

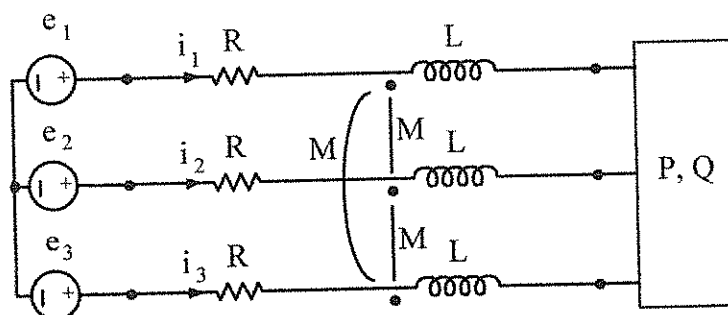
**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE E DI INGEGNERE JUNIOR
PRIMA SESSIONE 2014**

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:

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

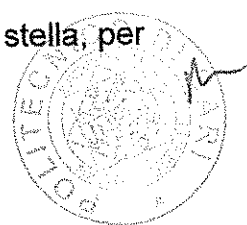
Nell'ipotesi che il circuito funzioni a regime e che il carico assorba le seguenti potenze attiva e reattiva

$$P = 1200 \, [\text{W}]$$

$$Q = 900 \, [\text{VAR}]$$

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 10 s 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.

