

Esame di Stato per l'abilitazione alla professione di Ingegnere

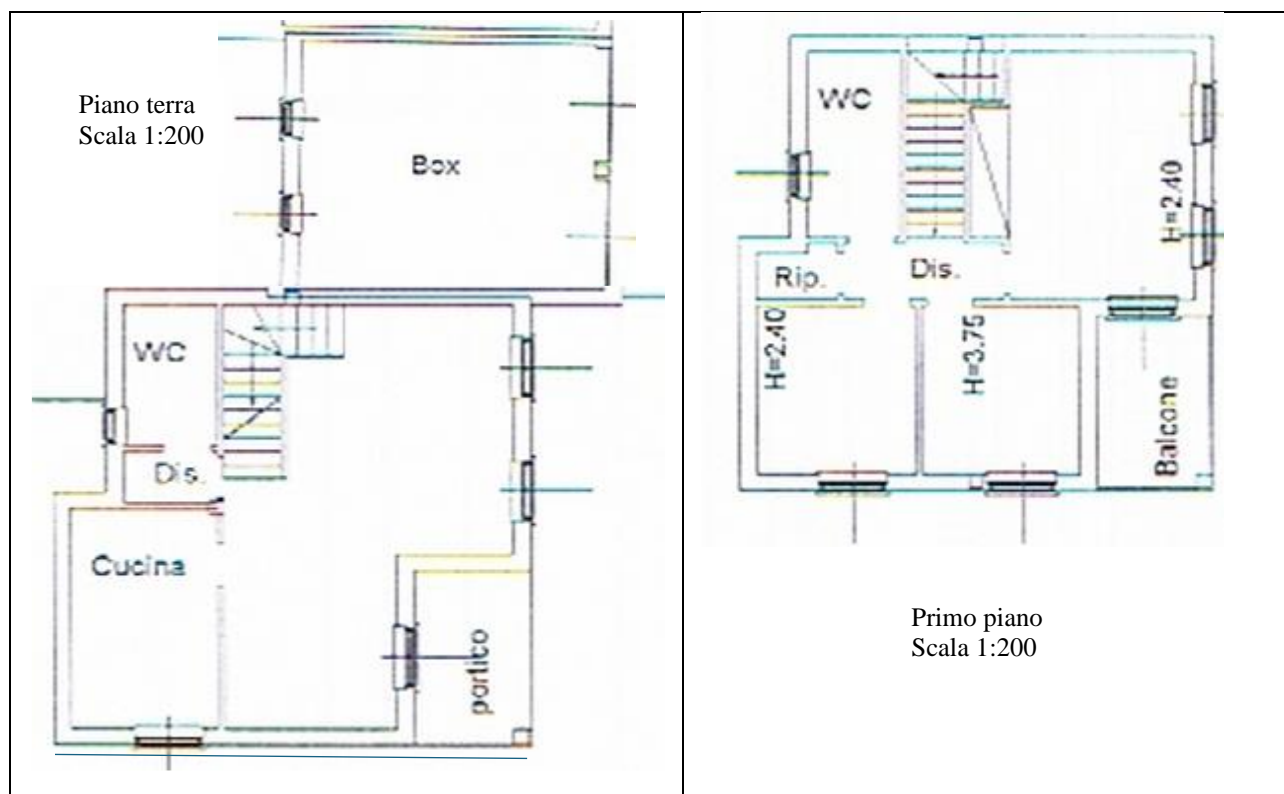
II Sessione 2024

Sezione B - Settore Industriale

Classe di Laurea (Ingegneria Elettrica)

TEMA N° 3 DI INGEGNERIA Elettrica

Una villa monofamiliare è suddivisa su due livelli. Nel disegno ne è rappresentata la planimetria, in scala 1:200.



L'altezza dei locali al piano terra è 2,70 m, come pure al primo piano. L'altezza del box è 2,40 m.

Sulla falda del tetto, che ha in inclinazione di 30° ed è orientata a sud, è possibile installare un impianto fotovoltaico della potenza di picco pari a 4.5 kW.

Si sceglie anche di installare un sistema di accumulo elettrochimico da posizionare nel box della capacità di 6 kWh.

E' inoltre previsto un sistema di climatizzazione la cui potenza massima è di 4 kW.

La villetta è connessa alla rete pubblica di bassa tensione, connessione monofase.

Rispondere ai seguenti quesiti:

1. Descrivere lo schema di connessione alla rete di distribuzione pubblica e i dispositivi previsti;
2. Eseguire il dimensionamento di massima il sistema PV-Accumulo-Inverter (per le caratteristiche elettriche dei componenti si faccia riferimento alle tabelle allegate);
3. Disegnare lo schema unifilare dell'impianto elettrico;
4. Dimensionare l'impianto elettrico (limitatamente alla sezione dei cavi e ai relativi sistemi di protezione dalle sovracorrenti) adottando opportune scelte (motivandole) in merito alla scelta dei punti luce e delle prese di forza

motrice da installare nei vari locali, come pure per il posizionamento delle apparecchiature del sistema di climatizzazione.

5. Calcolare il valore massimo della resistenza di terra dell'impianto di terra unitamente alla scelta del dispositivo differenziale per la protezione dai contatti indiretti.

Il candidato, adotti le semplificazioni ed i valori per le grandezze non note che ritiene opportuni, dandone adeguata giustificazione.

Caratteristiche Inverter

Modello	3 kW	3.6 kW	5 kW	6 kW
Battery Input Data				
Battery Type	Lead-acid or Li-Ion			
Battery Voltage Range (V)	40-60			
Max. Charging Current (A)	70	90	120	135
Max. Discharging Current (A)	70	90	120	135
External Temperature Sensor	Yes			
Charging Curve	3 Stages / Equalization			
Charging Strategy for Li-Ion Battery	Self-adaption to BMS			
PV String Input Data				
Max. DC Input Power (W)	3900	4680	6500	7800
Rated PV Input Voltage (V)	370 (125-500)			
Start-up Voltage (V)	125			
MPPT Voltage Range (V)	150-425			
Full Load DC Voltage Range (V)	300-425			
PV Input Current (A)	13	13+13		
Max. PV ISC (A)	17	17+17		
Number of MPPT / Strings per MPPT	1/1	2/1+1		
AC Output Data				
Rated AC Output and UPS Power (W)	3000	3600	5000	6000
Max. AC Output Power (W)	3300	3690	5500	6600
AC Output Rated Current (A)	13.6	16.4	22.7	27.3
Max. AC Current (A)	15	18	25	30
Max. Continuous AC Passthrough (A)	35			40
Peak Power (off grid)	2 time of rated power, 10 S			
Power Factor	0.8 leading to 0.8 lagging			
Output Frequency and Voltage	50/60Hz; L/N/PE 220/230Vac (single phase)			
Grid Type	Single Phase			
DC injection current (mA)	THD<3% (Linear load<1.5%)			
Efficiency				
Max. Efficiency	97.60%			
Euro Efficiency	97.00%			
MPPT Efficiency	99.90%			
Protection				
Integrated	PV Input Lightning Protection, Anti-islanding Protection, PV String Input Reverse Polarity Protection, Insulation Resistor Detection, Residual Current Monitoring Unit, Output Over Current Protection, Surge protection			
Certifications and Standards				
Grid Regulation	CEI 0-21, VDE-AR-N 4105, NRS 097, IEC 62116, IEC 61727, G99, G98, VDE 0126-1-1, RD 1699, C10-11			
Safety EMC / Standard	IEC/EN 61000-6-1/2/3/4, IEC/EN 62109-1, IEC/EN 62109-2			

Caratteristiche pannello fotovoltaico

400~415W

POWER RANGE

0~+5W

POWER SORTING

21.3%

MAX MODULE
EFFICIENCY

≤ 2.0%

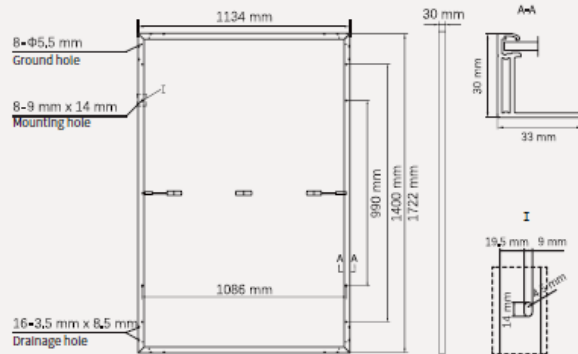
FIRST YEAR
POWER DEGRADATION

≤ 0.55%

YEAR 2-25
POWER DEGRADATION

Mechanical Specifications

Outer dimensions (L x W x H)	1722 x 1134 x 30 mm
Cell type	P type mono-crystalline
No. of cells	108 (6*18)
Frame technology	Aluminum, black or silver anodized
Front glass thickness	3.2 mm
Cable length (Including connector)	Portrait: (+)350 mm, (-)250 mm; Customized length
Cable diameter (IEC/UL)	4 mm ² / 12 AWG
Maximum mechanical test load	5400 Pa (front) / 2400 Pa (back)
Connector type (IEC/UL)	HCB40 (Standard) / MC4-EVO2A (Optional)
Module weight	21.3 kg
Packing unit	36 pcs / box (Subject to sales contract)
Weight of packing unit (for 40' HQ container)	811 kg
Modules per 40' HQ container	936 pcs



Electrical Specifications

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25° C, AM=1.5

Rated output (Pmpp / Wp)	400	405	410	415
Rated voltage (Vmpp / V)	31.09	31.26	31.43	31.60
Rated current (Impp / A)	12.86	12.96	13.05	13.13
Open circuit voltage (Voc / V)	37.00	37.20	37.40	37.60
Short circuit current (Isc / A)	13.65	13.76	13.88	13.99
Module efficiency	20.5%	20.7%	21.0%	21.3%

NMOT: Irradiance 800W/m², Ambient Temperature 20° C, AM=1.5, Wind Speed 1m/s

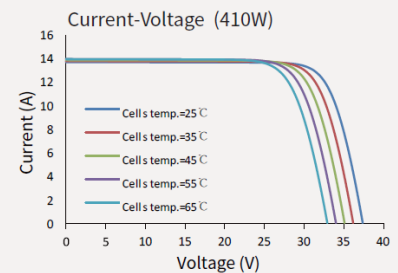
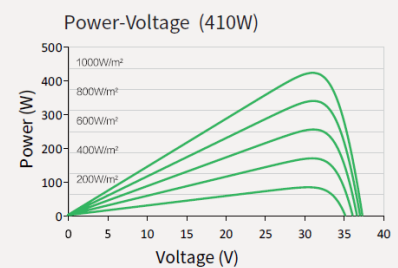
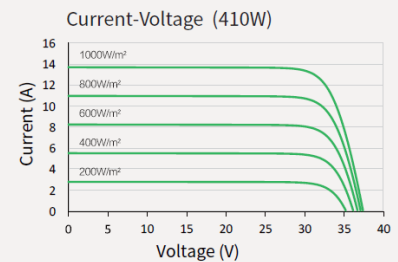
Rated output (Pmpp / Wp)	298.9	302.7	306.4	310.1
Rated voltage (Vmpp / V)	28.98	29.13	29.29	29.45
Rated current (Impp / A)	10.32	10.39	10.46	10.53
Open circuit voltage (Voc / V)	34.97	35.15	35.34	35.53
Short circuit current (Isc / A)	11.07	11.17	11.26	11.35

Temperature Ratings (STC)

Temperature coefficient (Pmpp)	-0.34%/°C	No. of diodes	3
Temperature coefficient (Isc)	+0.04%/°C	Junction box IP rating	IP 68
Temperature coefficient (Voc)	-0.25%/°C	Max. series fuse rating	25 A
Nominal module operating temperature (NMOT)	41 ± 2°C	Max. system voltage (IEC/UL)	1500V _{dc}

Operating Parameters

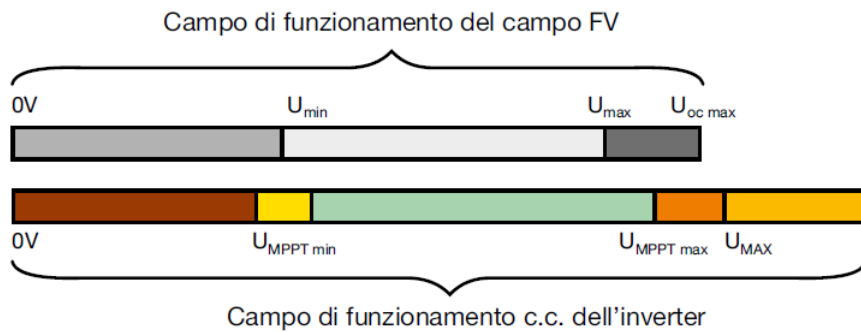
Curve








Caratteristiche batteria di accumulo da 6 kWh

Main Parameter		
Battery Chemistry	LiFePO4	
Capacity (Ah)	120	
Scalability	Max.32 pcs in Parallel(196kWh)	
Nominal Voltage (V)	51.2	
Operating Voltage(V)	43.2~57.6	
Energy (kWh)	6.14	
Usable Energy (kWh) ^[1]	5.53	
Charge/Discharge Current (A)	Recommend ^[2]	60
	Max. ^[2]	100
	Peak(2mins,25°C)	150
Other Parameter		
Recommend Depth of Discharge	90%	
Dimension (W/H/D, mm)	460*720*143(Depth of 160mm With Hanging Board)	
Weight Approximate(kg)	55	
Master LED Indicator	5LED(SOC:20%~SOC100%),3LED (working, alarming, protecting)	
IP Rating of Enclosure	IP65	
Operating Temperature	Charge:0~55°C / Discharge:-20°C~55°C	
Storage Temperature	0°C~35°C	
Humidity	5%~95%	
Altitude	≤2000m	
Cycle Life	≥6000(25°C±2°C,0.5C/0.5C,70%EOL)	
Installation	Wall-Mounted, Floor-Mounted	
Communication Port	CAN2.0, RS485	
Warranty Period ^[3]	10 years	
Energy Throughput ^[3]	20MWh@70%EOL	
Certification	UN38.3, UL1973, FCC, IEC62619, CE, CEI 0-21	

Condizioni per il coordinamento Inverter – PV



-  Mancata accensione dell'inverter
-  Eventuale dipendenza del limite inferiore di funzionamento della tensione della Rete
-  Funzionamento sicuro
-  Blocco per sovratensione di ingresso
-  Possibile danneggiamento dell'inverter

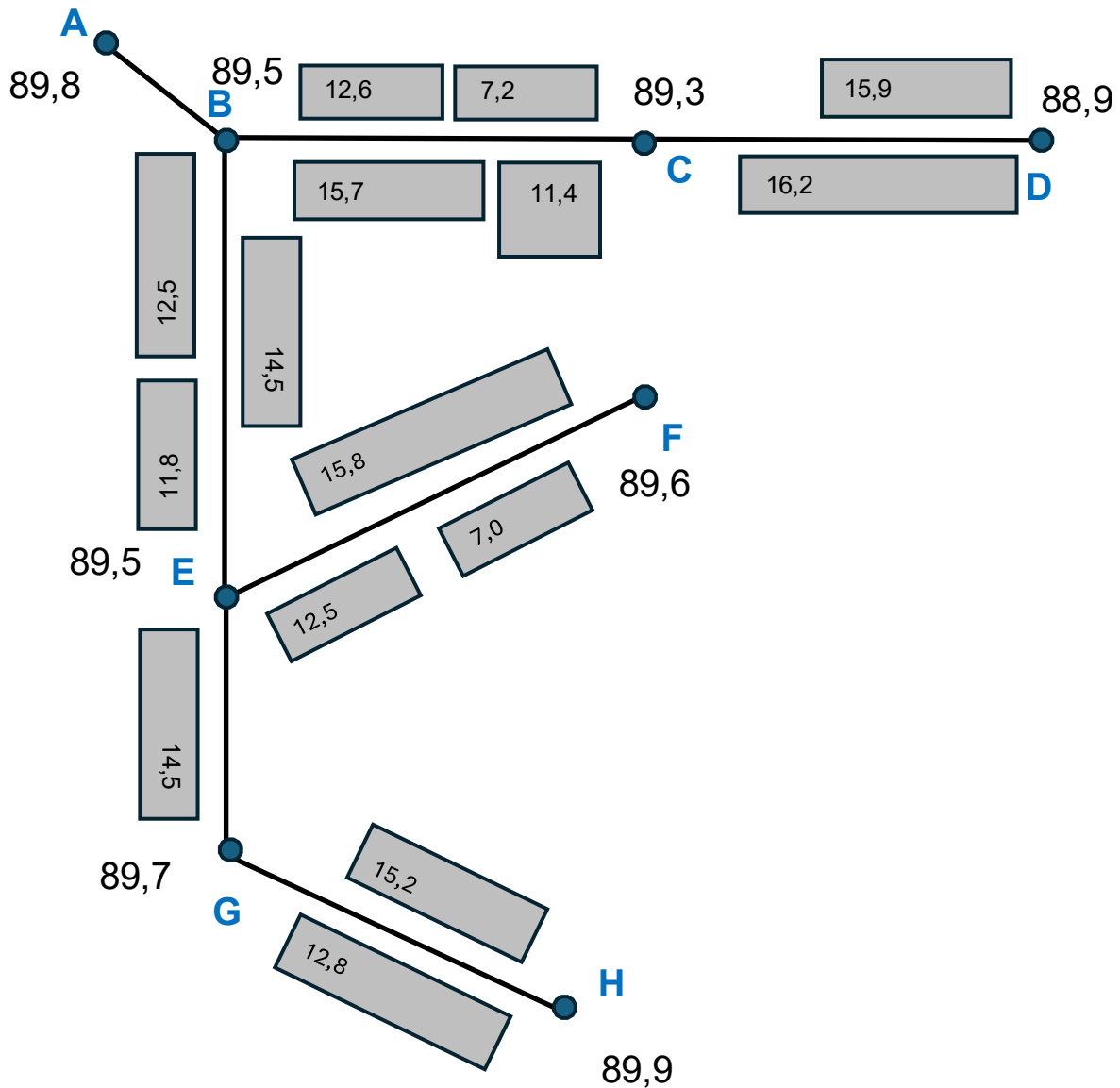
Legenda:

- U_{min} tensione del campo fotovoltaico con irraggiamento standard, in corrispondenza della temperatura massima di lavoro prevista per i moduli fotovoltaici nel sito di installazione
- U_{max} tensione del campo fotovoltaico con irraggiamento standard, in corrispondenza della temperatura minima di lavoro prevista per i moduli fotovoltaici nel sito di installazione
- $U_{oc\ max}$ tensione a vuoto del campo fotovoltaico, in corrispondenza della temperatura minima di lavoro prevista per i moduli fotovoltaici nel sito di installazione
- $U_{MPPT\ min}$ tensione di funzionamento minima in ingresso ammessa dall'inverter
- $U_{MPPT\ max}$ tensione di funzionamento massima in ingresso ammessa dall'inverter
- U_{MAX} tensione massima in ingresso sopportabile dall'inverter

Esame di Stato per l'abilitazione alla professione di Ingegnere
II Sessione 2024
Sezione B – Settore Civile e Ambientale – Classe di Laurea in Ingegneria Civile

TEMA N.1 DI IDRAULICA

Con riferimento all'andamento planimetrico riportato nella figura seguente, si dimensiona la rete di distribuzione idrica a servizio di un'area residenziale.



Scala 1:2000

Rappresentazione grafica del problema

Il nodo A rappresenta il nodo di alimentazione della rete di distribuzione idrica, in cui è garantita una pressione di 3 bar. La quota geometrica del piano campagna (in metri sul livello del mare) in corrispondenza dei nodi della rete, così come l'altezza dei fabbricati (in metri) sono indicate in figura.

La tabella seguente riporta la popolazione gravante su ciascun tronco della rete:

Tronco	Popolazione [ab]
AB	0
BC	115
CD	110
BE	108
EF	105
EG	50
GH	90

Sono richieste:

- La stima delle portate di progetto e il dimensionamento dei tronchi della rete, con l'indicazione del materiale scelto.
- L'illustrazione delle verifiche antincendio a cui sottoporre la rete, precisandone portate e vincoli di quota piezometrica.

Il candidato presenti il suo lavoro sotto forma di relazione progettuale, corredata degli schemi grafici che ritiene necessari per meglio rappresentare l'idea progettuale.

**Esame di Stato per l'abilitazione alla professione di Ingegnere
II Sessione 2024**

**Sezione B - Settore Ingegneria dell'Informazione
Classe di Laurea (Ingegneria Biomedica)
SCELTA N°2 DI INGEGNERIA BIOMEDICA
Il candidato svolga uno dei seguenti temi a scelta**

Tema # 1

La telemedicina consente di:

- assistere e fare visite di controllo ai pazienti;
- inviare e ricevere documenti, diagnosi e referti.

Il candidato scelga uno degli argomenti elencati e lo sviluppi con esempi e idee progettuali.

Tema # 2

Il candidato esponga le specifiche generali di un fascicolo sanitario basato su database. In particolare, si progetti un fascicolo sanitario per la condivisione di informazioni tra medici specialisti.

Tema # 3

Il candidato esponga le specifiche generali dei trasduttori di temperatura. In particolare, si facciano esempi e si sviluppi una semplice idea progettuale.

Esame di Stato per l'abilitazione alla professione di
Ingegnere
II Sessione 2024
Sezione A - Settore Ingegneria Industriale
Classe di Laurea LM-25 Ingegneria
dell'Automazione

Tema 3 di Automazione

Si consideri il sistema dinamico in figura rappresentante l'infusione di un farmaco per via endovenosa.

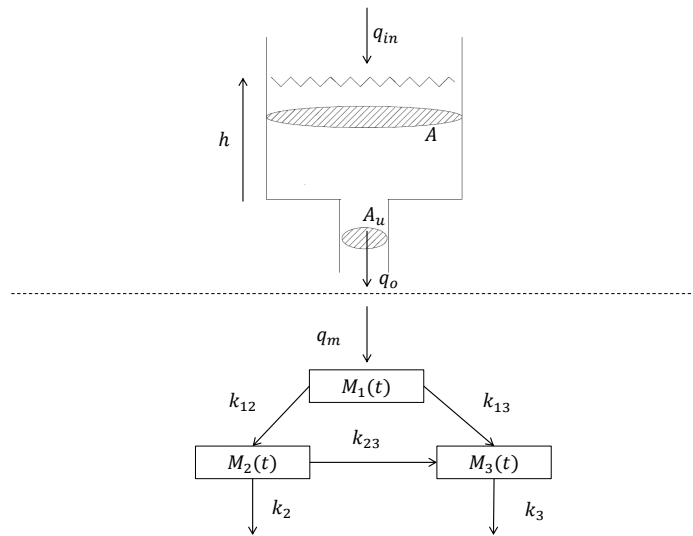


Figure 3: Schematizzazione del sistema da controllare

La sacca contenente il farmaco di densità ρ è rappresentata schematicamente tramite una vasca di area di base A e sezione di uscita A_u . La portata volumetrica di ingresso $q_{in}(t)$ è gestita da un operatore esterno. La portata volumetrica di uscita dalla flebo è funzione non lineare del livello $h(t)$ ed è pari a $q_o(t) = A_u \sqrt{2gh(t)}$. Il sistema compartimentale rappresenta il corpo umano che assume il farmaco per infusione. La portata di massa in ingresso al compartimento 1 è dunque $q_m(t) = q_o(t)\rho$ con ρ densità del farmaco. Le masse nei vari compartimenti sono misurate in Kg .

I parametri del sistema assumano i seguenti valori:

$$\begin{aligned}\rho &= 1 \text{ Kg/m}^3 \\ A &= 0.001 \text{ m}^2 \\ A_u &= A/\sqrt{2g} \text{ m}^2 \\ g &= 9.81 \text{ m/s}^2 \\ k_{12} &= 1/3 \text{ s}^{-1} \\ k_{13} &= 2/3 \text{ s}^{-1} \\ k_{23} &= 1/2 \text{ s}^{-1} \\ k_2 &= 1/2 \text{ s}^{-1} \\ k_3 &= 1 \text{ s}^{-1}\end{aligned}$$

1. Si ricavino le equazioni del sistema dinamico complessivo, considerando come uscita la massa di farmaco nel compartimento 3.
2. Si calcolino stato e uscita di equilibrio corrispondenti ad un ingresso di equilibrio $\bar{u} = 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$. Si linearizzi poi il sistema intorno a tale punto di equilibrio, riportando l'espressione in spazio di stato e definendo opportunamente le matrici ed i segnali del sistema linearizzato.
3. Si indichi come calcolare la funzione di trasferimento che descrive il legame dinamico forzato tra ingresso controllabile e uscita del sistema linearizzato. (N.B. : non è necessario svolgere i conti). Si consideri da questo punto in poi la funzione di trasferimento:

$$G(s) = \frac{833(1 + 0.8s)}{(1 + s)^3(1 + 2000s)} \quad (3)$$

4. Con riferimento a $G(s)$, si progetti un controllore PI stabilizzante, con funzione di trasferimento $R(s)$, che garantisca le seguenti caratteristiche:
 - Margine di fase $\phi_m \geq 75^\circ$.
 - Errore a transitorio esaurito nullo a fronte di variazioni di setpoint a scalino e a fronte di disturbi di processo a scalino.
 - Tempo di assestamento del sistema in anello chiuso $\leq 600 \text{ s}$.
 - Attenuazione di almeno un fattore 10 di disturbi di misura sinusoidali caratterizzati da pulsazioni $\geq 0.1 \text{ rad/s}$.

Si riportino i diagrammi di Bode approssimati dei moduli di $G(s)$ e di $L(s) = R(s)G(s)$ (N.B.: non è necessario usare la carta semilogaritmica), e si disegni lo schema di controllo *per il sistema linearizzato*. Si disegni inoltre la risposta ad uno scalino unitario della funzione di sensitività complementare $F(s)$ (applicando se necessario l'approssimazione al polo dominante).

5. Si discretizzi la funzione di trasferimento del regolatore $R(s)$ per una sua implementazione digitale, con tempo di campionamento $T_s = 130 \text{ s}$. Si discutano le implicazioni di tali operazioni sulla stabilità del sistema in anello chiuso e sui suoi margini di robustezza.
6. Si consideri la presenza di un eventuale ritardo di attuazione $T_d = 20 \text{ s}$, dovuto all'intervento dell'operatore umano. Si modifichi *lo schema di controllo per il sistema linearizzato* in modo da poter trascurare l'effetto del ritardo per quanto concerne il design del regolatore PI.
7. Si consideri ora la presenza di una saturazione della portata in ingresso. Si discuta il problema del windup integrale e si modifichi lo schema di controllo *per il sistema linearizzato* per mitigarne gli effetti.
8. Si disegni infine lo schema di controllo *complessivo*, applicato al *sistema nonlineare*, includendo tutti gli elementi introdotti ai punti precedenti.

Esame di Stato per l'abilitazione alla professione di Ingegnere

II Sessione 2024

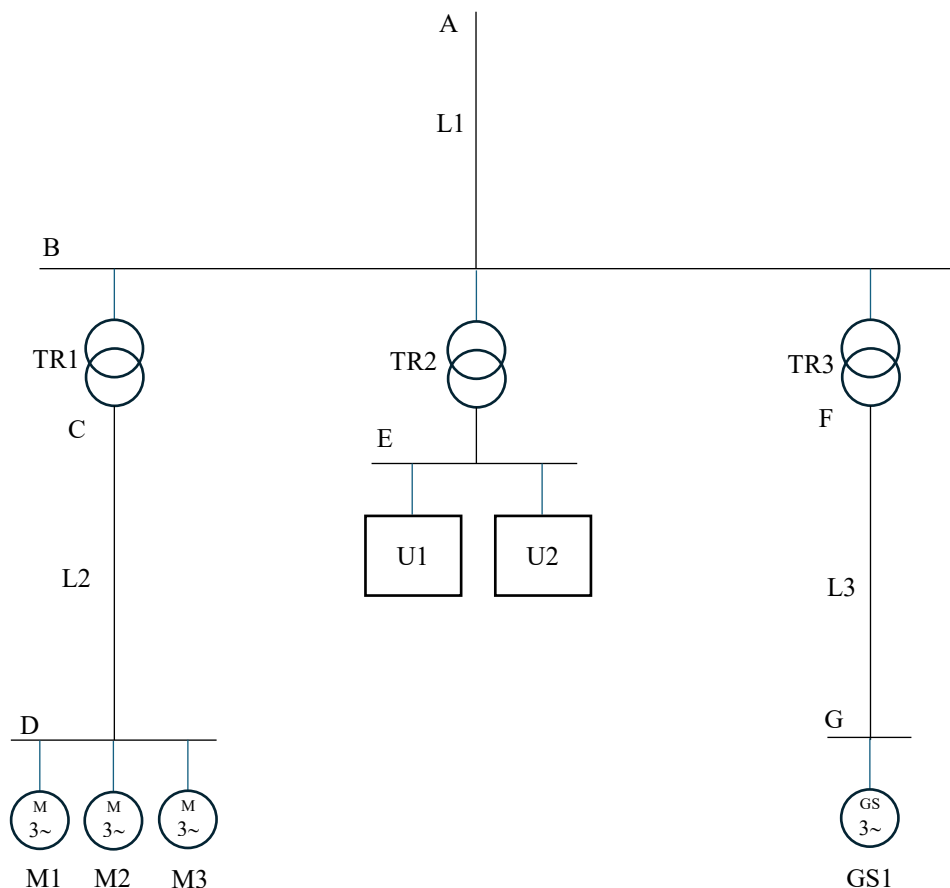
Sezione A - Settore Industriale

Classe di Laurea (Ingegneria Elettrica)

TEMA N° 3 DI INGEGNERIA Elettrica

Un'azienda è alimentata dal distributore in media tensione secondo lo schema rappresentato in figura: dalla cabina di consegna (punto A) parte una linea L1 in MT che alimenta lo stabilimento. I carichi a valle del trasformatore TR1 sono costituiti da tre motori asincroni di eguali caratteristiche.

A valle del trasformatore TR2, sono presenti due carichi U1 e U2, mentre a valle del trasformatore TR3 è presente una centrale di generazione con un generatore sincrono.



Di seguito sono riportate le caratteristiche dell'impianto.

Punto di alimentazione A (rete MT)

Tensione nominale $V_n = 23 \text{ kV}$

Corrente di corto circuito $I_k = 15 \text{ kA}$

Linee

Linea	Lunghezza [m]
L1	150
L2	50
L3	80

Trasformatori

Trasformatore	TR1	TR2	TR3
Potenza nominale [kVA]	1250	1250	1250
Tensioni nominali V_{1n}/V_{2n} [kV]	23/0.400	23/0.400	23/6
Frequenza [Hz]	50	50	50
Tensione di corto circuito relativa a 75°C [%]	6	6	5

Utilizzatori

Utilizzatore	P_n [kW]	$\cos \varphi_n$
U1	300	0.8 R
U2	450	0.7 R

Motori asincroni

Motori asincroni M1, M2 e M3	
Potenza nominale [kW]	250
Tensione nominale V_n [V]	400
Frequenza [Hz]	50
Fattore di potenza	0.85
N° di poli	6

Generatore sincro

Generatore sincro GS1	
Potenza nominale [kVA]	700
Potenza del motore primo [kW]	650
Tensione nominale V_n [kV]	6
Frequenza [Hz]	50
Fattore di potenza	0.80
N° di poli	4
Reattanza X_d'' p.u.	0.16

Si supponga costante la tensione nel punto di consegna e pari alla nominale.

Il candidato, adotti le semplificazioni ed i valori per le grandezze non note che ritiene opportuni, dandone opportuna giustificazione.

Domande:

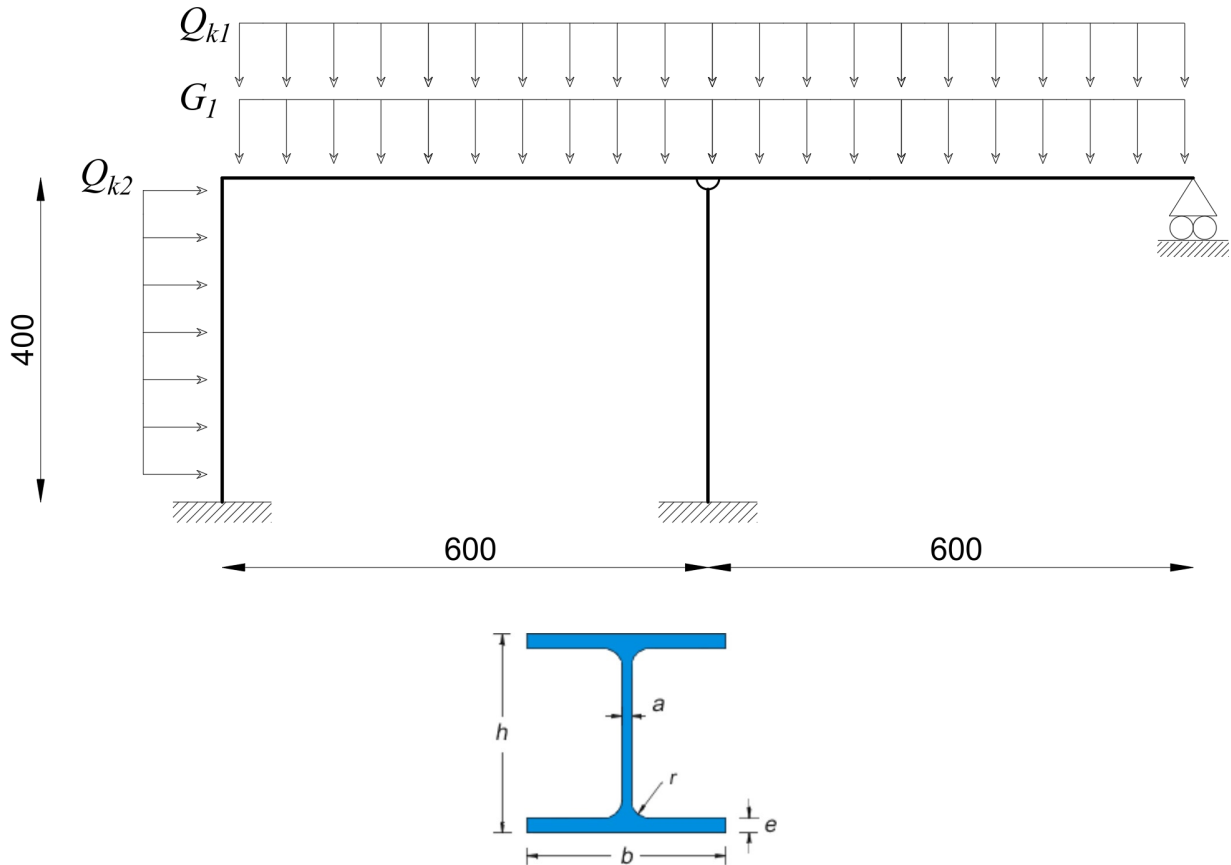
1. calcolare il valore della componente simmetrica subtransitoria della corrente di corto circuito trifase nei punti C, E e F;
2. Dimensionare i collegamenti L1, L2 e L3 e la relativa protezione: il candidato scelga (adducendone motivazione supportata anche da calcoli numerici) se alimentare con una linea dedicata i singoli motori M1, M2 e M3 oppure (come indicato in figura) adottare una linea unica.
3. Verificare e discutere la necessità di una batteria di condensatori statici per attuare il rifasamento, al fine di non pagare penali alla Società di distribuzione nelle ipotesi seguenti:

Ore di funzionamento

Utilizzatore	F1 [h]	F2 [h]	F3 [h]	Potenza assorbita
U1	180	50	100	100% Potenza nominale
U2	150	100	150	80% Potenza nominale
M1	150	50	0	Potenza nominale
M2	150	80	50	Potenza nominale
M3	150	80	50	Potenza nominale
GS1	Non in servizio			

4. In figura, i trasformatori TR1, TR2, TR3 e la linea L1 sono connessi alla sbarra unica B. Commentare soluzioni alternative che migliorino l'affidabilità del sistema rappresentandone il relativo schema elettrico.
5. Tracciare lo schema unifilare del quadro nella cabina di ricezione (punto A) e del quadro di bassa tensione a valle del trasformatore TR1, comprensivo dei dati relativi alle apparecchiature di misura e di protezione.

Esame di Stato per l'abilitazione alla professione di Ingegnere
II Sessione 2024
Sezione A – Settore Civile e Ambientale
TEMA N.1 DI STRUTTURE



Sigla HEB	b mm	h mm	a mm	e mm	r mm	Peso kg/m	Sezione cm ²	Momenti di inerzia		Moduli di resistenza		Raggi di inerzia	
								Jx cm ⁴	Jy cm ⁴	Wx cm ³	Wy cm ³	ix cm	iy cm
260	260	260	10,0	17,5	24	93,0	118,4	14.920	5.135	1.148	395,0	11,22	6,58

È assegnato il telaio in Acciaio S355 in figura (quote in cm). Viene utilizzata un'unica sezione HEB 260 i cui profili sono disposti secondo l'asse forte. I carichi agenti sono i seguenti:

- Pesì propri;
- $G_1 = 20 \text{ kN/m}$: carico permanente compiutamente definito;
- $Q_{k1} = 22 \text{ kN/m}$: carico variabile;
- $Q_{k2} = 10 \text{ kN/m}$: vento (da assumersi con intensità e verso indicati).

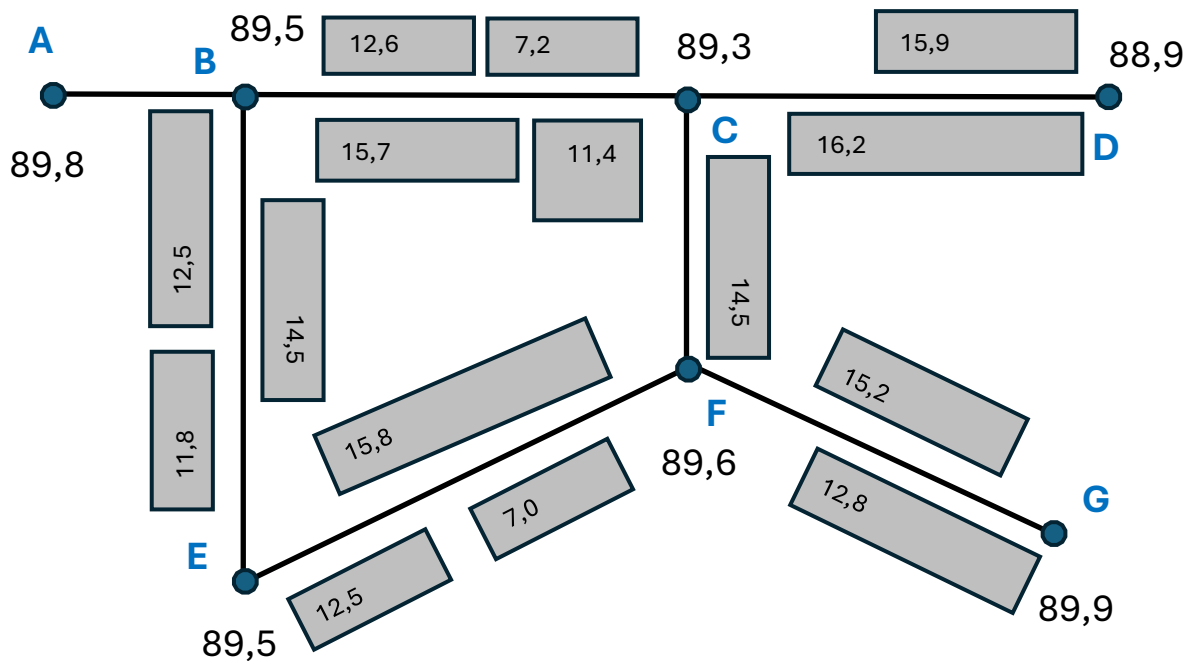
Considerando unicamente una combinazione di carico di tipo fondamentale agli SLU ai sensi delle NTC 2018, nell'ipotesi di rigidità assiale infinita per tutti i profili, si richiede di:

1. Risolvere la struttura in maniera esatta con i metodi della scienza e della tecnica delle costruzioni (è richiesto il tracciamento dei diagrammi delle azioni interne e la determinazione delle reazioni vincolari);
2. Verificare pilastri e trave continua;
3. Progettare e verificare la connessione a cerniera tra pilastro centrale e trave.
4. Calcolare la rotazione della sezione estrema destra della trave in corrispondenza del carrello.
5. Redigere un computo (puramente) metrico dell'opera e un cronoprogramma lavori.

Esame di Stato per l'abilitazione alla professione di Ingegnere
II Sessione 2024
Sezione A – Settore Civile e Ambientale – Classe di Laurea in Ingegneria Civile

TEMA N.1 DI IDRAULICA

Con riferimento all'andamento planimetrico riportato nella figura seguente, si dimensiona la rete di distribuzione idrica a servizio di un'area residenziale.



Scala 1:2000

Rappresentazione grafica del problema

Il nodo A rappresenta il nodo di alimentazione della rete di distribuzione idrica, in cui è garantita un'altezza piezometrica di 29 m. La quota geometrica del piano campagna (in metri sul livello del mare) in corrispondenza dei nodi della rete, così come l'altezza dei fabbricati (in metri) sono indicate in figura.

La tabella seguente riporta la popolazione gravante su ciascun tronco della rete:

Tronco	Popolazione [ab]
AB	0
BC	115
CD	110
BE	108
EF	105
CF	50
FG	90

Sono richieste:

- La stima delle portate di progetto e il dimensionamento dei tronchi della rete, con l'indicazione del materiale scelto.
- Il posizionamento di saracinesche di intercettazione e di idranti antincendio.
- La redazione di una sezione di posa delle condotte.
- L'illustrazione delle verifiche a cui sottoporre la rete, precisando per ciascuna portate e vincoli di quota piezometrica.

Il candidato presenti il suo lavoro sotto forma di relazione progettuale, corredata degli schemi grafici che ritiene necessari per meglio rappresentare l'idea progettuale.

Esame di Stato per l'abilitazione alla professione di Ingegnere
II Sessione 2024
Sezione A – Settore Civile e Ambientale – Classe di Laurea Ingegneria per l'Ambiente e il territorio

TEMA N.1 DI INGEGNERIA SANITARIA

La fognatura al servizio di un centro abitato con popolazione residente di 155.000 AE è di tipo misto. Il coefficiente di afflusso in fognatura è pari a 0,8. L'impianto deve rispettare allo scarico i limiti delle Tab. 1 e 2 del Dlgs 152/2006 (verificare il rispetto di tali limiti una volta individuata la filiera ottimale).

L'acqua di scarico presenta una concentrazione di $N-NH_4^+$ di 30 mg/L, $N-NO_3^-$ di 45 mg/L e di P_{tot} pari a 15 mg/L.

Il candidato:

1. 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 scelte dei vari trattamenti ed indicando, per ciascuna fase, le finalità;

2. **dimensioni la linea acque** (ad eccezione dei pre-trattamenti) e la **linea** di trattamento **fanghi**. Per il dimensionamento della fase biologica della linea acque si consideri che:

-il rapporto BOD_5/COD è pari a 0,55;

-il rapporto SSV/SST è pari a 0,7 con un valore di SSV pari a 3,5 g/L.

Per la fase di disinfezione finale con ipoclorito di sodio il candidato riporti la pianta indicando le dimensioni ed il numero di inversioni di flusso; si tenga presente di dimensionare la fase di stoccaggio del disinfettante prevedendo un'autonomia di almeno 18 giorni.

3. rediga una **relazione tecnica**.

ALLEGATO 5

LIMITI DI EMISSIONE DEGLI SCARICHI IDRICI

1. SCARICHI IN CORPI D'ACQUA SUPERFICIALI

1.1 ACQUE REFLUE URBANE

Gli scarichi provenienti da impianti di trattamento delle acque reflue urbane devono conformarsi, secondo le scadenze temporali indicate, ai valori limiti definiti dalle Regioni in funzione degli obiettivi di qualità e, nelle more della suddetta disciplina, alle leggi regionali vigenti alla data di entrata in vigore del presente decreto.

Gli scarichi provenienti da impianti di trattamento delle acque reflue urbane:

- se esistenti devono conformarsi secondo le scadenze temporali indicate al medesimo articolo alle norme di emissione riportate nella tabella 1,
- se nuovi devono essere conformi alle medesime disposizioni dalla loro entrata in esercizio.

Gli scarichi provenienti da impianti di trattamento delle acque reflue urbane devono essere conformi alle norme di emissione riportate nelle tabelle 1 e 2. Per i parametri azoto totale e fosforo totale le concentrazioni o le percentuali di riduzione del carico inquinante indicate devono essere raggiunti per uno od entrambi i parametri a seconda della situazione locale.

Devono inoltre essere rispettati nel caso di fognature che convogliano anche scarichi di acque reflue industriali i valori limite di tabella 3 ovvero quelli stabiliti dalle Regioni.

Tabella 1. Limiti di emissione per gli impianti di acque reflue urbane.

Potenzialità impianto in A.E. (abitanti equivalenti)	2.000 - 10.000		>10.000	
	Concentrazione	% di riduzione	Concentrazione	% di riduzione
Parametri (media giornaliera) (1)				
BOD5 (senza nitrificazione) mg/L (2)	≤ 25	70-90 (5)	≤ 25	80
COD mg/L (3)	≤ 125	75	≤ 125	75
Solidi Sospesi mg/L (4)	≤ 35 (5)	90 (5)	≤ 35	90

- (1) Le analisi sugli scarichi provenienti da lagunaggio o fitodepurazione devono essere effettuati su campioni filtrati, la concentrazione di solidi sospesi non deve superare i 150 mg/L
- (2) La misurazione deve essere fatta su campione omogeneizzato non filtrato, non decantato. Si esegue la determinazione dell'ossigeno disciolto anteriormente e posteriormente ad un periodo di incubazione di 5 giorni a 20 °C ± 1 °C, in completa oscurità, con aggiunta di inibitori di nitrificazione.
- (3) La misurazione deve essere fatta su campione omogeneizzato non filtrato, non decantato con bicromato di potassio.

(4) La misurazione deve essere fatta mediante filtrazione di un campione rappresentativo attraverso membrana filtrante con porosità di 0,45 µm ed essiccazione a 105 °C con conseguente calcolo del peso, oppure mediante centrifugazione per almeno 5 minuti (accelerazione media di 2800-3200 g), essiccazione a 105 °C e calcolo del peso.

(5) la percentuale di riduzione del BOD5 non deve essere inferiore a 40. Per i solidi sospesi la concentrazione non deve superare i 70 mg/L e la percentuale di abbattimento non deve essere inferiore al 70%.

Tabella 2. Limiti di emissione per gli impianti di acque reflue urbane recapitanti in aree sensibili.

Parametri (media annua)	Potenzialità impianto in A.E.			
	10.000 - 100.000		> 100.000	
	Concentrazione	% di riduzione	Concentrazione	% di riduzione
Fosforo totale (P mg/L) (1)	≤ 2	80	≤ 1	80
Azoto totale (N mg/L) (2) (3)	≤ 15	70-80	≤ 10	70-80

- (1) Il metodo di riferimento per la misurazione è la spettrofotometria di assorbimento molecolare.
- (2) Per azoto totale si intende la somma dell'azoto Kieldahl (N. organico + NH₃) + azoto nitrico + azoto nitroso. Il metodo di riferimento per la misurazione è la spettrofotometria di assorbimento molecolare.
- (3) In alternativa al riferimento alla concentrazione media annua, purché si ottenga un analogo livello di protezione ambientale, si può fare riferimento alla concentrazione media giornaliera che non può superare i 20 mg/L per ogni campione in cui la temperatura dell'effluente sia pari o superiore a 12 gradi centigradi. Il limite della concentrazione media giornaliera può essere applicato ad un tempo operativo limitato che tenga conto delle condizioni climatiche locali.

Il punto di prelievo per i controlli deve essere sempre il medesimo e deve essere posto immediatamente a monte del punto di immissione nel corpo recettore. Nel caso di controllo della percentuale di riduzione dell'inquinante, deve essere previsto un punto di prelievo anche all'entrata dell'impianto di trattamento. Di tali esigenze si dovrà tener conto anche nella progettazione e modifica degli impianti, in modo da agevolare l'esecuzione delle attività di controllo.

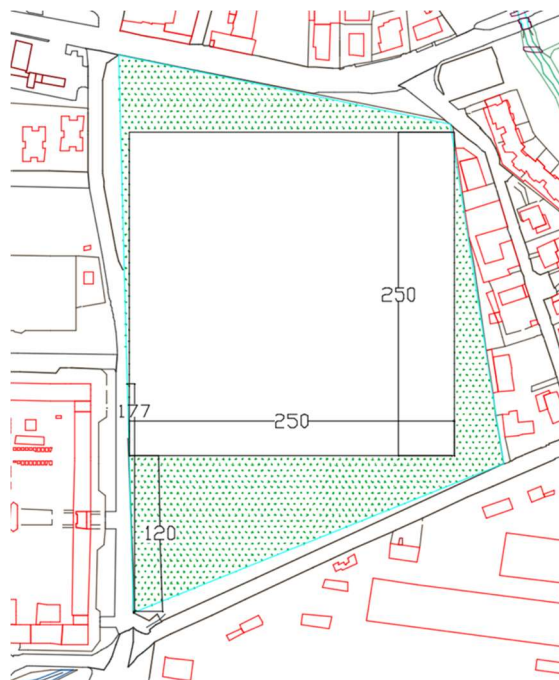
Per il controllo della conformità dei limiti indicati nelle tabelle 1 e 2 e di altri limiti definiti in sede locale vanno considerati i campioni medi ponderati nell'arco di 24 ore.

ESAME DI STATO PER LA PROFESSIONE DI INGEGNERE
21 novembre 2024
TESTO N. 1 – Edile Architettura

All'interno dell'area Ex-Dogana di Pavia



Si consideri un'area quadrata di 250 m per lato (come da immagine seguente), contornata da parco verde.



Si consideri la presenza del Cimitero ad est, con presenza di vincolo cimiteriale (da valutare in base alla normativa vigente e tenendo conto delle opzioni presenti nella normativa stessa) nell'area oggetto di studio.

Definire:

- i principali parametri urbanistici (Sf, Ai, Aii, Rc di progetto, If);
- planivolumetrico con indicazione delle funzioni e delle altezze (o numero dei piani);
- individuazione delle aree da destinare a parcheggi pertinenziali.

Con:

Sf = superficie fondiaria

Ai = area di urbanizzazione primaria

Aii = area di urbanizzazione secondaria

Rc = rapporto di copertura

If = indice di utilizzazione fondiaria (espresso in mq/mq)

Considerando i seguenti dati:

It = 0,6 mq/mq

Mix funzionale:

50 % residenza;

20 % terziario;

30 % commerciale.

Rc max = 0,5 mq/mq

H max = 60 metri

Standard di aree pubbliche per la funzione residenziale: 45 mq/ab

Esame di Stato per l'abilitazione alla professione di
Ingegnere
II Sessione 2024
Sezione A - Settore Ingegneria Industriale
Classe di Laurea LM-25 Ingegneria
dell'Automazione

Tema 2 di Automazione

Si consideri il sistema dinamico in figura rappresentante l'infusione di un farmaco per via endovenosa.

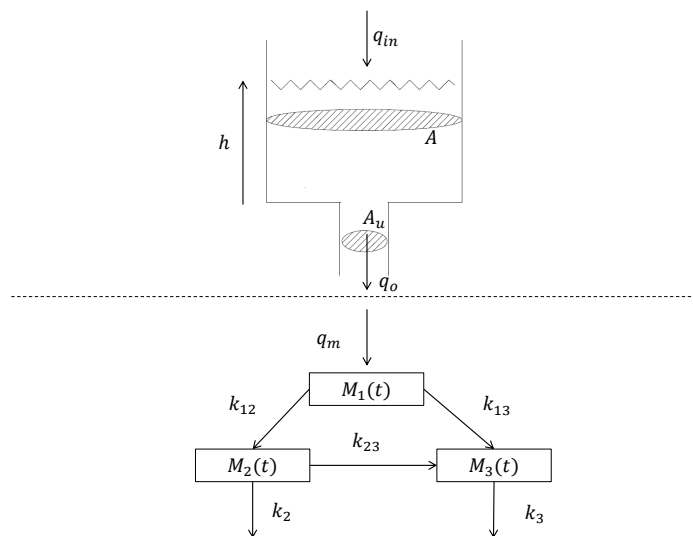


Figure 2: Schematizzazione del sistema da controllare

La sacca contenente il farmaco di densità ρ è rappresentata schematicamente tramite una vasca di area di base A e sezione di uscita A_u . La portata volumetrica di ingresso $q_{in}(t)$ è gestita da un operatore esterno. La portata volumetrica di uscita dalla flebo è funzione non lineare del livello $h(t)$ ed è pari a $q_o(t) = A_u \sqrt{2gh(t)}$. Il sistema compartimentale rappresenta il corpo umano che assume il farmaco per infusione. La portata di massa in ingresso al compartimento 1 è dunque $q_m(t) = q_o(t)\rho$ con ρ densità del farmaco. Le masse nei vari compartimenti sono misurate in Kg .

I parametri del sistema assumano i seguenti valori:

$$\begin{aligned}\rho &= 1 \text{ Kg/m}^3 \\ A &= 0.001 \text{ m}^2 \\ A_u &= A/\sqrt{2g} \text{ m}^2 \\ g &= 9.81 \text{ m/s}^2 \\ k_{12} &= 1/3 \text{ s}^{-1} \\ k_{13} &= 2/3 \text{ s}^{-1} \\ k_{23} &= 1/2 \text{ s}^{-1} \\ k_2 &= 1/2 \text{ s}^{-1} \\ k_3 &= 1 \text{ s}^{-1}\end{aligned}$$

1. Si ricavino le equazioni del sistema dinamico complessivo, considerando come uscita la massa di farmaco nel compartimento 3.
2. Si calcolino stato e uscita di equilibrio corrispondenti ad un ingresso di equilibrio $\bar{u} = 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$. Si linearizzi poi il sistema intorno a tale punto di equilibrio, riportando l'espressione in spazio di stato e definendo opportunamente le matrici ed i segnali del sistema linearizzato.
3. Si indichi come calcolare la funzione di trasferimento che descrive il legame dinamico forzato tra ingresso controllabile e uscita del sistema linearizzato. (N.B. : non è necessario svolgere i conti). Si consideri da questo punto in poi la funzione di trasferimento:

$$G(s) = \frac{833(1 + 0.8s)}{(1 + s)^3(1 + 2000s)} \quad (2)$$

4. Con riferimento a $G(s)$, si progetti un controllore PI stabilizzante, con funzione di trasferimento $R(s)$, che garantisca le seguenti caratteristiche:
 - Margine di fase $\phi_m \geq 75^\circ$.
 - Errore a transitorio esaurito nullo a fronte di variazioni di setpoint a scalino e a fronte di disturbi di processo a scalino.
 - Tempo di assestamento del sistema in anello chiuso $\leq 600 \text{ s}$.
 - Attenuazione di almeno un fattore 10 di disturbi di misura sinusoidali caratterizzati da pulsazioni $\geq 0.1 \text{ rad/s}$.

Si riportino i diagrammi di Bode approssimati dei moduli di $G(s)$ e di $L(s) = R(s)G(s)$ (N.B.: non è necessario usare la carta semilogaritmica), e si disegni lo schema di controllo *per il sistema linearizzato*. Si disegni inoltre la risposta ad uno scalino unitario della funzione di sensitività complementare $F(s)$ (applicando se necessario l'approssimazione al polo dominante).

5. Si discretizzi la funzione di trasferimento del regolatore $R(s)$ per una sua implementazione digitale, con tempo di campionamento $T_s = 110 \text{ s}$. Si discutano le implicazioni di tali operazioni sulla stabilità del sistema in anello chiuso e sui suoi margini di robustezza.
6. Si consideri la presenza di un eventuale ritardo di attuazione $T_d = 40 \text{ s}$, dovuto all'intervento dell'operatore umano. Si modifichi *lo schema di controllo per il sistema linearizzato* in modo da poter trascurare l'effetto del ritardo per quanto concerne il design del regolatore PI.
7. Si consideri ora la presenza di una saturazione della portata in ingresso. Si discuta il problema del windup integrale e si modifichi lo schema di controllo *per il sistema linearizzato* per mitigarne gli effetti.
8. Si disegni infine lo schema di controllo *complessivo*, applicato al *sistema nonlineare*, includendo tutti gli elementi introdotti ai punti precedenti.

Esame di Stato per l'abilitazione alla professione di Ingegnere

II Sessione 2024

Sezione A - Settore Ingegneria dell'Informazione

Classe di Laurea (Ingegneria Biomedica)

SCelta N°2 DI INGEGNERIA BIOMEDICA

Il candidato svolga uno dei seguenti temi a scelta

Tema # 1

Il candidato esponga le specifiche generali dei dispositivi per stimolare le cellule con uno sforzo di taglio in regime laminare. È quindi richiesta la progettazione di una cameretta a piani paralleli; in particolare, tale dispositivo è caratterizzato da:

- Q , portata del fluido pari a $1.1 \text{ cm}^3/\text{s}$
- μ , viscosità del fluido pari a 1.4 sPa
- W , larghezza del dispositivo pari a 2 cm
- h , distanza tra i piani paralleli pari a 0.7 cm

In particolare, si calcoli lo sforzo di taglio sentito dalle cellule.

Tema # 2

Il candidato esponga le specifiche generali di un fascicolo sanitario basato su database. In particolare, si progetti un fascicolo sanitario per la condivisione di informazioni tra medico specialista privato e medico di base pubblico.

Tema # 3

Il candidato esponga le specifiche generali dei trasduttori di posizione angolare. In particolare, si progetti un trasduttore di posizione angolare per determinare la posizione dell'emettitore di raggi X in una macchina TC (diametro = 2.4 m).