

**Compito di Applicazioni Industriali Elettriche**  
per Ingegneria Meccanica, a.a. 2022-23  
**21 settembre 2023**

**TRACCIA SOLUZIONE**

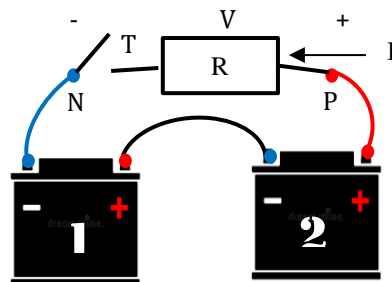
**ESERCIZIO 1** (max punti 12) – Due accumulatori simili, ma di differente marca, hanno i seguenti dati di targa:

Grandezza	Accumulatore 1	Accumulatore 2
Tensione a vuoto [V]: $V_0$	6.5	6.3
Resistenza interna [ $\Omega$ ]: $R_i$	0.0125	0.010
Tensione alla corrente nominale [V]: $V_N$	6.0	5.8
Capacità nominale [Ah]: $C_N$	320	250

I due accumulatori vengono posti in serie (concorde), come mostrato nella figura sottostante, per ottenere una tensione più elevata di quella dei singoli accumulatori fra morsetti P-N fra i quali è collegato un carico  $R=0.4 \Omega$ , attraverso un tasto T.

Si chiede di valutare:

- (max punti 4) Il valore della tensione  $V_{PN}$  con tasto T aperto.
- (max punti 4) I valori delle correnti nominali  $I_{N1}$  e  $I_{N2}$  dei due accumulatori.
- (max punti 4) I valori della tensione  $V$  e della corrente  $I$  del carico  $R$  con tasto T chiuso e le energie  $E_{n1}$  e  $E_{n2}$  erogate ai morsetti dei due accumulatori in 2 ore di funzionamento.



- (domanda addizionale) Calcolare le ore di funzionamento con la corrente calcolata al punto c) nel rispetto delle capacità (Ah) dei due accumulatori (partendo da accumulatori carichi) giustificando la risposta.

**L'esercizio è una rielaborazione del Problema 6.7 del Cap 6 delle dispense (vedere anche il capitolo per altri dettagli!)**

- La tensione richiesta è la tensione a vuoto  $V_{PN0}$  dei due accumulatori in serie, pari alla somma delle loro due tensioni a vuoto

$$V_{PN0} = V_{10} + V_{20}$$

- La tensione nominale di un accumulatore è la tensione ai suoi morsetti quando esso eroga la corrente nominale. Rappresentandolo come un generatore reale di tensione per esse vale quindi:

$$V_N = V_0 - R_i * I_N$$

da cui

$$I_N = (V_0 - V_N) / R_i$$

applicabile a ciascuno dei due accumulatori.

- La corrente nella maglia a tasto chiuso sarà pari alla fem totale di maglia divisa per la resistenza totale di maglia. Quindi

$$I = (V_{10} + V_{20}) / (R + R_{i1} + R_{i2})$$

per cui la tensione sulla resistenza sarà  $V = RI$ .

Per le energie

$$\text{Quella su R: } E_n = (V * I) * \Delta t \quad (\text{non richiesta})$$

$$\text{Quella ai morsetti del primo accumulatore } E_{n1} = (V_1 * I) * \Delta t = (V_{10} - R_{i1} * I) * I * \Delta t$$

Quella ai morsetti del secondo accumulatore  $E_n = (V_2 * I) * \Delta t = (V_{20} - R_{i2} * I) * I * \Delta t$

Ovviamente  $E_n = E_{n1} + E_{n2}$

**ESERCIZIO 2** (max punti 14) – Un'apparecchiatura in media frequenza con  $f = 10\text{kHz}$ , presenta una barra cilindrica avente diametro  $d_0 = 20\text{ mm}$  che attraversa una parete metallica piana. La tensione (sinusoidale) fra la barra e la parete ha un valore efficace pari a  $V = 18\text{ kV}$ .

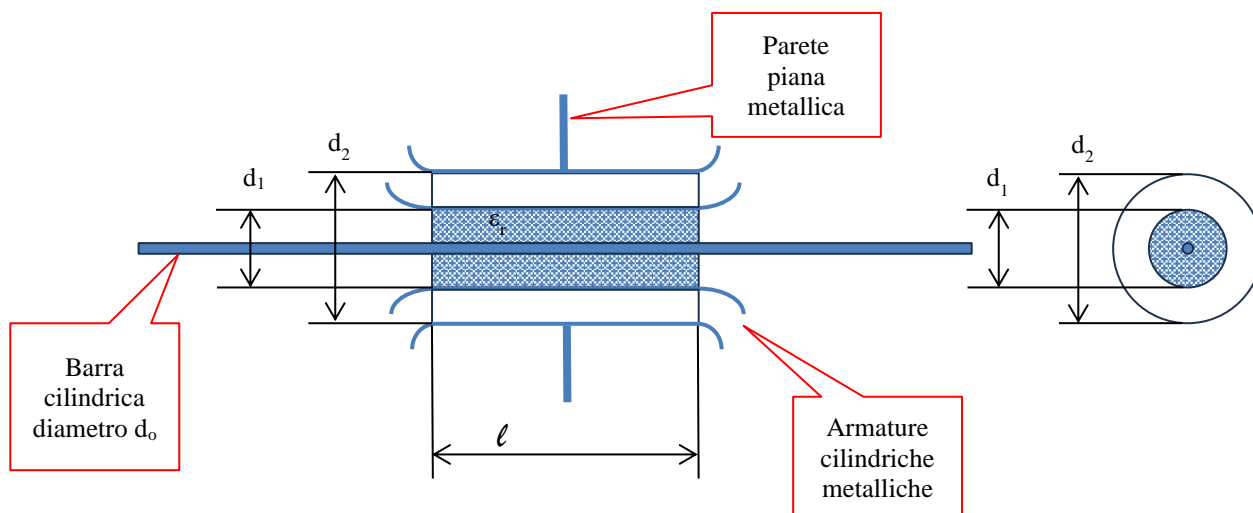
Allo scopo è impiegato un isolatore passante realizzato con un condensatore cilindrico a due strati (vedi figura).

Le dimensioni sono:  $d_1 = 40\text{ mm}$ ,  $d_2 = 60\text{ mm}$ ,  $\ell = 300\text{ mm}$  (gli spessori delle armature sono trascurabili).

Per il condensatore interno (diametri minori) è impiegato un materiale dielettrico solido avente costante dielettrica relativa  $\epsilon_r$  (da determinare) mentre il condensatore più esterno è in aria.

Si chiede di determinare,:

- a) (max punti 6) Il valore della costante dielettrica relativa  $\epsilon_r$  del materiale solido affinché il valore efficace  $V_1$  della tensione fra la barra e l'armatura interna e quello  $V_2$  della tensione fra l'armatura interna e quella esterna (la parete) siano uguali.
- b) (max punti 4) Il valore efficace  $I_c$  della corrente che passa dalla barra alla parete attraverso l'isolatore passante.
- c) (max punti 4) Il valore della potenza reattiva  $Q$  impegnata dall'isolatore passante e quella  $Q_1$  impegnata dal singolo condensatore cilindrico con dielettrico solido e  $Q_2$  dal condensatore in aria.



- d) (domanda addizionale): Verificare se il campo elettrico nel condensatore cilindrico in aria, nell'istante in cui la tensione sinusoidale è sul suo valore massimo, sia compatibile con la rigidità dielettrica (standard) dell'aria o meno.

**L'esercizio è una rielaborazione del Problema 9.5 del Cap 9 delle dispense (vedere anche il capitolo per i dettagli!)**

La struttura è rappresentabile con due condensatori  $C_1$  (dielettrico solido) e  $C_2$  (aria) in serie ai capi della quale (serie) è applicata la tensione  $V$ .

Le capacità sono:

$$C_1 = (\epsilon_0 \epsilon_r 2\pi \ell) / \ln(d_1/d_0) ; \quad C_2 = (\epsilon_0 2\pi \ell) / \ln(d_2/d_1)$$

a) Affinché le due tensioni siano uguali e necessario che le due capacità siano uguali (partitore di tensione capacitivo). Uguagliando le capacità, la sola incognita è la costante dielettrica richiesta.

b) La corrente è quella dei due condensatori in serie  $I_c = (2 * \pi * f) * C_1 C_2 / (C_1 + C_2) * V$  oppure quella di ciascun singolo condensatore (essendo in serie):  $I_c = (2 * \pi * f) * C_1 * V_1 = (2 * \pi * f) * C_2 * V_2$

c) La potenza reattiva totale:  $Q = -V \cdot I_c \text{ [var]} = V \cdot I_c \text{ [VAC]}$ . Essendo le due capacità uguali, così come le due tensioni su di esse, uguali saranno anche le potenze reattive, pari a metà della totale.

d) La carica sulle armature con la tensione al suo valore massimo vale:

$$Q = CV = C_1 \cdot (\sqrt{2} V_1) = C_2 \cdot (\sqrt{2} V_2) = C_1 C_2 / (C_1 + C_2) \cdot (\sqrt{2} V)$$

La densità superficiale di carica sulla superficie interna del condensatore in aria (la superficie più piccola) :

$$\sigma_1 = Q / (\pi d_1 \ell).$$

Quindi il campo elettrico su quella superficie sarà :

$$K_1 = \epsilon_0 \sigma_1$$

che si dovrà confrontare con la rigidità dielettrica dell'aria.