

# GARA NAZIONALE DI ELETTROTECNICA 2015



## Prima prova

Vicenza, 7 maggio 2015

In collaborazione con

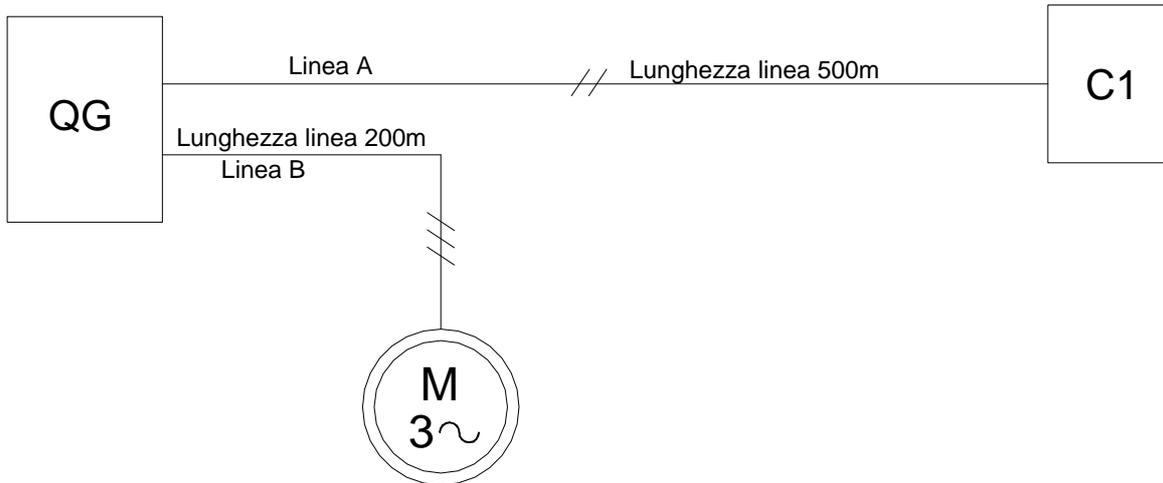


**HOEPLI**



## TESTO DELLA PROVA

Da un quadro elettrico generale QG di uno stabilimento si deve alimentare un carico monofase che dista 500 m dal quadro e un motore trifase installato a 200 m di distanza, come da schema seguente:



**Figura 1**

Legenda:

- QG: Quadro generale di stabilimento
- C<sub>1</sub>: Carico monofase
- M: Motore asincrono trifase

Nel quadro elettrico generale sono installati dei wattmetri inseriti in inserzione Righi.

I carichi da alimentarsi, da ritenersi a impedenza costante, presentano i seguenti dati di targa:

### Carico Monofase C<sub>1</sub>:

$$P_n=45\text{Kw}$$

$$V_n=400\text{V}$$

$$\cos\varphi=0,8$$

### Motore Asincrono Trifase M:

Il motore, da potersi ritenere a impedenza costante, viene collegato con gli avvolgimenti a stella e presenta i seguenti dati di targa:

$$P_n=90\text{kW (resa all'asse)}$$

$$V_n=380\text{V}$$

$$\eta_n= 95,2\%$$

$$\cos\varphi=0,83$$

Le linee elettriche di alimentazione dei carichi, per i quali vengono trascurati i parametri trasversali, sono realizzate in cavo, con conduttori in rame ( $\rho = 0,018 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$ ) e presentano le seguenti caratteristiche:

### Linea Monofase "Linea A"

Lunghezza linea	$l_A = 0.5 \text{ km}$
Resistività a regime	$\rho = 0,018 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$
Resistenza unitaria chilometrica	$r_1 = 0,123 \text{ m}\Omega/\text{m}$
Reattanza unitaria chilometrica	$x_1 = 0,091 \text{ m}\Omega/\text{m}$

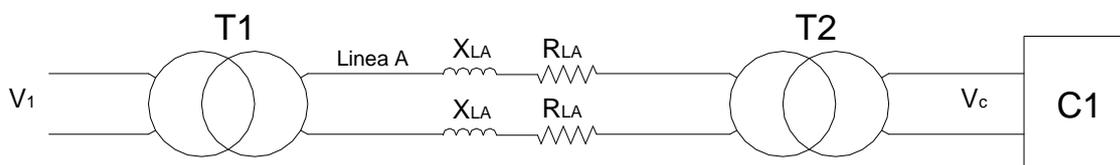
### Linea Trifase "Linea B"

Lunghezza linea	$l_B = 200 \text{ m}$
Resistività a regime	$\rho = 0,018 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$
Diametro del conduttore	$\varnothing = 13,82 \text{ mm}$

Non essendo noti i parametri della linea si è deciso di effettuare sulla linea una prova cortocircuitando i morsetti di arrivo (prima del motore) ed alimentandola tra i due conduttori L1 e L2 con una tensione alternata monofase di  $V_{CCL} = 4,34 \text{ V}$  e misurando una corrente di  $70 \text{ A}$ .

#### **Parte A)**

Essendo il carico  $C_1$  molto distante dal quadro di alimentazione ( $500 \text{ m}$ ), si decide di utilizzare un primo trasformatore ( $T_1$ ) per elevare la tensione da  $400\text{V}$  a  $1000 \text{ V}$  e successivamente, in prossimità del carico, un secondo trasformatore ( $T_2$ ) per ridurre la tensione ad un valore idoneo per alimentare il carico, secondo lo schema di seguito riportato



**Figura 2**

Il trasformatore elevatore  $T_1$  presenta i seguenti dati di targa:

- frequenza nominale  $f_n = 50$  Hz
- potenza apparente nominale  $S_n = 100$  kVA
- tensione primaria nominale  $V_{1n} = 400$  V
- tensione nominale secondaria a vuoto  $V_{20} = 1000$  V
- perdite nominali in cortocircuito  $P_{cc} = 1500$  W
- tensione di cortocircuito primaria  $V_{cc(AT)} = 50$  V
- potenza assorbita a vuoto nominale percentuale  $P_{0n}\% = 0,7$  %
- corrente assorbita a vuoto nominale percentuale  $I_{0n}\% = 2,12$  %.

Il trasformatore riduttore  $T_2$  presenta le stesse caratteristiche del trasformatore  $T_1$ .

Il trasformatore  $T_1$  è derivato dalle sbarre del quadro dove è garantita una terna di tensioni simmetriche con tensione concatenata pari a 400 V.

Il candidato determini:

1. la tensione con la quale viene alimentato il carico  $C_1$ ;
2. le potenze assorbite dal trasformatore  $T_1$ ;
3. il rendimento complessivo del sistema Trasformatore  $T_1$  - Linea - Trasformatore  $T_2$ ;

### Parte B)

Dal quadro si deriva la linea di alimentazione del motore, come indicato nello schema seguente:

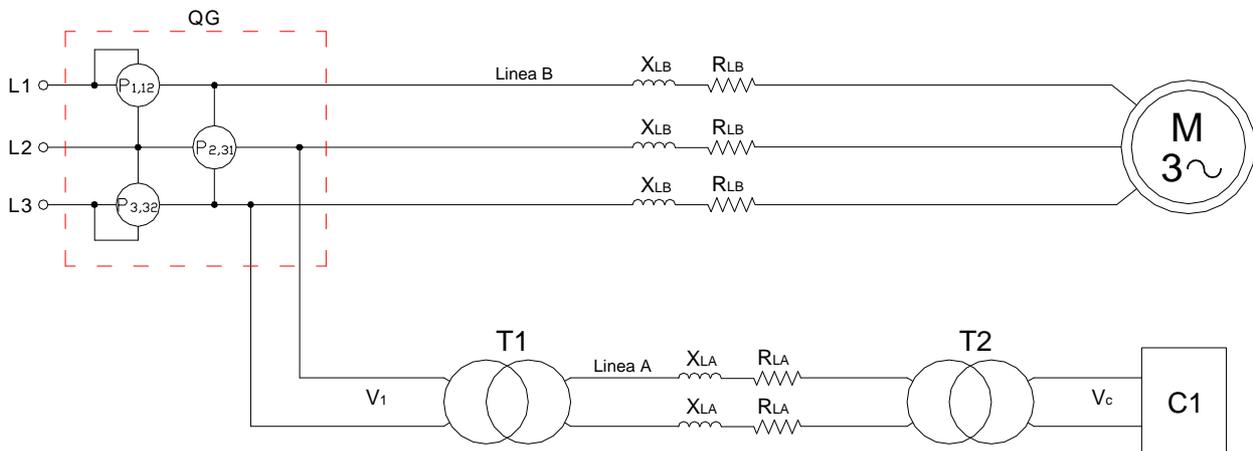


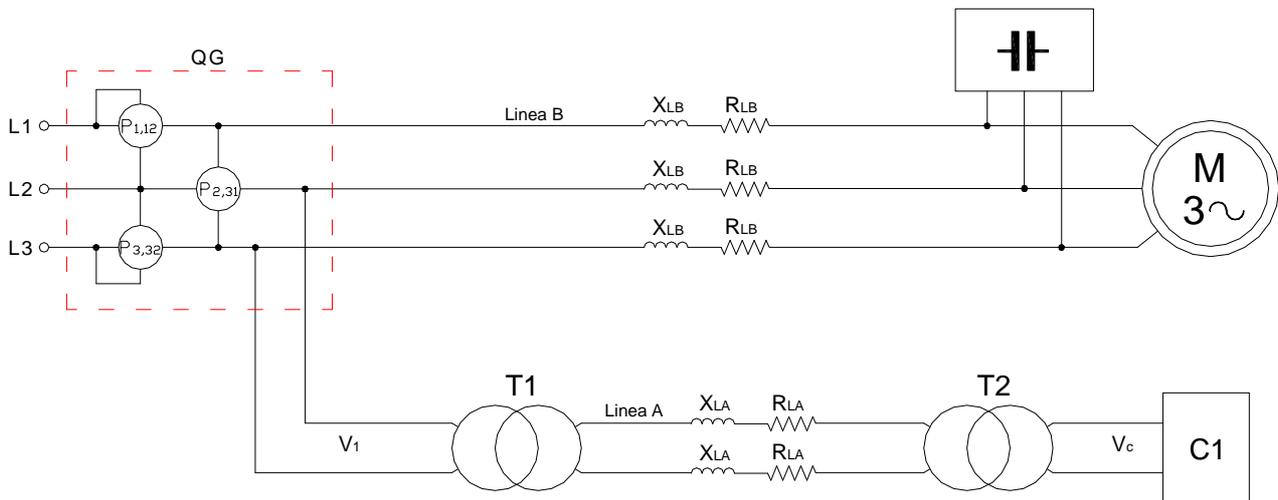
Figura 3

Il candidato determini:

4. la tensione con la quale viene alimentato il motore  $M$ ;
5. la lettura dei wattmetri inseriti sulle sbarre del quadro.

**Parte C)**

Al fine di ridurre le perdite di potenza nella *Linea B*, si decide di installare un rifasatore in prossimità del motore così da rifasare il motore a  $\cos\varphi = 0,92$ .



**Figura 4**

Il candidato determini:

6. la potenza reattiva che il rifasatore dovrà assicurare e il dimensionamento delle capacità;
7. la nuova lettura dei wattmetri.

**Parte D)**

A seguito di un guasto negli avvolgimenti del motore, viene ad aversi una interruzione della fase 2 di alimentazione del motore.

Considerando che tale guasto non interferisca sul funzionamento dei condensatori, il candidato:

8. dettagli adeguatamente il funzionamento che viene ad aversi a seguito del guasto, determinando le tensioni e le correnti che vengono ad aversi sulle singole fasi del motore.

**Parte E)**

La **linea B** di alimentazione del motore è realizzata con cavi unipolari isolati in EPR (tipo FG7 R0,6/1kV).

9. tenuto conto che la linea sarà installata in canale sospeso (**posa 34**), che la temperatura ambiente da considerarsi per il dimensionamento della linea sia pari a 40°C e che nella conduttura, oltre alla linea del motore sia già presente un ulteriore circuito trifase, utilizzando le tabelle allegate, si determini la portata dei cavi.
  10. si verifichi, quindi, l'idoneità del cavo in relazione alla portata e alla corrente di impiego della linea.
- =====

**NOTE**

Il candidato risponda ai quesiti tenendo conto che:

- a) il tempo a disposizione è di 5 ore dall'inizio della prova;
- b) per lo svolgimento della prova è ammesso l'uso della calcolatrice scientifica;
- c) per tutti i calcoli utilizzare 4 cifre significative;
- d) i calcoli vanno eseguiti in ordine logico riportando le formule, valori, risultati con relativa unità di misura;
- e) non è consentito l'uso del manuale.

## TABELLE ALLEGATE ALLA PRIMA PROVA

**tabella T1A -  
influenza della temperatura fattore k1**

temperatura ambiente	tipo di isolamento	
	PVC	EPR
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,5	0,71
65		0,65
70		0,58
75		0,5
80		0,41

**tabella T2 - circuiti realizzati con cavi installati in fascio o strato fattore k2**

n° di posa CEI 64-8	disposizione	numero di circuiti o di cavi multipolari											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
tutte le altre pose	raggruppati a fascio, annegati	1	0,8	0,7	0,65	0,6	0,57	0,54	0,52	0,5	0,45	0,41	0,38
11/12/25	singolo strato su muro, pavimento o passerelle non perforate	1	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,7	nessuna ulteriore riduzione per più di 9 circuiti o cavi multipolari		
11A	strato a soffitto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61			
13	strato su passerelle perforate orizzontali o verticali (perforate o non perforate)	1	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72			
14-15-16-17	strato su scala posa cavi o graffato ad un sostegno	1	0,87	0,82	0,8	0,8	0,79	0,79	0,78	0,78			

**tabella T-A - cavi unipolari con e senza guaina con isolamento in PVC o EPR <sup>(1)</sup>**

metodologia tipica di installazione	altri tipi di posa della CEI 64-8	tipo di isolamento	numero cond. caricati	portata [A]																	
				sezione [mm <sup>2</sup> ]																	
				1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	
cavi in tubo incassato in parete isolante	1-51-71-73-74	PVC	2		14,5	19,5	26	34	46	61	80	99	119	151	182	210	240	273	320		
			3		13,5	18	24	31	42	56	73	89	108	136	164	188	216	245	286		
		EPR	2		19,0	26	36	45	61	81	106	131	158	200	241	278	318	362	424		
			3		17,0	23	31	40	54	73	95	117	141	179	216	249	285	324	380		
cavi in tubo in aria	3-4-5-22-23 24-31-32-33 34-41-42-72	PVC	2	13,5	17,5	24	32	41	57	76	101	125	151	192	232	269	309	353	415		
			3	12	15,5	21	28	36	50	68	89	110	134	171	207	239	275	314	369		
		EPR	2	17	23,0	31	42	54	75	100	133	164	198	253	306	354	402	472	555		
			3	15	20,0	28	37	48	66	88	117	144	175	222	269	312	355	417	490		
cavi in aria libera in posizione non a portata di mano	18	PVC	2		19,5	26	35	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461		
			3		15,5	21	28	36	57	76	101	125	151	192	232	269	309	353	415		
		EPR	2		24,0	33	45	58	80	107	142	175	212	270	327						
			3		20,0	28	37	48	71	96	127	157	190	242	293						
cavi in aria libera a trifoglio	11-12-21-25 43-52-53	PVC	3		19,5	26	35	46	63	85	110	137	167	216	264	308	356	409	485	561	
		EPR	3		24	33	45	58	80	107	135	169	207	268	328	383	444	510	607	703	
cavi in aria libera in piano a contatto	13-14-15-16-17	PVC	2		22	30	40	52	71	96	131	162	196	251	304	352	406	463	546	629	
			3		19,5	26	35	46	63	85	114	143	174	225	275	321	372	427	507	587	
		EPR	2		27	37	50	64	88	119	161	200	242	310	377	437	504	575	679	783	
			3		24	33	45	58	80	107	141	176	216	279	342	400	464	533	634	736	
cavi in aria libera distanziati su un piano orizzontale <sup>(2)</sup>	14-15-16	PVC	2								146	181	219	281	341	396	456	521	615	709	
			3								146	181	219	281	341	396	456	521	615	709	
		EPR	2									182	226	275	353	430	500	577	661	781	902
			3									182	226	275	353	430	500	577	661	781	902
cavi in aria libera distanziati su un piano verticale <sup>(2)</sup>	13-14-15-16	PVC	2								130	162	197	254	311	362	419	480	569	659	
			3								130	162	197	254	311	362	419	480	569	659	
		EPR	2									161	201	246	318	389	454	527	605	719	833
			3									161	201	246	318	389	454	527	605	719	833

(1) PVC: miscela termoplastica a base di polivinilcloruro (temperatura massima del conduttore uguale a 70 °C).

EPR: miscela elastomerica reticolata a base di gomma etilenpropilenica o similari (temperatura massima del conduttore uguale a 90 °C)

(2) I cavi unipolari affiancati che compongono il circuito trifase si considerano distanziati se posati in modo che la distanza tra di essi sia superiore o uguale a due volte il diametro esterno del singolo cavo unipolare.