

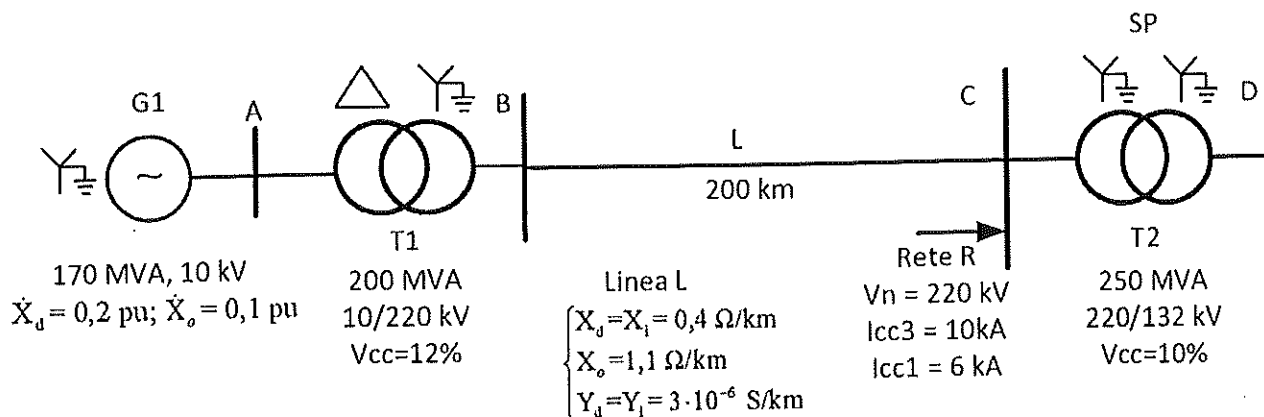
### Tema I

Si consideri la rete rappresentata in Figura in cui la stazione primaria SP viene alimentata da una centrale costituita dal gruppo G1-T1 mediante la linea aerea L e, direttamente dalla rete R.

In Figura sono anche riportati i dati della rete e i collegamenti dei trasformatori; per la linea L sono riportati i parametri di sequenza sia longitudinali che trasversali; nel regime pre-guasto la rete funziona a vuoto e le tensioni alle sbarre C e D sono pari, rispettivamente, a 220 e 132 kV.

Si chiede di determinare quanto segue.

- Per guasto alle sbarre D:
  1. La corrente di corto circuito (in valore relativo e in valore assoluto) e la sua ripartizione nella linea L e nella rete R per guasto trifase simmetrico. I parametri trasversali della linea L possono essere trascurati.
  2. La corrente di corto circuito per guasto monofase a terra e le tensioni verso terra delle fasi sane. I parametri trasversali della linea L possono essere trascurati.
- Per guasto alle sbarre C:
  3. La corrente di corto circuito per guasto monofase a terra delle fasi sane assumendo, in questo caso, che i centri stella dei trasformatori siano isolati da terra. I parametri trasversali della linea L vanno messi in conto.
  4. Sulla base dei calcoli effettuati, indicare il valore minimo del potere d'interruzione per l'interruttore posto a monte del trasformatore T2.



**Università degli studi di Pavia**  
**Esame di stato per l'abilitazione alla professione di ingegnere**  
**Settore Industriale – III Prova**  
**Sessione autunnale**  
**Tema II**

Si consideri la seguente centrale di servizio per la produzione di aria compressa, costituita da 2 macchine uguali una destinata al servizio di base ed una che opera a copertura delle punte di carico. Le due macchine sono compressori a vite lubrificati con controllo di tipo carico/vuoto/off. Pressione operativa sala compressori: 0.7 MPa<sub>r</sub>; pressione di rete media 0.63 MPa<sub>r</sub>

Compressore n.1	Compressore n.2
potenza nominale 160 kW	potenza nominale 160 kW
pressione di progetto 0.7 MPa	pressione di progetto 0.7 MPa
portata nelle condizioni di progetto 410 l/s FAD	portata nelle condizioni di progetto 410 l/s FAD
potenza a carico $P_c = 155$ kW	potenza a carico $P_c = 155$ kW
potenza a vuoto $(P_v) = \alpha P_c$ con $\alpha = 20\%$	potenza a vuoto $(P_v) = \alpha P_c$ con $\alpha = 20\%$
Pressione di messa a vuoto 0.75 MPa	Pressione di messa a vuoto 0.7 MPa
Pressione di messa a carico 0.65 MPa	Pressione di messa a carico 0.65 MPa

Durante la settimana campione ( $h_{tot}=168$  h/sett;  $h_{OFF}=0$ ) si sono registrati i seguenti dati sul funzionamento ( $h_{TOT}$ ,  $h_c$ ,  $h_u$ ,  $h_{OFF}$  rispettivamente sono le ore totali, a carico, a vuoto e spento dei compressori)

Compressore n.1	Compressore n.2
ore carico $h_c = 140$	ore carico $h_c = 94$
ore vuoto $h_u = 28$	$h_{off} = 20$

Si chiede di verificare l'efficienza di funzionamento della centrale con particolare riferimento al Compressore n.2, ossia:

- 1) calcolare il consumo specifico nominale e a carico (secondo la modalità operativa registrata) della macchina
- 2) valutare, aiutandosi con una tabella, il ruolo di  $\alpha$  e  $\beta$  (dove  $\beta$  rappresenta il rapporto  $h_u/h_{tot}$  quando  $h_c=\text{costante}$ ) sui consumi specifici a carico facendoli variare tra:  
 $15\% < \alpha < 25\%$  (passo 2.5%) (1)  
 $35\% < \beta < 42.5\%$  (passo 2.5%) (2)
- 3) valutare la portata  $Q_{tot}$  erogata durante la settimana in m<sup>3</sup>/sett.
- 4) considerare la possibilità di sostituire la macchina n.2 con una a velocità variabile, tra le due opzioni in allegato (allegato 1) riportate, ipotizzando di mantenere invariato il funzionamento del Compressore n.1. Quale tra le due macchine VDS1 (allegato 1, 160 kW) e VSD 2 (allegato 2, 315 kW) sceglieresti ed in base a quali considerazioni? Articolare la risposta.
- 5) calcolare i consumi specifici associati al funzionamento della nuova macchina scelta.

6) Se si riuscisse a razionalizzare la richiesta d'aria da parte dell'utente (ossia diminuire le perdite d'aria a valle della sala compressori) in modo da determinare una riduzione media del 10% sul lato erogazione macchina VSD, quale tipo di considerazioni potrebbero essere avanzate nella scelta del VSD? E se le perdite diminuissero ulteriormente fino al 20%?

### ALLEGATO 1 (tema energia)

#### DATI TECNICI MACCHINE A VELOCITA' VARIABILE

Pn 160 kW				Pn 315 kW			
rpm	7bar l/s	kW	kWh/m <sup>3</sup> -160	rpm	7bar FAD l/s	P in	kWh/m <sup>3</sup> - 315
1500	115	49	0.119218	592	211	79	0.10400
1700	135	56	0.115239	1000	370	131	0.09835
2500	215	84	0.108217	1300	486	171	0.09774
3000	264	102	0.107248	1500	563	196	0.09670
3700	333	130	0.108206	1800	677	236	0.09683
4400	402	161	0.111207	1900	715	251	0.09751
4450	406	163	0.111492	2000	752	267	0.09863
				2100	790	284	0.09986
				max	817	310	

GRAFICO 1: Andamento potenza e consumo specifico (SEC) delle due macchine a velocità variabile (160 e 315 kW) in funzione della portata FAD per la pressione di esercizio indicata

