

## TRACCIA SOLUZIONE

### Compito di Applicazioni Industriali Elettriche per Ingegneria Meccanica, a.a. 2013-14 2 Settembre 2014

A

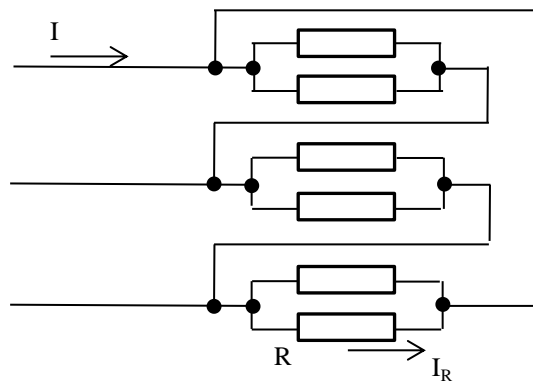
#### TEMPO A DISPOSIZIONE: 120 minuti.

**ESERCIZIO 1** (punti 12) – Un forno elettrico industriale usa 6 resistori identici di resistenza  $R$  collegati come in figura e alimentati da una rete trifase avente una tensione concatenata di  $V=400\text{V}$  efficaci e con frequenza  $f=50\text{ Hz}$ .

Ciascun resistore è realizzato avvolgendo su un supporto di ceramica un filo di nickel-cromo avente il diametro  $d=1\text{ mm}$  e la lunghezza  $l=18\text{ m}$ .

Calcolare

- il valore della resistenza  $R$  alla temperatura di  $100\text{ }^\circ\text{C}$ ;
- il valore efficace della corrente  $I_R$  che percorre ciascun resistore e di quella  $I$  della linea trifase;
- la potenza attiva  $P$ , reattiva  $Q$  e apparente  $N$  del forno;
- l'energia  $E$  consumata espressa in kWh in ogni ciclo di essiccazione della durata di 45 min.



La resistività del NiCr a  $0^\circ\text{C}$  si può assumere pari a  $1\ \Omega\text{mm}^2/\text{m}$  (ovvero anche  $1\ 10^{-6}\ \Omega\text{m}$ ).

Il coefficiente di temperatura  $\alpha=0.15\ 10^{-3}\ ^\circ\text{C}^{-1}$ .

Alla temperatura di  $100\text{ }^\circ\text{C}$  vale allora:  $\rho_{100}=\rho_0(1+\alpha*100)$  e la  $R=\rho_{100}*l/(\pi d^2/4)$ .

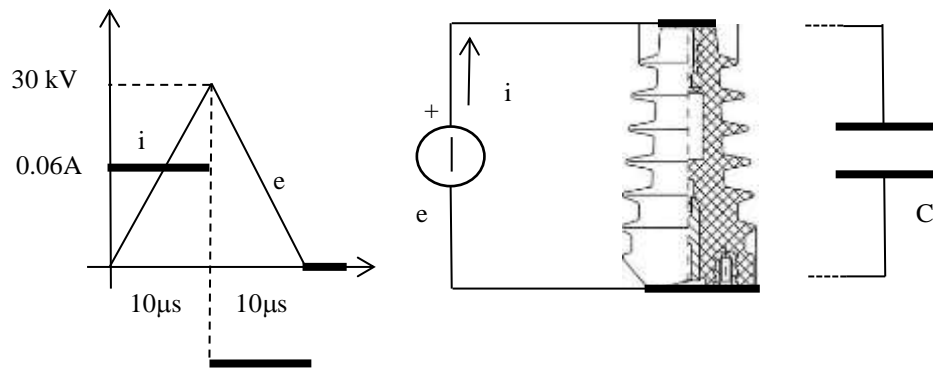
Ogni  $R$  è connessa fra due fili di linea e quindi sottoposta alla tensione concatenata di  $400\text{ V}$ . Per ciascuna vale allora  $P_R=V^2/R$  e  $I_R=V/R$ .

La potenza complessiva  $P=6\ P_R$ . La potenza reattiva è ovviamente nulla trattandosi di un carico puramente resistivo ( $\cos\varphi=1$ ) e quindi la  $N=P$ .

La  $I=N/(\sqrt{3}V)$  che è anche pari a  $I=\sqrt{3}I_{\text{lato triangolo}}=\sqrt{3}*2I_R$  essendo ogni lato di triangolo costituito da due  $R$  in parallelo.

L'energia consumata è pari a  $E=P*t$ . Volendola esprimere in kWh si userà la potenza in kW e il tempo in ore ( $45\text{min}=0.75\text{ h}$ ).

**ESERCIZIO 2** (punti 10) – Un isolatore in vetro è assimilabile ad un condensatore di capacità  $C=20\text{ pF}$ . Durante una prova di laboratorio è sottoposto alla tensione di un generatore ideale di tensione con il profilo di figura.



Calcolare:

- il profilo della corrente durante la prova;
- l'energia accumulata nel condensatore nel momento di picco della tensione.
- la totale energia erogata dal generatore ideale durante tutta la prova.

Per un condensatore vale  $i=C (dv/dt)$  che fornisce la corrente data la tensione.

Nei primi  $10\ \mu\text{s}$  sarà allora  $i = 20 \cdot 10^{-12} (30 \cdot 10^{-3}/10 \cdot 10^{-6}) = 0.06\text{ A}$  costanti (perché la derivata è costante nell'intervallo). Nei secondi  $10\ \mu\text{s}$  sarà  $-0.06\text{ A}$ . Altrove zero (vedi figura, tratto marcato)

L'energia di un condensatore vale  $C V^2/2$ . Pertanto al picco della tensione sarà  $20 \cdot 10^{-12} (30 \cdot 10^{-3})^2/2=0.009\text{ J}$ .

Non essendoci perdite ( $C$  è ideale) la totale energia erogata nella prova è pari all'energia nel condensatore alla fine della prova. Alla fine della prova il condensatore è scarico, pertanto con energia immagazzinata nulla: quindi l'energia totale erogata è nulla (durante i primi  $10\ \mu\text{s}$  il generatore eroga quanto assorbe durante i successivi  $10\ \mu\text{s}$ ; dalla figura si ha conferma che il prodotto  $e \cdot i$  è positivo nei primi  $10\ \mu\text{s}$  e uguale e contrario nei secondi  $10\ \mu\text{s}$ ).