

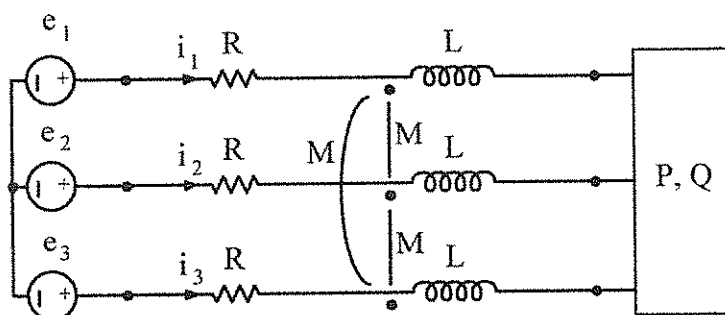
**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE E DI INGEGNERE JUNIOR
PRIMA SESSIONE 2014**

PROVA PRATICA
12 novembre 2014

SETTORE INDUSTRIALE SENIOR
Sottosettore ELETTRICO-AUTOMAZIONE

TEMA N.1

Un generatore trifase alimenta un carico equilibrato mediante una linea costituzionalmente simmetrica, come mostrato in figura.



Le tensioni di fase del generatore hanno i seguenti valori

$$e_1 = 310 \sin(314t)$$

$$e_2 = 310 \sin(314t - 2\pi/3)$$

$$e_3 = 310 \sin(314t + 2\pi/3)$$

ed i parametri della linea valgono:

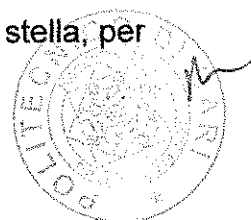
$$R = 1 \, \Omega \quad L = 15 \, \text{mH} \quad M = 5 \, \text{mH}$$

Nell'ipotesi che il circuito funzioni a regime e che il carico assorba le seguenti potenze attiva e reattiva

$$P = 1200 \, [\text{W}] \quad Q = 900 \, [\text{VAR}]$$

determinare:

- 1 - i fasori delle tensioni stellate sul carico;
- 2 - i moduli dei possibili valori delle impedenze equivalenti del carico collegate a triangolo;
- 3 - il valore delle capacità dei condensatori di rifasamento, da collegare a stella, per portare al valore 0,9 il fattore di potenza all'arrivo della linea.



TEMA N.2

Dimensionare (protezione, cavi energia, cavi segnale) le seguenti partenze motore:

- motore trifase asincrono, avviamento diretto, $P = 7.5 \text{ kW}$, $V = 400 \text{ V}$, $\cos \phi = 0.7$, lunghezza linea $L = 35 \text{ m}$;
- motore trifase asincrono, avviamento stella-triangolo, $P = 23 \text{ kW}$, $V = 400 \text{ V}$, $\cos \phi = 0.75$, lunghezza linea $L = 45 \text{ m}$.

Ipotizzare una corrente di cto cto nel quadro pari a $I_{ccp} = 12,3 \text{ kA}$.

Fissare in autonomia ogni dato non fornito ma necessario/utile per il dimensionamento.

Redigere:

- lo schema di potenza;
- lo schema funzionale ipotizzando per entrambi i motori un avviamento/stop manuale e
 - ✓ per il motore (a) un avviamento con sensore di massimo livello;
 - ✓ per il motore (b) un avviamento con sensore di minima pressione.

TEMA N.3

In un impianto chimico, alimentato da un liquido incompressibile, è necessario garantire una portata in ingresso $y(t)$ costante e pari al valore desiderato $r(t) = \text{cost}$ (cfr. figura). Tale portata è rappresentata dall'uscita di un sistema di due serbatoi cilindrici in cascata (S1 ed S2). La portata $u_1(t)$ in ingresso al serbatoio a monte (S1) può essere variata agendo su una elettrovalvola, mentre il serbatoio a valle (S2) è alimentato saltuariamente anche da una portata $u_2(t)$, di ampiezza costante pari a $0.05 \text{ m}^3/\text{s}$, fornita da un impianto secondario. Entrambi i serbatoi sono dotati di valvole in uscita ad apertura costante. Le sezioni dei due serbatoi sono, rispettivamente, pari a $A_1 = 5 \text{ m}$ (serbatoio S1) e $A_2 = 2.5 \text{ m}$ (serbatoio S2). Tra la portata $q_i(t)$ di liquido che attraversa la valvola di uscita di ciascun serbatoio ed il livello di liquido $h_i(t)$ nel medesimo serbatoio sussiste la relazione $q_i(t) = \alpha_i \sqrt{h_i(t)}$ (legge di Torricelli), con $\alpha_1 = \alpha_2 = 1$. La variazione istantanea del volume di liquido all'interno di ciascun serbatoio può essere invece ottenuta dalla differenza tra portate in ingresso e uscita.

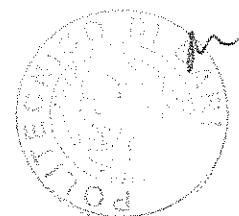
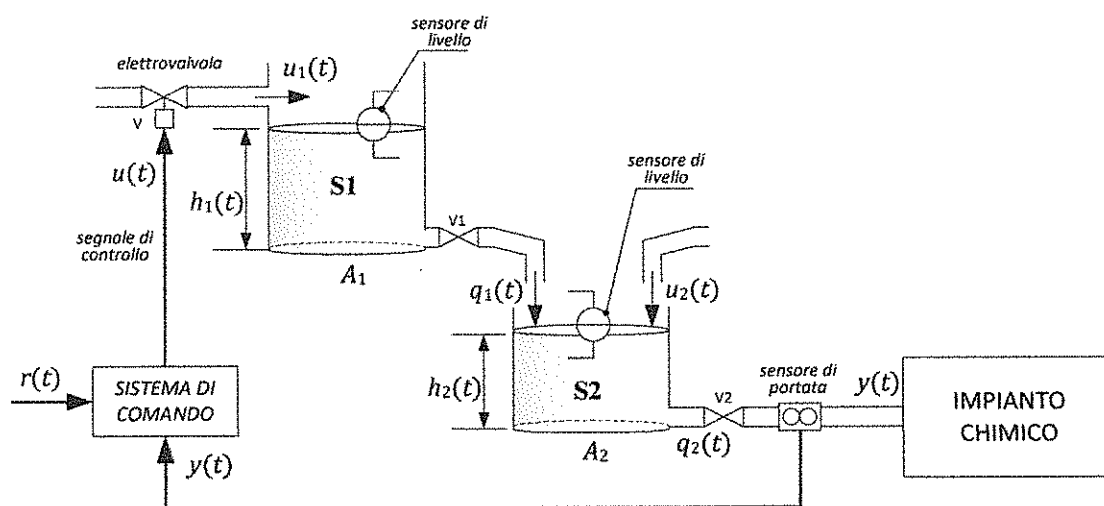
Si intende progettare un sistema di controllo in grado di regolare la portata $y(t)$ agendo sull'elettrovalvola in ingresso al serbatoio S1. Le specifiche che il regolatore deve garantire sono le seguenti:

- Nell'intorno del punto di lavoro $r(t) = 0.1 \text{ m}^3/\text{s}$ la risposta del sistema in anello chiuso ad una variazione a gradino del riferimento deve essere assimilabile a quella di un sistema del secondo ordine sotto-smorzato, con tempo di assestamento al 2% non superiore a 10s e sovraelongazione percentuale non superiore al 5%;
- Errore a regime nullo in presenza di un riferimento costante;
- Reiezione completa a regime del disturbo costituito dalla portata $u_2(t)$.

A tal fine, si assuma:

- di poter disporre per ciascun serbatoio, ove necessario, delle misure di portata in ingresso e in uscita, ed eventualmente dei livelli del liquido;
- di trascurare i fenomeni di saturazione legati al funzionamento dell'elettrovalvola, e che i serbatoi siano di altezza sufficiente ad evitare il traboccamento di liquido;

- di trascurare le dinamiche dell'elettrovalvola e dei dispositivi di misura, e che i relativi guadagni siano unitari (e.g. per l'elettrovalvola la portata $u_1(t)$ sia proporzionale al segnale di controllo $u(t)$ con un guadagno unitario, ovvero $u(t) = u_1(t)$);
- Dopo aver determinato il regolatore tempo-continuo di cui al punto precedente, adottando il metodo di discretizzazione che si ritiene opportuno, con un periodo di campionamento di 1 ms, si determini il corrispondente regolatore digitale. Infine, si scriva (in un linguaggio di programmazione a scelta, o in pseudo-codice) l'algoritmo che permette di implementare su un microcontrollore tale legge di controllo.
- Si disegni lo schema a blocchi che rappresenta l'intero sistema di controllo, indicando in particolare i segnali in gioco.
- Si indichino i principali componenti (sensori, attuatori, convertitori, microcontrollori, etc.), e le relative specifiche, necessari per la realizzazione del sistema di controllo digitale di cui al punto precedente.



**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE E DI INGEGNERE IUNIOR
PRIMA SESSIONE 2014**

PROVA PRATICA
12 novembre 2014

**SETTORE INDUSTRIALE SENIOR
Sottosettore MECCANICO-GESTIONALE-INDUSTRIALE**

TEMA N.1

Si rediga il piano economico finanziario (PEF) relativo alla realizzazione e gestione di un nuovo parcheggio multipiano localizzato in un centro urbano. L'opera è commissionata dall'ente pubblico comunale e affidata in concessione ad una società privata.

Voci di costo	
Costo di investimento	11.800.000 €
Costo per utenze	1% costo investimento
Spese generali	2% costo investimento
Spese assicurazione	1% costo investimento
Costo di manutenzione ordinaria (annuale)	1% costo investimento - annuo
Costo di manutenzione straordinaria (quinquennale)	4% costo investimento – ogni 5 anni di gestione
Costo del personale	Costo annuo per addetto = 25.000 € Numero addetti = 3
Scheduling	
Tempo di costruzione	3 anni
Periodo di concessione	20 anni
Avvio gestione operativa	al 4° anno
Funzionalità servizio	
Posti auto	830
Posti destinati a parcheggio a rotazione	70%
Posti destinati a parcheggio pertinenziale in locazione	30% Di cui: - 40% locazione pluriennale - 60% locazione annuale
Occupazione media giornaliera parcheggio a rotazione	7 ore
Voci di ricavo	
Tariffa oraria parcheggio	1.5 €/h
Canone di locazione pluriennale	40.000 €
Canone di locazione annuale	2.400 €

Seguendo il cronoprogramma dei lavori di costruzione, si ipotizzi che il costo dell'investimento sia dilazionato secondo le seguenti percentuali: 30% il primo anno; 30% il secondo anno; 40% il terzo anno.

Si ipotizzi di riuscire ad affittare tutti i posti auto del parcheggio pertinenziale dal 3° anno di gestione (dopo aver completato la realizzazione del parcheggio), anno in cui le attività vanno a regime. Si ipotizzino inoltre le seguenti cessioni dei posti auto: 25% il primo anno; 35% il secondo anno; 40% il terzo anno. Anche per i posti auto a rotazione, si ipotizzi di riuscire ad ottenere il 25%

nk

dei ricavi totali il primo anno di gestione, e di riuscire ad incrementare tale percentuale a 60% nel 2°, e arrivare a regime il 3° anno (100%) di gestione.
Utilizzando opportuni indicatori, si valuti la redditività dell'investimento, facendo appropriate ipotesi sul tasso di attualizzazione da utilizzare nella valutazione dell'investimento.
Condurre l'analisi dei cash flow nell'ipotesi di moneta corrente, fissando un tasso di inflazione annuo costante del 1,5% (come da Tasso di Inflazione Programmata 2014).
Al fine di valutare la dipendenza dei risultati del PEF dai valori delle variabili assegnate nelle ipotesi di base, condurre una analisi di sensitività, considerando una variazione dei ricavi di gestione rispetto al caso base del +10%, -10% e una variazione dei costi di gestione del +10%, -10%.

TEMA N.2

Il candidato esegua la progettazione di un riduttore coassiale usando i seguenti dati:
Potenza di ingresso 10 kW, velocità in ingresso 3000 giri/min, velocità in uscita 150 giri/min.
Effettuare il dimensionamento dei componenti meccanici.

TEMA N.3

Si progetti un impianto di sollevamento che gestisca una portata di acqua di 100 l/s, trasferendola da un serbatoio a contatto con l'ambiente esterno ad un grande serbatoio in pressione (pressione relativa 2 bar), a 30 metri di altezza rispetto al primo.
Il candidato fornisca uno schema, con relativa descrizione, delle caratteristiche principali dell'impianto da realizzare, e ne effettui il dimensionamento, indicando la metodologia di calcolo adottata. Si identifichi la pompa adatta allo scopo, riportandone i grafici caratteristici, e, tramite gli opportuni rendimenti, si ricavi la potenza richiesta al motore di comando. Si calcoli inoltre l'altezza massima di installazione della pompa per evitare la cavitazione.
Si effettui infine un dimensionamento di massima della pompa (regime di rotazione, triangoli di velocità in ingresso e uscita girante, angoli caratteristici della palettatura) e si illustrino in maniera sintetica le diverse modalità di regolazione dell'impianto.

TEMA N.4

Il componente riportato in figura 1 deve essere realizzato in acciaio C45 (caratteristiche meccaniche in Tabella 1) partendo da una bramma di dimensioni 350mm x 130mm x 80mm e senza alcuna saldatura.

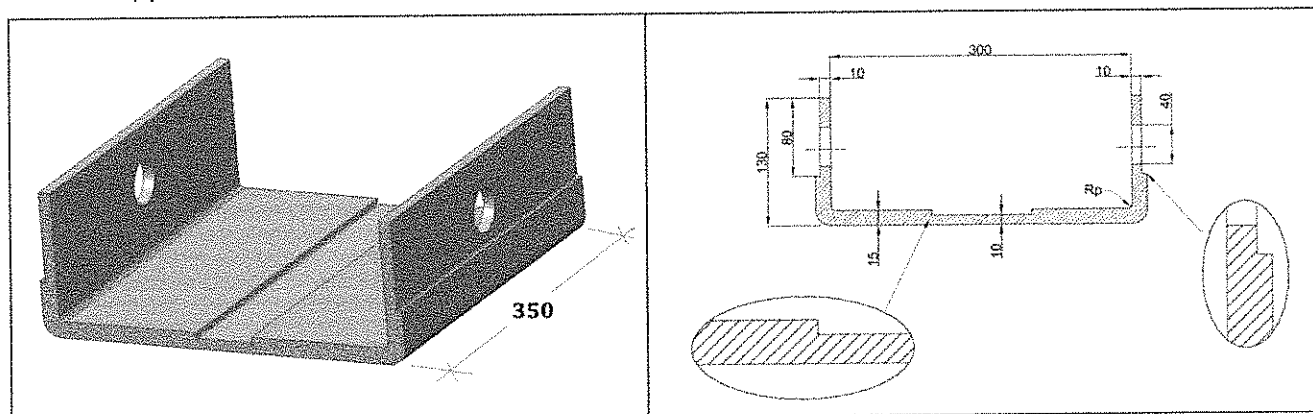


Figura 1

Modulo di Young (Gpa)	Lavorazioni a caldo				Lavorazioni a freddo					Temperatura di Ricottura (°C)
	Curva di flusso ($\epsilon=0.5$)			ϵ_r (%)	Curva di flusso		UTS (MPa)	ϵ_r (%)		
	T (°C)	C (Mpa)	m		K (MPa)	n				
207	800	180	0.07	45	960	0.12	410	700	22	790-870
	1000	120	0.13	60						

Tabella 1

L'elemento deve essere assemblato con gioco, tramite un perno passante per il foro di diametro 40mm, con un elemento di forma prismatica. Il raggio di raccordo tra le pareti verticali e il fondo del componente (indicato con R_p in figura 1) non ha funzione strutturale ed il suo valore va definito dal candidato in modo tale da risultare tecnologicamente fattibile.

L'azienda manifatturiera che esegue la lavorazione del componente dispone di due reparti (A e B): uno attrezzato per eseguire lavorazioni per deformazione plastica (reparto A) ed uno per eseguire lavorazioni per asportazione di truciolo (reparto B). In particolare l'azienda dispone nel reparto A di: flangiatrice, calandra, laminatoio per operazioni sia a caldo che a freddo (coefficiente di attrito tra rulli e materiale stimabile al variare della Temperatura di lavoro con la relazione $\mu = 0.05 T^{0.002}$), pressa piegatrice idraulica (coefficiente di ritorno elastico in operazioni a freddo stimabile in funzione del raggio di piega R_p e dello spessore con la relazione $K = 0.975 \exp(-0.003 R_p/s)$); nel reparto B dispone di: centro di tornitura doppio mandrino, fresatrice CNC, trapano a colonna, rettifica senza centri, mola, alesatrice.

Adottando le opportune ipotesi e giustificando le scelte operate su processi produttivi, parametri di lavorazione ed utensili, il candidato:

1. definisca le tolleranze per l'accoppiamento del componente;
2. definisca la sequenza delle operazioni da eseguire per la realizzazione del componente in figura 1;
3. definisca le caratteristiche degli utensili e delle attrezzature da adoperare;
4. scelga i parametri di lavorazione per ciascuna delle operazioni individuate;
5. dimensiona le macchine (dati di targa in termini di forza/coppia e/o potenza max), da utilizzare per l'esecuzione di ciascuna delle lavorazioni;
6. stimi i tempi macchina complessivi per la realizzazione del componente in figura 1;
7. progetti il ciclo di lavorazione compilando il cartellino di lavorazione in accordo con lo schema di seguito

FASE	SOTTO FASE	OPERAZ.	RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA DELLA LAVORAZIONE	UTENSILI	MACCHINA	PARAMETRI DI PROCESSO (specificare Unità di Misura)			TEMPO

