



MINISTERO DELL'ISTRUZIONE E DEL MERITO  
ISTITUTO STATALE DI ISTRUZIONE SUPERIORE  
"ARTURO MALIGNANI" UDINE  
Viale Leonardo da Vinci, 10 - 33100 Udine (UD)



**SEZIONE DI**  
**ELETTROTECNICA – ELETTRONICA – AUTOMAZIONE**

**GARA NAZIONALE DI ELETTROTECNICA 2023**

**SECONDA PROVA**

**28 APRILE 2023**

*Con il contributo di:*

**HOEPLI.it**  
La Grande Libreria Online



Life Is On

**Schneider**  
Electric

**fantoni**



**DANIELI** AUTOMATION



## ISTRUZIONI PER LO SVOLGIMENTO DELLA PROVA

1. NON riportare, né sul testo né sui fogli di protocollo, nome o cognome o qualsiasi segno di riconoscimento.
2. Nome e cognome e Istituto di provenienza devono essere riportati SOLO nel biglietto all'interno della busta piccola.
3. È ammesso l'uso della calcolatrice scientifica e la consultazione di manuali.
4. Non è ammesso l'uso di libri di testo, né tanto meno l'uso del telefono cellulare o del PC.
5. Al termine della prova (della durata massima di 5 ore) inserire la busta piccola chiusa contenente i dati personali nella busta grande contenente il testo e gli elaborati.

IL MANCATO RISPETTO DELLE INDICAZIONI COMPORTA L'ANNULLAMENTO  
AUTOMATICO DELLA PROVA.

**PER LO SVOLGIMENTO DELLA PROVA IL CANDIDATO SPIEGHI IL PROCEDIMENTO UTILIZZATO E SVILUPPI I CALCOLI RIPORTANDO TUTTI I PASSAGGI IN MODO DA PERMETTERE UNA FACILE COMPrensIONE IN FASE DI CORREZIONE.**

**PER TUTTO QUANTO NON ESPRESSAMENTE INDICATO NEL TESTO, IL CANDIDATO FACCIA EVENTUALI IPOTESI AGGIUNTIVE, TECNICAMENTE VALIDE, DANDONE UNA ESPRESSA DICHIARAZIONE SCRITTA.**



### **Quesito 1 – caso pratico (punti 4)**

Un capannone industriale è alimentato da una propria cabina MT/BT 20/0,4 kV.

A causa di dismissione di alcuni macchinari trasferiti in altro stabilimento, il carico elettrico totale è diminuito in maniera considerevole.

Si decide quindi di ridurre la potenza impegnata nel contratto di fornitura a 70 kW; la cabina, quindi, verrà dismessa e l'impianto sarà alimentato da una fornitura in bassa tensione a 400/230 V.

Commenta la situazione e spiega se sono necessari alcuni interventi e/o verifiche.

### **Quesito 2 – caso pratico (punti 2)**

In un cantiere sono posati tre cavi di media tensione a 6 kV nella stessa passerella usata per i cavi BT a 400 V con isolamento 0,6/1 kV. E' una posa ammessa o è necessario un separatore metallico?

### **Quesito 3 – caso pratico (punti 3)**

In un appartamento condominiale, una persona prende la scossa quando tocca il rubinetto nel locale bagno. L'impianto di terra ha una resistenza di terra pari a 20 ohm ed è protetto da un interruttore differenziale tipo A da 30 mA.

Cosa fare?

### **Quesito 4 – caso pratico (punti 4)**

Un cavo bifilare di lunghezza pari a 10 m è soggetto a guasto per cedimento dell'isolamento, per cui i due conduttori costituenti il cavo non sono più isolati tra loro.

Si sa che ogni conduttore del cavo presenta una resistenza pari a 0,02 ohm/m e che sono state fatte le seguenti prove:

- misura della resistenza di entrata con l'uscita aperta : 0,96 ohm
- misura della resistenza di uscita con l'ingresso aperto : 1,04 ohm

Calcolare la distanza del guasto dall'entrata.



### **Quesito 5 (punti 14)**

Un'utenza con fornitura in media tensione 20 kV, utilizza un trasformatore trifase in olio avente le seguenti caratteristiche:

$S_N=630$  kVA -  $V_{1N}=20$  kV -  $V_{20}=0,4$  kV -  $f=50$  Hz -  $P_o=600$ W -  $i_o\%=0,8\%$  -

$P_{cc}=6.500$  W (a  $75^\circ\text{C}$ ) -  $v_{cc\%}=4\%$  - tipo Dyn11

Tale trasformatore alimenta il Quadro Generale (QG) di bassa tensione tramite un montante costituito da un cavo FG16 2x240 + 1x240 (neutro) +1x240 (PE) mm<sup>2</sup> della lunghezza di 15m.

Dal quadro generale parte una linea aspiratori della lunghezza pari a 50m avente sezione 5x16 mm<sup>2</sup> dello stesso tipo di cavo; tale utenza assorbe 25 kW e cos $\phi$  0,84 rit.

Tutti i cavi sono in rame; si suppone che raggiungano la temperatura di 50°C.

Calcolare:

- le componenti  $R_e''$  e  $X_e''$  del trasformatore;
- la corrente di cortocircuito trifase FFF sul quadro generale (a fine montante);
- la corrente di cortocircuito monofase FN in fondo alla linea aspiratori
- la corrente di guasto a terra F-PE valutando se la linea aspiratori può essere protetta sia dal cortocircuito FFF che dai contatti indiretti da un magnetotermico posto sul QG NG125N da 125A - relè 50A -  $I_{cu}=36$ kA
- Qualora l'utenza sia alimentata in BT, specificare se tale trasformatore potrebbe essere utilizzato dal distributore per l'alimentazione allo stabilimento

Utilizzare le tabelle allegate in ultima pagina.

### **Quesito 6 (punti 3)**

Un carico con corrente nominale pari a 100 A funziona periodicamente con un sovraccarico temporaneo pari al 60%; tale sovracorrente ha una durata di circa 10 minuti per ogni ora di funzionamento.

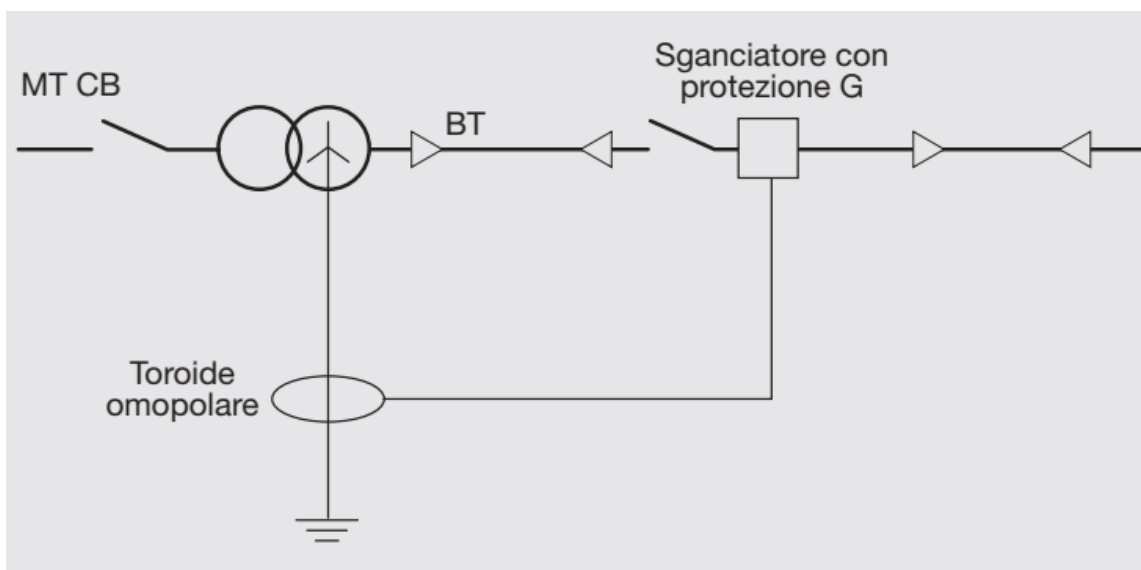
Determinare la corrente di impiego.



### **Quesito 7 (punti 5)**

La protezione G di un interruttore scatolato da 250A (GROUND FAULT , quattro TA interni, regolazione da 0,2-1xIn) può essere utilizzata in un sistema TN-S come scelta progettuale.

In certi casi si opta anche per la protezione doppia (DOUBLE GROUND FAULT) con collegamento anche al toroide posto sul centro stella del trasformatore come indicato in figura.



Il candidato, ragionando sul circuito:

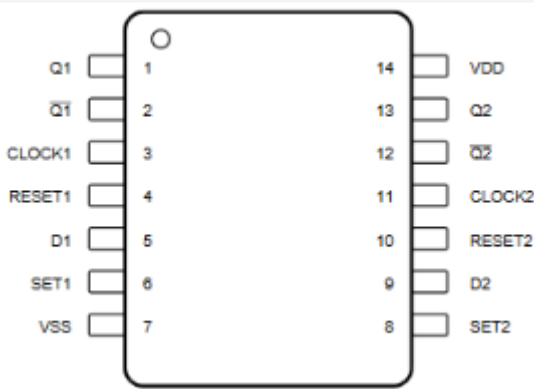
- spieghi quale potrebbe essere il vantaggio e l'utilizzo della doppia protezione G
- se il suddetto interruttore 4P con protezione G semplice (senza toroide) potrebbe essere utilizzata in un sistema TT (motivando)
- se il suddetto interruttore 4P con protezione G semplice (senza toroide) potrebbe essere utilizzata in un sistema TN-C (motivando)



### **Quesito 8 (punti 4)**

Sono di seguito riportati degli estratti della scheda tecnica dell'integrato CD4013, che si presta ad essere utilizzato sia da flip flop di tipo D che da latch SR.

#### **5 Pin Configuration and Functions**



PIN		I/O	
NO.	NAME		
1	Q1	O	Channel 1 output
2	$\overline{Q1}$	O	Inverted channel 1 output
3	CLOCK1	I	Channel 1 clock input
4	RESET1	I	Channel 1 reset
5	D1	I	Channel 1 data input
6	SET1	I	Channel 1 set
7	V <sub>SS</sub>	—	Ground
8	SET2	I	Channel 2 set
9	D2	I	Channel 2 data input
10	RESET2	I	Channel 2 reset
11	CLOCK2	I	Channel 2 clock input
12	$\overline{Q2}$	O	Inverted channel 2 output
13	Q2	O	Channel 2 output
14	V <sub>DD</sub>	—	Power supply

#### **7.1 Overview**

The CD4013B device consists of two identical, independent data-type flip-flops. Each flip-flop has independent data, set, reset, and clock inputs and Q and  $\overline{Q}$  outputs. These devices are ideal for data and memory hold functions, including shift register applications, or by connecting  $\overline{Q}$  output to the data input, this device is used for counter and toggle applications. The CD4013B is a positive-edge triggered device, meaning that the logic level present at the D input is transferred to the Q output during the positive-going transition of the clock pulse. Setting or resetting is independent of the clock and is accomplished by a high level on the set or reset line, respectively.

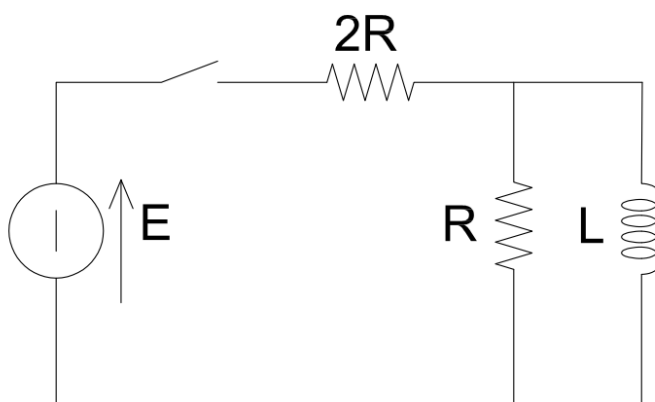
Disegnare il circuito comprensivo dell'integrato, dei pulsanti, dei led e delle resistenze necessari per implementare un latch SR che attraverso i pulsanti di Set e di Reset piloti un led sull'uscita Q e uno sull'uscita Q negata (led acceso con stato logico alto). Non è richiesto il dimensionamento delle resistenze e dell'alimentazione.



### **Quesito 9 (punti 5)**

Dato il circuito sotto riportato calcolare:

- Il valore del polo della funzione di trasferimento che mette in relazione corrente sull'induttore (uscita) e tensione ai capi del generatore (ingresso)
- la costante di tempo del sistema
- dopo quanto tempo dalla chiusura dell'interruttore il flusso magnetico nell'induttore vale 2,25 mWb.



$$R = 30 \, \Omega$$

$$L = 15 \, \text{mH}$$

$$E = 12 \, \text{V}$$

### **Quesito 10 (punti 5)**

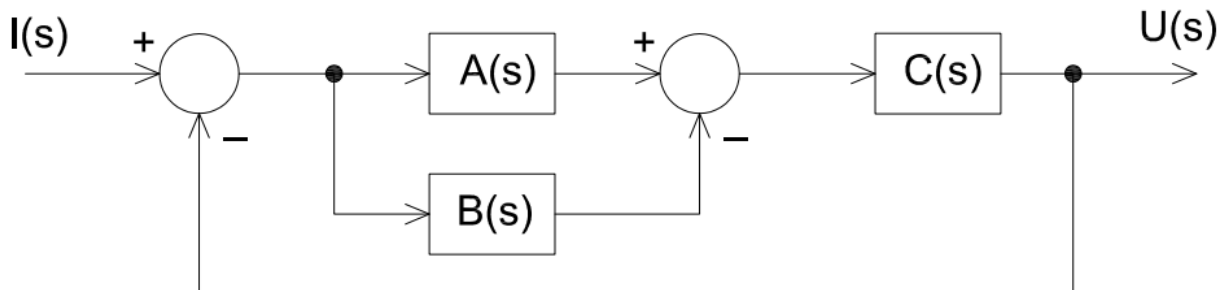
Un sistema è caratterizzato dallo schema a blocchi sotto riportato.

Determinare il valore dell'uscita  $u(t)$  a regime per un ingresso  $i(t) = 0$  per  $t < 0$  e  $i(t) = 8$  per  $t \geq 0$ ; disegnare infine il grafico qualitativo della risposta nel tempo ( $u(t) = f(t)$ ).

$$A(s) = \frac{21}{s+2}$$

$$B(s) = \frac{38}{2s+4}$$

$$C(s) = \frac{3}{3+s}$$



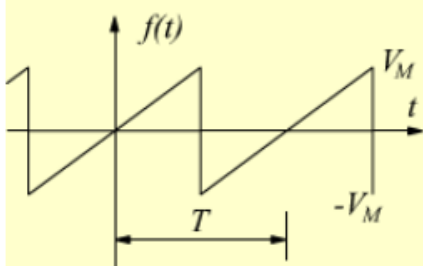
**Quesito 11 (punti 6)**

Un segnale a dente di sega con frequenza di 20 Hz è posto in ingresso ad un circuito che presenta la Funzione di Trasferimento sotto riportata.

$$G(s) = \frac{750s}{(50 + s)(15 + 0,1s)}$$

Lo sviluppo in serie di Fourier del segnale a dente di sega è il seguente:

Dente di sega



$$f(t) = \frac{2V_M}{\pi} \left( \sin \omega t - \frac{1}{2} \sin 2\omega t + \frac{1}{3} \sin 3\omega t - \frac{1}{4} \sin 4\omega t + \dots \right)$$

Immagine tratta dal sito [www.edutecnica.it](http://www.edutecnica.it)

Considerando  $V_M = 5V$  e utilizzando i diagrammi di Bode asintotici del modulo e della fase della FdT determinare l'uscita  $u(t)$  limitando lo studio alla terza armonica.

**Quesito 12 (punti 6)**

Con riferimento all'esercizio precedente, determinare con metodo analitico l'uscita  $u(t)$ , approssimata alla terza armonica, andando a calcolare il valore di  $\overline{G(j\omega)}$  per ciascuna  $\omega$  di interesse. Il risultato ottenuto è il medesimo ricavato per via grafica? A che cosa sono dovute le eventuali differenze?





### **Quesito 13 (punti 5)**

Rappresentare tramite diagramma di flusso un algoritmo che, in riferimento ad un circuito R C serie in fase di carica con tensione iniziale del condensatore nulla, noti la tensione E del generatore ideale di tensione e i valori di R e C, restituisca 100 valori della tensione sul condensatore calcolati ad intervalli regolari tra l'istante di inizio della carica e l'istante al quale la carica può ritenersi completata.

### **Quesito 14 (punti 4)**

Un frantoio è dotato di tre postazioni di scarico delle olive, ciascuna delle quali è dotata di un sensore di presenza per il rilevamento del carico.

L'impianto di spremitura deve avviarsi alla presenza contemporanea di almeno due postazioni attive; può avviarsi anche con una sola postazione attiva solamente nel caso in cui l'orario di arrivo sia successivo alle 15:30.

Disegnare la rete logica minima utilizzando una mappa di Karnaugh.

### **Quesito 15 (punti 5)**

Elaborare il programma utilizzando un linguaggio a scelta del candidato, per PLC o per microcontrollore, per gestire il seguente automatismo:

- Se si preme il pulsante P1 (NO) si deve avviare il motore asincrono trifase M1
- Dopo 30 secondi il motore M1 deve arrestarsi per 10 secondi e ripartire con senso di rotazione opposto
- Trascorsi altri 20 secondi deve avviarsi anche il motore M2
- Dopo 20 secondi dall'avvio del motore M2 devono fermarsi M1 e M2
- Premendo il pulsante di stop P2 (NC) si devono fermare entrambi i motori

### **Quesito 16 (punti 5)**

Disegnare lo schema di potenza e quello di comando in logica cablata del seguente ciclo:

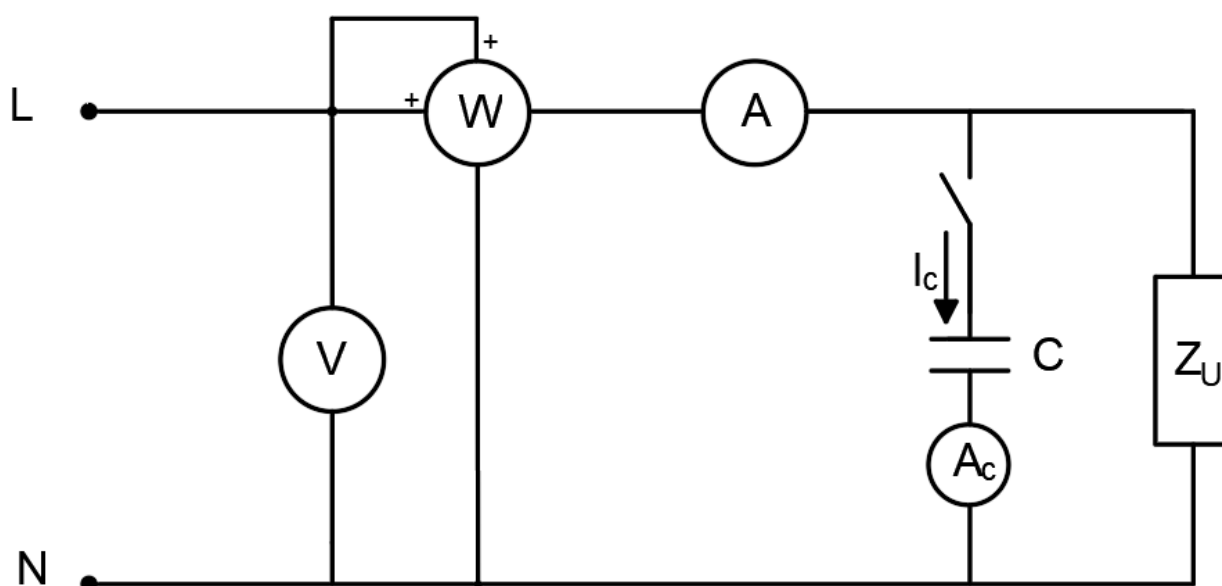
- Premendo il pulsante di marcia SB1 (NO) parte il primo motore M1;
- Dopo 5 secondi, parte automaticamente anche il secondo motore M2;
- Se interviene il finecorsa SQ1, si ferma il ciclo e si attiva un allarme sonoro eccitando KOFF;
- L'intervento della termica FR1 del primo motore arresta il ciclo;



- L'intervento della termica FR2 del secondo motore arresta solo il rispettivo motore; il motore M1 continuerà la sua marcia;
- Segnalare l'intervento delle termiche con una lampada di segnalazione H1 e H2 rispettivamente per FR1 e FR2.
- L'intervento del finecorsa SQ1 sarà segnalato anche da una lampada H3.
- Premendo il pulsante di alt SB0 (NC) si arresta il ciclo in qualsiasi momento.

### **Quesito 17 (punti 5)**

Il candidato osservi lo schema di principio riportato di seguito. Le caratteristiche degli strumenti con le relative letture sono riportate in tabella.



AMPEROMETRO			
PORTATA AMPEROMETRO [A]	DIVISIONI FONDO SCALA AMPEROMETRO [div]	DIVISIONI AMPEROMETRO LETTE [div]	$R_A$ [ $\Omega$ ]
1,5	1,5	1,2	0

VOLTMETRO			
PORTATA VOLTMETRO [V]	DIVISIONI FONDO SCALA VOLTMETRO [div]	DIVISIONI VOLTMETRO LETTE [div]	$R_V$ [k $\Omega$ ]
75	150	130	$\infty$



WATTMETRO					
PORTATA VOLTMETRICA WATTMETRO [V]	PORTATA AMPEROMETRICA WATTMETRO [A]	DIVISIONI FONDO SCALA WATTMETRO [div]	DIVISIONI WATTMETRO LETTE [div]	$R_{vw}$ [k $\Omega$ ]	$R_{AW}$ [ $\Omega$ ]
75	1,5	75	35	$\infty$	0

È stata eseguita una misura i cui valori (divisioni lette) sono riportati nelle tabelle sopra.

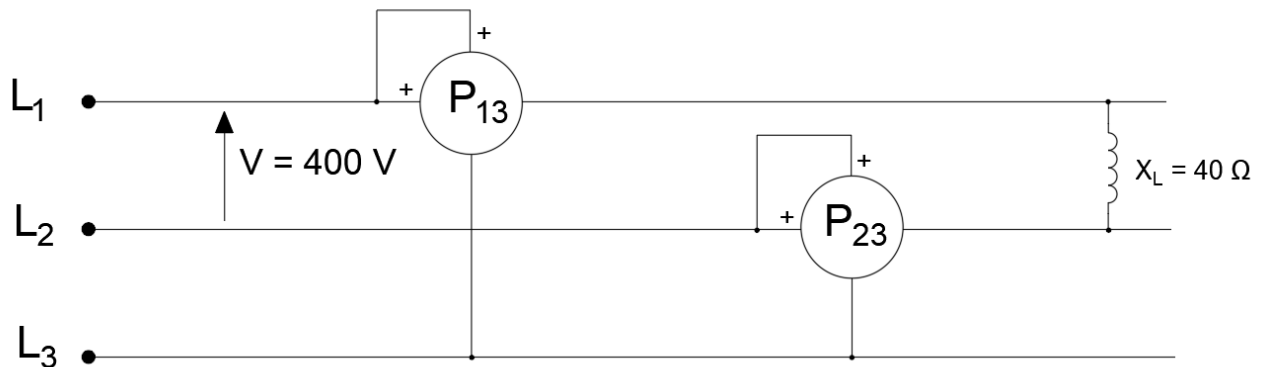
- Supponendo che gli strumenti siano ideali, il candidato determini i valori delle grandezze riportate nella tabella sottostante.
- In un secondo tempo si vuole rifasare il carico a  $\cos\phi = 0,95$ . Trovare il valore del condensatore C e la corrente  $I_C$  che lo attraversa.

POTENZA assorbita dal carico $P_U$ [W]	POTENZA apparente del carico $S_U$ [VA]	$\cos\phi$	$\phi$	POTENZA reattiva del carico $Q_U$ [VAR]	$Z_U$ [ $\Omega$ ]	$R_U$ [ $\Omega$ ]	$X_U$ [ $\Omega$ ]	RIFASAMENTO Capacità condensatore C [ $\mu$ F]	CORRENTE assorbita dal condensatore [A]

### **Quesito 18 (punti 5)**

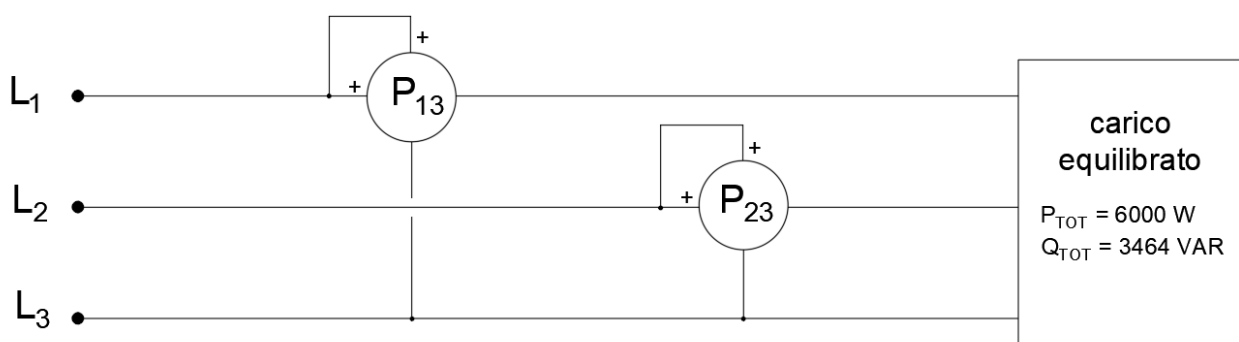
Le tensioni concatenate formano una terna simmetrica diretta con valore efficace

$V = 400$  V. Tra la fase 1 e 2 è collegata una reattanza induttiva  $X_L = 40$   $\Omega$ . Trovare le indicazioni dei due wattmetri.



**Quesito 19 (punti 5)**

Le tensioni concatenate formano una terna simmetrica diretta, il carico è regolare ed assorbe rispettivamente  $P = 6000 \text{ W}$  e  $Q = 3464 \text{ VAR}$ . Determinare le indicazioni dei wattmetri.



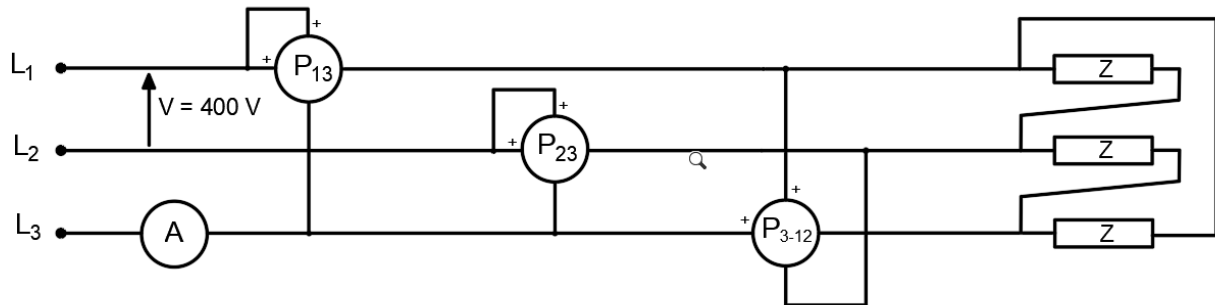
**Quesito 20 (punti 5)**

Una linea trifase a tre fili (vedi figura sotto) alimenta con una terna simmetrica di tensioni,  $f = 50 \text{ Hz}$ , e  $V = 400 \text{ V}$  tre impedenze uguali collegate a triangolo. Dalla lettura degli strumenti risulta:



Wattmetro $P_{13}$ [W]	Wattmetro $P_{23}$ [W]	Amperometro [A]	Tensione concatenata [V]	$Z = R + jX$ [ $\Omega$ ]	$I_{fase}$ [A]	$\cos\varphi$	$P_{3-12}$
10.000	5.000	25	400				

Trovare la caratteristica dell'impedenza  $Z$  (resistenza e reattanza), la corrente  $I_f$  che attraversa ciascuna impedenza, il **cosfi** del carico e l'indicazione del wattmetro  $P_{3-12}$



**Allegati**



BASSA TENSIONE - CAVI PVC A NORMA CPR / LOW VOLTAGE - CPR-COMPLIANT PVC CABLES

## FG16R16 0,6/1 kV G16 TOP

Cca - s3, d1, a3



In accordo alla normativa Europea Prodotti da Costruzione CPR  
According to the requirements of the European Construction Product Regulation CPR

Norma di riferimento  
CEI UNEL 35318

### Descrizione del cavo

**Anima**  
Conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto  
**Isolante**  
Gomma HEPR ad alto modulo qualità G16 che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche

### Colori delle anime

● nero

### Rivestimento interno

Riempitivo/guainetta di materiale non igroscopico

### Guaina

In PVC speciale di qualità R16, colore grigio

### Marcatura

Stampigliatura ad inchiostro ogni 1m:  
PRYSMIAN (G) FG16R16 G16 TOP 0.6/1 kV 1x...  
Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP anno  
Marcatura metrica progressiva

### Standard

CEI UNEL 35318

### Cable design

#### Core

Stranded flexible annealed bare copper conductor

#### Insulation

High module HEPR rubber G16 type with higher electrical, mechanical and thermal performances

#### Core identification

● black

#### Bedding

Filler/sheath non hygroscopic material

#### Sheath

Special PVC grey outer sheath, R16 type grey colour

#### Marking

Ink marking each meter interval on the outer sheath:  
PRYSMIAN (G) FG16R16 G16 TOP 0.6/1 kV 1x...  
Cca-s3,d1,a3 IEMMEQU EFP year  
Progressive metric marking

Conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea  
Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11)

### Applicazioni

Cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

Per ulteriori dettagli fare riferimento alla Norma CEI 20-67 "Guida all'uso dei cavi 0,6/1 kV".

Adatti per alimentazione e trasporto di energia nell'industria/artigianato e dell'edilizia residenziale.

Adatti per posa fissa sia all'interno, che all'esterno su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari. Possono essere direttamente interrati.

Compliant with the requirements of European  
Construction Product Regulation (CPR UE 305/11)

### Applications

Cables suitable for electrical power systems in constructions and other civil engineering buildings, in order to limit fire and smoke production and spread, in accordance with the European Construction Product Regulation (CPR).

For further details, please refer to CEI 20-67 standard "Guida all'uso dei cavi 0,6/1 kV".

For supply and feeding of power in industry, public applications and residential buildings. Suitable for fixed installation both indoor and outdoor, on cable trays, in pipe, conduits or similar systems.

Can be directly buried.



### Condizioni di posa / Laying conditions





### FG16R16

sezione nominale	diametro indicativo conduttore	spessore medio isolante	diametro esterno massimo	peso indicativo del cavo	resistenza massima a 20 °C in c. c.	30 °C in aria	portata di corrente (A) con temperatura ambiente di 20 °C	raggio minimo di curvatura
conductor cross-section (mm <sup>2</sup> )	approximate conductor diameter (mm)	average insulation thickness (mm)	maximum outer diameter (mm)	approx. weight (kg/km)	maximum DC resistance at 20 °C (Ω/km)	in open air at 30 °C	in duct in air at 30 °C	minimum bending radius (mm)

### 1 conduttore / Single core - tab. CEI-UNEL 35318

	30 °C in aria	portata di corrente (A) con temperatura ambiente di 20 °C	raggio minimo di curvatura
	in open air at 30 °C	in duct in air at 30 °C	minimum bending radius (mm)
1,5	24	20	74
2,5	33	28	78
4,0	45	37	84
6,0	58	47	89
10,0	80	63	98
16,0	107	82	103
25,0	135	108	119
35,0	169	132	131
50,0	207	166	148
70,0	268	204	156
95,0	328	242	220
120,0	383	274	202
150,0	444	324	223
185,0	510	364	245
240,0	607	427	274
300,0	703	484	297



Sezione del cavo [mm <sup>2</sup> ]	Tipologia di cavo	Resistenza R ad 80° C [mΩ/m]	Reattanza [mΩ/m]	Materiale
1	unipolare	22,1	0,176	Rame
1.5	unipolare	14,8	0,168	Rame
2.5	unipolare	8,91	0,155	Rame
4	unipolare	5,57	0,143	Rame
6	unipolare	3,71	0,135	Rame
10	unipolare	2,24	0,119	Rame
16	unipolare	1,41	0,112	Rame
25	unipolare	0,889	0,106	Rame
35	unipolare	0,641	0,101	Rame
50	unipolare	0,473	0,101	Rame
70	unipolare	0,328	0,0965	Rame
95	unipolare	0,236	0,0975	Rame
120	unipolare	0,188	0,0939	Rame
150	unipolare	0,153	0,0928	Rame
185	unipolare	0,123	0,0908	Rame
240	unipolare	0,0943	0,0902	Rame
300	unipolare	0,0761	0,0895	Rame
400	unipolare	0,0607	0,0876	Rame
500	unipolare	0,0496	0,0867	Rame