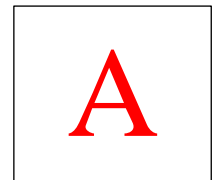


Compito di Applicazioni Industriali Elettriche
per Ingegneria Meccanica, a.a. 2022-23
05 settembre 2023



TRACCIA SOLUZIONE

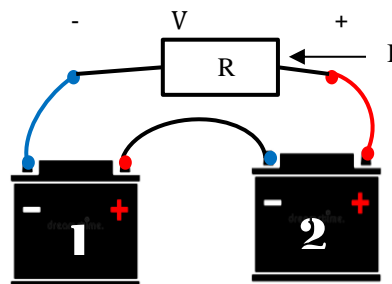
ESERCIZIO 1 (max punti 12) – Due accumulatori simili, ma di differente marca, hanno i seguenti dati di targa:

| Grandezza | Accumulatore 1 | Accumulatore 2 |
|--|----------------|----------------|
| Tensione a vuoto [V]: V_0 | 6.5 | 6.2 |
| Corrente nominale [A]: I_N | 40 | 50 |
| Tensione alla corrente nominale [V]: V_N | 6.1 | 5.8 |
| Capacità nominale [Ah]: C_N | 200 (C_5) | 250 (C_5) |

I due accumulatori vengono posti in serie (concorde), come mostrato nella figura sottostante, per ottenere una tensione più elevata di quella dei singoli accumulatori ai morsetti sul carico R.

Si chiede di:

- (max punti 4) Definire, giustificando, la massima corrente I che il carico R può assorbire nel rispetto dei dati nominali degli accumulatori.
- (max punti 5) Calcolare la tensione V sul carico R con la corrente definita al punto a) e il valore della resistenza R.
- (max punti 3) L'energia elettrica En_R assorbita dal carico R e le energie En_1 e En_2 erogate ai morsetti dei due accumulatori in 2 ore di funzionamento.



- (domanda addizionale) Calcolare le ore di funzionamento con la corrente definita al punto a) nel rispetto delle capacità (Ah) dei due accumulatori giustificando la risposta.

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

- I due accumulatori sono in serie e quindi percorsi dalla stessa corrente I . Il suo massimo valore sarà pari alla minore delle correnti nominali degli accumulatori e quindi a 40 A. Raggiunto questo valore, l'accumulatore 1 è "a pieno carico" e, volendo rispettare le potenzialità in corrente dei due accumulatori, oltre non si potrà andare.
- La tensione sul carico è pari alla somma delle tensioni V_1 e V_2 ai morsetti dei due accumulatori (principio di Kirchhoff)

$$V = V_1 + V_2 = (V_{10} - R_{i1} * I) + (V_{20} - R_{i2} * I)$$

Le resistenze interne si calcolano con la formula (applicata a ciascun accumulatore):

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

La R sarà invece: $R = V/I$.

- $En = (V * I) * \Delta t$

$$En1 = (V_1 * I) * \Delta t = (V_{10} - R_{i1} * I) * I * \Delta t$$

$$En = (V_2 * I) * \Delta t = (V_{20} - R_{i2} * I) * I * \Delta t$$

$$\text{Ovviamente } En = En_1 + En_2$$

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 $V = 8\text{ kV}$.

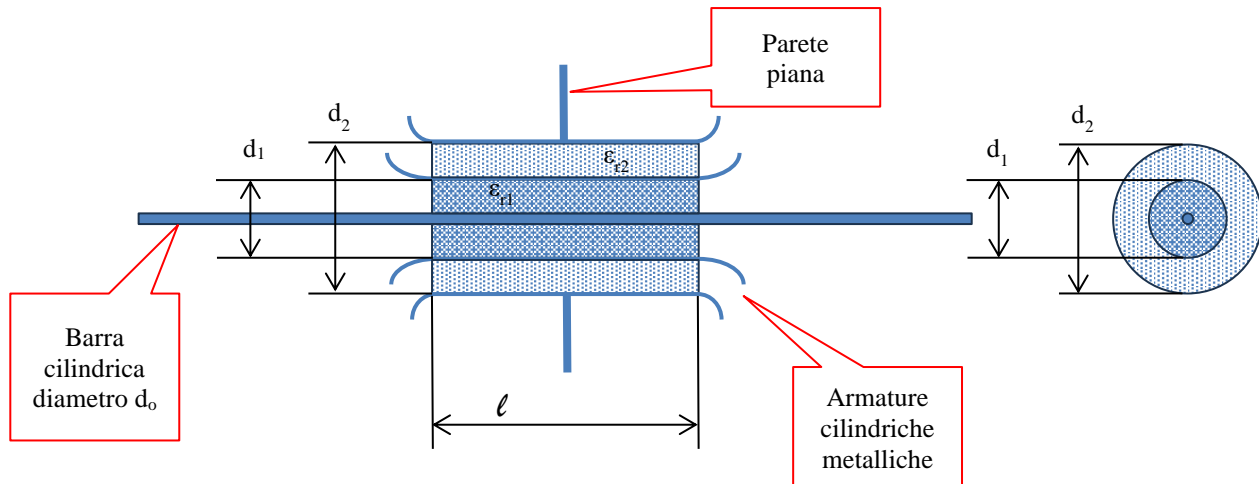
Allo scopo è impiegato un isolatore passante realizzato con un condensatore cilindrico a due strati (vedi figura).

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

I materiali dielettrici utilizzati hanno costante dielettrica relativa $\epsilon_{r1} = 6$, $\epsilon_{r2} = 3$.

Si chiede di determinare,:

- (max punti 7) 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.
- (max punti 4) Il valore efficace I_c della corrente che passa dalla barra alla parete attraverso il condensatore cilindrico.
- (max punti 3) Il valore della potenza reattiva Q impegnata dall'isolatore passante.



- (domanda addizionale): Calcolare il campo elettrico sulla superficie esterna della barra cilindrica a contatto con il materiale dielettrico (quindi dentro il condensatore cilindrico), nell'istante in cui la tensione sinusoidale è sul suo valore massimo.

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 e C_2 in serie ai capi della quale (serie) è applicata la tensione V .

Le capacità sono:

$$C_1 = (\epsilon_0 \epsilon_{r1} 2\pi \ell) / \ln(d_1/d_0) \quad ; \quad C_2 = (\epsilon_0 \epsilon_{r2} 2\pi \ell) / \ln(d_2/d_1)$$

- Le tensioni sono (partitore di tensione capacitivo)

$$V_1 = V * C_2 / (C_1 + C_2) \quad ; \quad V_2 = V * C_1 / (C_1 + C_2)$$

- 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: $Q = - V * I_c \text{ [var]} = V * I_c \text{ [VAC]}$

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

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

La densità superficiale di carica sulla superficie esterna della barra: $\sigma_0 = Q / (\pi d_0 \ell)$

Quindi il campo elettrico su quella superficie sarà: $K_0 = \epsilon_0 \epsilon_{r1} \sigma_0$