile con un margine di fase di almeno  $40^\circ$ .
2. Si descriva brevemente il fenomeno del wind-up e si aggiungano al primo sistema di controllo i blocchi che consentono di ottenere un'azione di anti-wind-up. Si disegni lo schema modificato.
3. Si progetti il regolatore  $R_2(s)$  in modo tale che il secondo sistema di controllo (quello che include il regolatore  $R_2(s)$ ) risulti asintoticamente stabile con banda passante di almeno  $100 \text{ rad/s}$  e risposta allo scalino priva di oscillazione.
4. Si determini una singola pulsazione di campionamento valida per entrambi i sistemi di controllo in modo tale che la corrispondente pulsazione di Nyquist coincida con una pulsazione in cui la risposta in frequenza dei sistemi ad anello chiuso presenti almeno  $20 \text{ dB}$  di attenuazione.
5. Si determini per ciascun anello la riduzione del margine di fase dovuta alla realizzazione digitale del regolatore.
6. Si discretizzino i due regolatori usando il metodo di Eulero all'indietro.

Tema 2. Un microprocessore viene utilizzato per controllare la posizione di un perno attraverso una membrana a soffietto elastico che viene più o meno compressa attraverso un ventilatore azionato da un motore con caratteristica assimilabile a quella di un motore in corrente continua. La portata d'aria della ventola sia proporzionale alla velocità angolare del motore. La velocità dell'aria sia supposta costante.

1. Si disegni lo schema a blocchi della catena di acquisizione/regolazione indicando le variabili in ingresso e uscita di ciascun blocco e in particolare la variabile di processo e quella di controllo.
2. Si calcoli la funzione di trasferimento del processo trascurando gli eventuali ritardi del sistema indicando quali altre grandezze fisiche occorre conoscere per potere scrivere correttamente l'equazione.
3. Si disegni il diagramma di Bode della funzione così determinata discutendo gli eventuali problemi di stabilità/instabilità.
4. Si descrivano tutte le forme di controllo che eliminino le eventuali sorgenti di instabilità e la loro implementazione numerica.
5. Si descriva il funzionamento di un trasduttore atto a rilevare la variabile di processo con una precisione dello 0.3% e della relativa rete di condizionamento.
6. Si descriva il circuito elettrico equivalente del motore.
7. Si proponga un corretto circuito di alimentazione del motore.

Tema 3. Ai candidati è richiesto di progettare un sistema di interferometria laser per monitorare gli spostamenti (con segno) di un carrellino che viaggia in linea retta su rotaia, con velocità compresa tra  $0.5 \text{ cm/s}$  e  $2 \text{ cm/s}$ , con risoluzione di  $1 \text{ }\mu\text{m}$ . La massima dinamica di spostamento è  $10 \text{ cm}$ .

Il candidato/la candidata illustri:

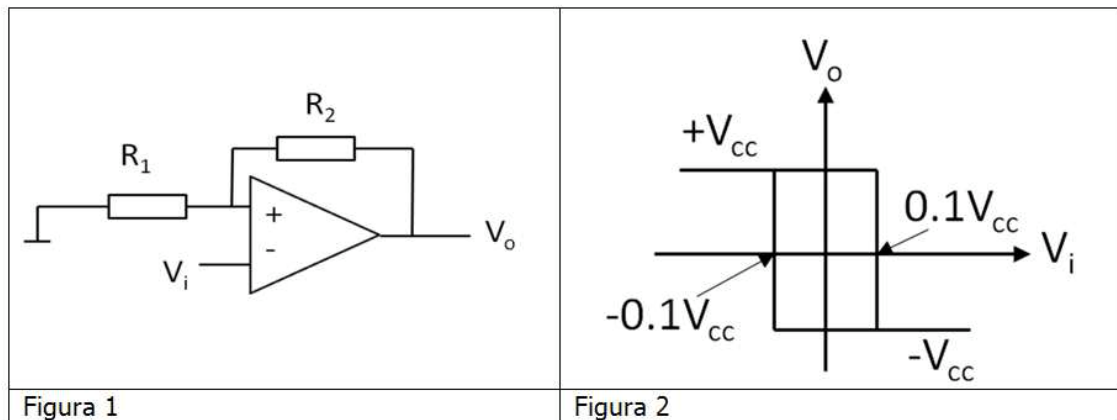
- 1) lo schema del sistema interferometrico scelto per effettuare la misura;
- 2) lo schema a blocchi del sistema elettronico di rivelazione e acquisizione dati, che permetta di visualizzare su un



display lo spostamento del carrello.

In base anche alla propria esperienza professionale, scegliere un blocco del sistema e descriverlo in dettaglio.

Tema 4. Si consideri il circuito riportato in Figura 1.

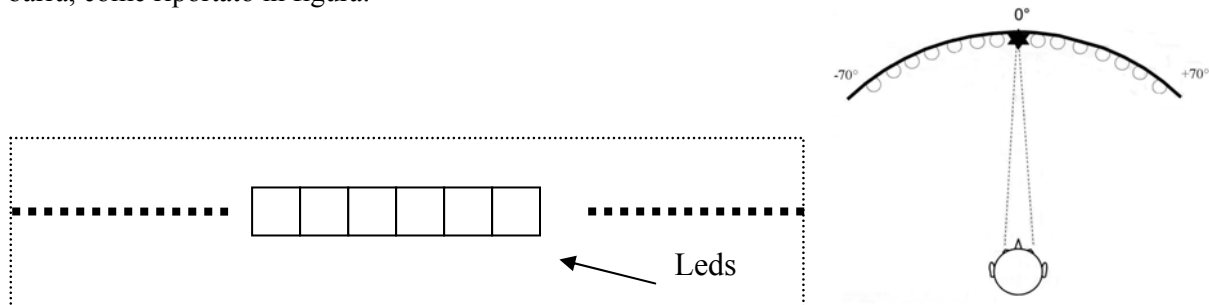


Si risponda ai seguenti quesiti:

1. Si dimensionino le resistenze  $R_1$  ed  $R_2$  al fine di avere la caratteristica ingresso/uscita rappresentata in Figura 2. Si discuta la funzionalità del circuito.
2. Si illustrino le caratteristiche che deve avere l'amplificatore operazionale per essere adatto a questa funzione.
3. Si discutano le possibili applicazioni di tale circuito. Per una di esse si riporti il relativo schema a blocchi.
4. Si progetti un circuito con la stessa caratteristica, ma non invertente.
5. E' possibile modificare lo schema di Figura 1 per realizzare un oscillatore ad onda quadra? Motivare la risposta in maniera dettagliata, riportando un esempio di dimensionamento.

Tema 5. Si vuole realizzare un sistema per la valutazione di alcune patologie neurologiche. A tale scopo si prendono in esame i movimenti oculari indotti nel paziente dalla presentazione di mire visive.

Il sistema dovrà essere composto da una barra semicircolare di raggio 100cm ed estensione di  $140^\circ$  su cui vengono posizionati affiancati dei led quadrati di lato 5mm. Il paziente viene posto al centro della circonferenza individuata dalla barra, come riportato in figura.



Le stimolazioni visive devono essere fornite secondo un prestabilito paradigma di cui ne viene riportato un esempio:  $0^\circ, 5^\circ, 0^\circ, -20^\circ, 0^\circ, 15^\circ, 0^\circ, -30^\circ, 0^\circ, -10^\circ, 0^\circ, 20^\circ, 0^\circ, -5^\circ, 0^\circ, 10^\circ, 0^\circ, 25^\circ, 0^\circ, -15^\circ, 0^\circ, -20^\circ, 0^\circ, 30^\circ, 0^\circ$ .

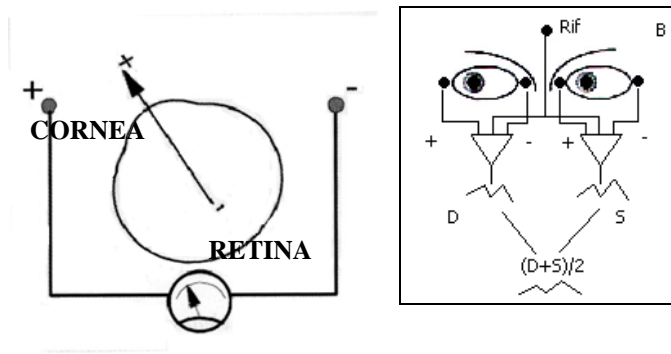
In seguito alle accensioni delle mire il soggetto deve dapprima fissarla muovendo solo gli occhi e successivamente muovere la testa per portare la mira in posizione primaria (centrale davanti a se).

I parametri necessari alle finalità diagnostiche desiderate sono:

- **Stim**: Ampiezza con segno dello stimolo (cioè differenza di posizione tra due mire successive. p. e.  $0^\circ \rightarrow 20^\circ$ );
- **PE e VE**: rispettivamente posizione dell'occhio nell'orbita e relativa velocità;
- **LE**: Latenza cioè ritardo tra accensione della mira e inizio del movimento dell'occhio;
- **VEmax e PVEmax**: massima velocità dell'occhio e posizione in cui viene raggiunta;
- **LH, PEH, VEH**: ritardo di inizio del movimento della testa e corrispondenti posizione e velocità dell'occhio;
- **PS e VS**: posizione e velocità dello sguardo (composizione della posizione dell'occhio nell'orbita e posizione della testa);
- **ES**: Precisione a fine movimento (errore residuo tra posizione dello sguardo e posizione della mira)

- I) Si individuino e descrivano i trasduttori da utilizzare limitandosi al caso di movimenti orizzontali. Di ciascuno di essi identificare le caratteristiche necessarie, tenendo conto che il massimo contenuto in freq. sia 100Hz

Si prenda in considerazione la possibilità di utilizzare elettrodi per rilevare la posizione del globo oculare nell'orbita sfruttando la proiezione del potenziale corneo-retinico, PCR (d.d.p. tra cornea e retina, 1-3 mV) sul segmento congiungente i due elettrodi posti ai canti di ciascuno degli occhi. La curva di conversione tensione  $\rightarrow$   $^{\circ}$  è calcolabile con una procedura iniziale di taratura, necessaria data la conoscenza del valore di PCR.



Si differenzi il caso di testa completamente libera e quello di testa parzialmente vincolata.

Si progetti un sistema completo per la stimolazione e l'acquisizione dei dati.

Si individuino le problematiche di ogni tipo qualitativamente e, ove possibile, quantitativamente, illustrandone le soluzioni.

- II) Si individuino le modalità di calcolo con cui i parametri descritti possono essere derivati a partire dai dati acquisiti
- III) Si progetti una base di dati relazionale per la raccolta dei dati relativi al sistema sopra descritto, descrivendo il diagramma Entità-Relazione e il conseguente schema di tabelle.  
 Il database dovrà memorizzare inizialmente i dati grezzi, ovvero i segnali acquisiti, le curve di calibrazione e le informazioni sul paradigma di stimolazione e, successivamente, i parametri che ne derivano, sui quali saranno effettuate analisi statistiche. Il database dovrà anche contenere le informazioni necessarie per le comunicazioni ai pazienti, anche dopo la dimissione dall'ospedale, nonché informazioni sulla patologia per cui il paziente è stato ricoverato e per le eventuali altre patologie in anamnesi. Si scriva una query in linguaggio SQL che produca un elenco dei pazienti archiviati, in ordine alfabetico di cognome e nome, che presentano valori di un parametro (es. latenza) superiori ad un valore di soglia.

**Esame di Stato per l'abilitazione alla professione di Ingegnere**

**II Sessione 2011**

**5 dicembre 2011 ore 8.30**

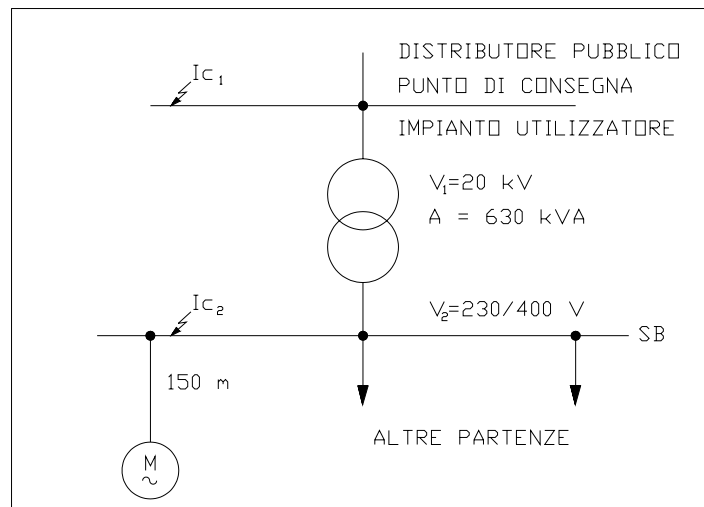
**Sezione A – Prova Pratica**

Il/La Candidato/a svolga un tema a scelta tra quelli proposti per il settore per il quale richiede l'abilitazione.

**Settore Industriale**

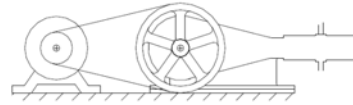
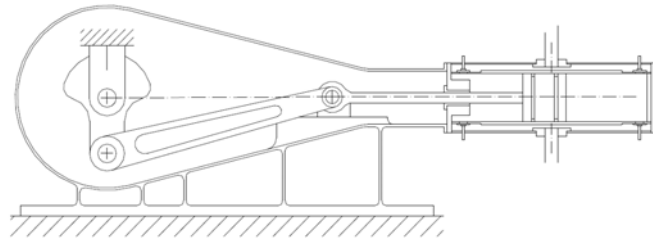
**Tema 1.** Progettare la cabina di trasformazione di un impianto elettrico utilizzatore per il quale è stato previsto lo schema di massima rappresentato in figura. È richiesto, in particolare, quanto segue.

1. Completare lo schema, indicando:
    - a) apparecchiature di manovra e di protezione;
    - b) caduta di tensione lungo la linea di alimentazione del motore, a partire della sbarra SB, funzionante a pieno carico;
    - c) caduta di tensione lungo la linea di alimentazione del motore, all'avviamento;
    - d) potenza reattiva della batteria di condensatori, da installare ai morsetti del motore, per riportare il fattore di potenza, al pieno carico nominale, a 0,95;
    - e) caduta di tensione lungo la linea di alimentazione del motore, funzionante a pieno carico, tenendo conto della batteria di condensatori;
    - f) caduta di tensione lungo la linea di alimentazione del motore, all'avviamento, tenendo conto della batteria di condensatori;
    - g) caratteristiche principali del trasformatore (tensioni nominali, potenza nominale e parametri caratteristici del doppio bipolo equivalente).
  2. Assumere un ragionevole valore per la corrente di corto circuito nel punto di consegna in media tensione.
  3. Ripetere i calcoli di cui ai punti f) e g), tenendo conto della caduta di tensione provocata dalla rete a monte del trasformatore.
- Assumere il seguente valore per la potenza nominale del motore: 200 kW e tutti i dati mancanti allo sviluppo del progetto



**Tema 2.** Un motore asincrono trifase a 6 poli aziona tramite una trasmissione a cinghia trapezia una pompa a stantuffo monocilindrica a doppio effetto. Visto il tipo di trasmissione si pensa di utilizzare la puleggia condotta quale volano. Volendo considerare la condizione di regime (confondendo la velocità di rotazione del motore a regime con quella di sincronismo) e trascurando gli attriti:

- determinare la potenza del motore
- determinare il momento d'inerzia del volano
- dimensionare la trasmissione
- per una posizione angolare della manovella scelta a piacere determinare la forza scambiata tra biella e manovella
- eseguire uno schizzo costruttivo dell'albero motore



sono note:

rapporto di trasmissione  $t = 1/5.2$

pressione di aspirazione  $p_a = 0.5 \text{ } 10^5 \text{ Pa}$

pressione di mandata  $p_m = 5.5 \text{ } 10^5 \text{ Pa}$

corsa dello stantuffo  $c = 0.16 \text{ m}$

rapporto caratteristico del manovellismo  $l = 0.3125$

diametro dello stantuffo  $D = 0.2 \text{ m}$

diametro dello stelo  $d = 0.05 \text{ m}$

masse in moto alterno  $m_s = 10 \text{ kg}$

massa biella  $m_b = 5 \text{ kg}$

momento d'inerzia baricentrico biella  $J_G = 0.1 \text{ kgm}^2$

distanza del baricentro biella dal bottone di manovella  $e = 0.1 \text{ m}$

mom. d'inerzia bar. manovella asse di rotazione manov. baricentrico  $J_m = 0.5 \text{ kgm}^2$

irregolarità periodica massima  $i = 0.04$ .