

**ANNO SCOLASTICO 2015-2016**  
**ESAME DI STATO DI ISTRUZIONE SECONDARIA SUPERIORE**  
**Indirizzo: ITET – ELETTROROTECNICA ED ELETTRONICA**  
**ARTICOLAZIONE ELETTROROTECNICA**

**Tema di: ELETTROROTECNICA ED ELETTRONICA**

*Il candidato svolga la prima parte della prova e due tra i quesiti proposti nella seconda parte.*

**PRIMA PARTE**

Sulla targa di un motore asincrono trifase a 4 poli sono indicate le seguenti caratteristiche:

- potenza nominale 40 kW;
- tensione nominale 400 V;
- corrente nominale 75 A;
- frequenza nominale 50 Hz;
- velocità del rotore 1434 giri/min.

Sono state svolte due prove a vuoto con tensioni di alimentazione diverse.  
La prima prova è stata eseguita a tensione nominale e ha fornito i seguenti risultati:

$$P_0 = 1500 \text{ W e } I_0 = 15 \text{ A.}$$

La seconda prova è stata eseguita alla tensione di 300 V e ha fornito i seguenti risultati:

$$P_0 = 1160 \text{ W e } I_0 = 8 \text{ A.}$$

Inoltre, la misura di resistenza fra due morsetti dello statore, eseguita alla temperatura di 15 °C, ha fornito il valore di 0,15 Ω.

Il candidato, fatte le eventuali ipotesi aggiuntive che ritiene necessarie, nel caso in cui il motore funzioni con il carico di targa, determini:

- a) il rendimento;
- b) la coppia resa.

Sapendo che nella fase di avviamento il motore assorbe a pieno carico una corrente 5,8 volte la corrente nominale e che deve vincere una coppia resistente di 100 Nm, il candidato determini la tensione necessaria al motore per un corretto avviamento e dimensioni il dispositivo adatto a tale scopo giustificando la scelta fatta.

**SECONDA PARTE**

*Il candidato risponda a due, e solo due, dei seguenti quesiti e, fatte eventuali ipotesi aggiuntive ritenute necessarie, presenti per ognuno le linee operative e le motivazioni delle soluzioni prospettate.*

1. Considerato il motore indicato nel tema proposto nella prima parte, il candidato illustri il sistema di regolazione in grado di ridurre la velocità del 10% e dimensioni il relativo dispositivo.

2. Un impianto di sollevamento deve essere dimensionato per sollevare una massa di 350 kg alla velocità di 0,6 m/s.

Il candidato, fatte le eventuali ipotesi aggiuntive che ritiene necessarie, dimensiona il motoriduttore adatto.

3. In un piccolo ufficio è necessario installare un gruppo di continuità statico per l'alimentazione di riserva delle utenze informatiche. Nell'ufficio sono presenti 10 PC con monitor a colori e stampanti a getto di inchiostro e due stampanti laser.

Il candidato dimensiona ed individua le caratteristiche del gruppo di continuità adatto sapendo che tutte le utenze possono lavorare contemporaneamente.

4. Il candidato spieghi come un alternatore può essere correttamente posto in parallelo ad una rete prevalente.

### **soluzione PRIMA PARTE**

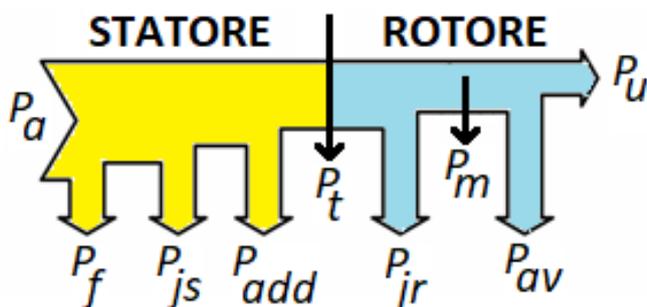
#### **a) calcolo del rendimento**

Per poter effettuare il calcolo del rendimento è nota la potenza utile ma non la potenza assorbita in quanto non è a disposizione il valore nominale del fattore di potenza.

Per ottenere il rendimento si procede pertanto calcolando nell'ordine:

- le perdite nel ferro e quelle per attrito e ventilazione dalle due prove a vuoto;
- lo scorrimento nominale;
- la potenza trasmessa dallo statore al rotore;
- le perdite Joule di statore;
- la potenza assorbita.

La figura mostra sinteticamente le perdite che si hanno nelle due parti in cui viene suddivisa la macchina.



Con  $P_t$  viene indicata la potenza trasmessa fra rotore e statore, con  $P_m$  la potenza meccanica.

Vengono indicate:

- la potenza assorbita con  $P_a$ ;
- le perdite nel ferro con  $P_f$ ;

- le perdite nel rame di statore con  $P_{js}$ ;
- le perdite addizionali con  $P_{add}$ ;
- la potenza trasmessa dallo statore al rotore con  $P_t$ ;
- le perdite nel rame di rotore con  $P_{jr}$ ;
- la potenza meccanica con  $P_t$ ;
- le perdite per attrito e ventilazione con  $P_{av}$ ;
- la potenza utile con  $P_u$ .

### Perdite nel ferro e perdite per attrito e ventilazione

Dalle due prove a vuoto effettuate per due valori di tensione differenti emergono i seguenti risultati:

- a 400 V risulta  $P_0 = 1500$  W e  $I_0 = 15$  A;
- a 300 V risulta  $P_0 = 1160$  W e  $I_0 = 8$  A.

Con questi dati, considerando costanti le perdite meccaniche e dipendenti dal quadrato della tensione di alimentazione quelle nel ferro, si può impostare il seguente sistema

$$\begin{cases} (P_f + P_{av})_{400} = k \cdot V_{400}^2 + P_{av} \\ (P_f + P_{av})_{300} = k \cdot V_{300}^2 + P_{av} \end{cases}$$

che consente di separare le due tipologie di perdita.

La costante di proporzionalità  $k$  è tipica di una parabola passante per l'origine.

La somma tra perdite nel ferro e perdite per attrito e ventilazione risulta dalle perdite misurate attraverso le prove a vuoto  $P_{0400}$  (1500 W) e  $P_{0300}$  (1160 W) alle quali vanno sottratte le perdite statoriche nel rame a vuoto  $P_{j0400}$  e  $P_{j0300}$ .

Risultano le seguenti espressioni:

$$\begin{aligned} (P_f + P_{av})_{400} &= P_{0400} - P_{j0400} \\ (P_f + P_{av})_{300} &= P_{0300} - P_{j0300} \end{aligned}$$

Le perdite statoriche nel rame a vuoto si calcolano utilizzando il valore di resistenza di statore misurato a temperatura ambiente e la corrente misurata nel corso della prova a vuoto.

Risultano le seguenti espressioni:

$$\begin{aligned} P_{j0400} &= 3 \cdot R_1 \cdot I_{0400}^2 = 3 \cdot 0,15 \cdot 15^2 = 101 \text{ W} \\ P_{j0300} &= 3 \cdot R_1 \cdot I_{0300}^2 = 3 \cdot 0,15 \cdot 8^2 = 29 \text{ W} \end{aligned}$$

e, di conseguenza, per sostituzione:

$$\begin{aligned} (P_f + P_{av})_{400} &= 1500 - 101 = 1399 \text{ W} \\ (P_f + P_{av})_{300} &= 1160 - 29 = 1131 \text{ W} \end{aligned}$$

Sostituendo i valori numerici nel sistema si ottiene:

$$\begin{cases} 1399 = k \cdot 400^2 + P_{av} \\ 1131 = k \cdot 300^2 + P_{av} \end{cases}$$

Risolvendo si ottengono come risultati  $P_{av} = 786 \text{ W}$  e  $k = 268/70000$ .  
Sostituendo i due valori nell'espressione

$$(P_f + P_{av})_{400} = k \cdot V_1^2 + P_{av}$$

si ottengono infine le perdite nel ferro a 400 V che valgono 613 W.

### Scorrimento

Per una macchina a quattro poli la velocità di rotazione del campo magnetico  $n_0$  ad una frequenza di 50 Hz vale 1500 giri/min.

Nota la velocità del rotore  $n$ , per lo scorrimento nominale  $s$  risulta:

$$s = 1 - \frac{n}{n_0} = 1 - \frac{1434}{1500} = 0,044 = 4,4\%$$

### Potenza trasmessa dallo statore al rotore

Noti  $s$ ,  $P_u$  e  $P_{av}$  è possibile sfruttare la relazione

$$P_u + P_{av} = P_t(1 - s)$$

per calcolare la potenza trasmessa.

Risulta di conseguenza:

$$P_t = \frac{P_u + P_{av}}{(1 + s)} = \frac{40000 + 786}{(1 - 0,044)} = 42663 \text{ W}$$

### Perdite Joule di statore

Per le perdite Joule di statore si deve riportare il valore di resistenza di statore alla temperatura di esercizio che si suppone pari a 75 °C.

Risulta

$$R_{1-75} = R_{1-15} \cdot \frac{234,5 + \theta_e}{234,5 + \theta_a} = 0,15 \cdot \frac{234,5 + 75}{234,5 + 15} = 0,186 \Omega$$

e di conseguenza:

$$P_{js} = 3 \cdot R_{1-75} \cdot I_n^2 = 3 \cdot 0,186 \cdot 75^2 = 3139 \text{ W}$$

### Potenza assorbita

Noti  $P_t$ ,  $P_f$  e  $P_{js}$  è possibile sfruttare la relazione

$$P_t = P_a - P_f - P_{js} - 0,005 P_a$$

per calcolare la potenza assorbita.

Risulta di conseguenza

$$P_a = \frac{P_t + P_f + P_{js}}{(1 - 0,005)} = \frac{42663 + 613 + 3139}{(1 - 0,005)} = 46648 \text{ W}$$

e una perdita complessiva di potenza pari a 6648 W.

## Rendimento

Dalla definizione di rendimento si ottiene:

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{40000}{46648} = 0,86$$

### b) calcolo della coppia resa

Per il calcolo della potenza utile risulta:

$$P_u = P_a - P_f - P_{js} - P_{add} - P_{jr} - P_{av} = 41,6 - 0,61 - 3,14 - 0,21 - 1,65 - 0,79 \cong 35,4 \text{ kW}$$

Per il calcolo della velocità angolare  $\omega$  risulta:

$$\omega = \frac{2\pi \cdot n}{60} = \frac{2\pi \cdot 1434}{60} = 150,1 \text{ rad/s}$$

Sostituendo nella formula della coppia resa (che è poi la coppia nominale) si ha infine:

$$C_n = \frac{P_n}{\omega} = \frac{40000}{150,1} = 266,5 \text{ Nm}$$

## Avviamento

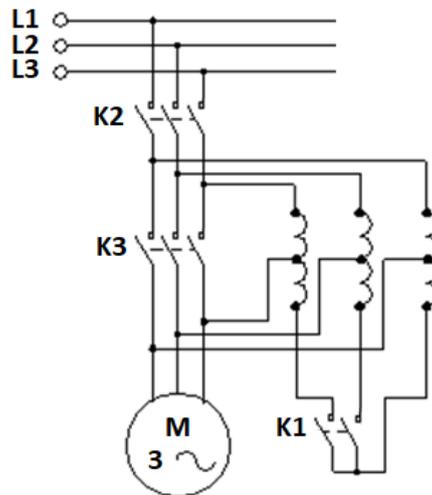
Nel testo non vengono fornite indicazioni relative alla tipologia di motore, se a gabbia o a rotore avvolto.

Dalla tecnologia costruttiva dipende infatti la tipologia di avviamento che può avvalersi di un autotrasformatore o di un sistema stella-triangolo (nel caso di motore a gabbia) o di un reostato di avviamento (nel caso di motore a rotore avvolto).

Si consideri il caso di un motore a gabbia e di un avviamento tramite autotrasformatore interposto tra linea a e motore.

L'avviamento tramite autotrasformatore non presenta l'inconveniente proprio di un avviamento stella-triangolo che è quello di una temporanea assenza di coppia motrice al momento della commutazione, fatto di particolare rilevanza nel caso di avviamento a carico.

In figura viene riprodotto un esempio di schema per l'avviamento di un m.a.t. tramite autotrasformatore (non vengono rappresentati i dispositivi di protezione ma solo quelli di manovra).



La successione delle manovre di avviamento risulta la seguente:

- eccitazione di K1;
- eccitazione di K2;
- diseccitazione di K1;
- eccitazione di K3.

### Calcolo della tensione ridotta

L'autotrasformatore deve fornire al motore la tensione di avviamento ridotta  $V_{rid}$  che permette lo sviluppo di una coppia di avviamento  $C_{avrid}$  pari 100 Nm. Sapendo che la coppia varia col quadrato della tensione, il calcolo della tensione necessaria per un avviamento corretto può essere effettuato utilizzando la relazione seguente:

$$\frac{C_{avn}}{C_{avrid}} = \frac{V_n^2}{V_{rid}^2}$$

Non essendo fornito il dato relativo alla coppia di avviamento nominale si può usare per il suo calcolo un fattore moltiplicativo della coppia nominale tipico (desunto eventualmente da tabelle) pari a 1,5.

Risulta:

$$C_{avn} = 1,5 \cdot C_n = 1,5 \cdot 266,5 = 400 \text{ Nm}$$

Con questo dato risulta:

$$V_{rid} = V_n \cdot \sqrt{\frac{C_{avrid}}{C_{avn}}} = 400 \cdot \sqrt{\frac{100}{400}} = 200 \text{ V}$$

### Dimensionamento dell'autotrasformatore

Per un dimensionamento corretto dell'autotrasformatore bisogna calcolare la corrente di avviamento corrispondente alla tensione di avviamento e, di seguito, la potenza nominale dell'autotrasformatore.

Considerando che la corrente assorbita dal motore all'avviamento varia proporzionalmente alla tensione applicata, per il calcolo della corrente di avviamento a tensione ridotta  $I_{av200}$  si utilizzerà la seguente relazione:

$$\frac{I_{av200}}{I_{avn}} = \frac{V_{200}}{V_n}$$

Con una corrente nominale pari a 75 A si ha una corrente all'avviamento nominale pari a:

$$I_{avn} = 75 \cdot 5,8 = 535 \text{ A}$$

Risulta infine:

$$I_{av200} = I_{avn} \cdot \frac{V_{200}}{V_n} = 535 \cdot \frac{200}{400} = 267,5 \text{ A}$$

Per la potenza apparente dell'autotrasformatore si ha:

$$S = \sqrt{3} \cdot V_{200} \cdot I_{av200} = \sqrt{3} \cdot 200 \cdot 267,5 = 92555 \text{ VA}$$

Tenendo conto di un coefficiente riduttivo pari a 0,3 che si deve prendere in considerazione in quanto l'autotrasformatore viene adibito ad un servizio di durata limitata risulta in definitiva una potenza apparente pari a circa 278 kVA.

Si deve considerare come potenza nominale dell'autotrasformatore il valore commerciale immediatamente superiore a quello calcolato.

## ***soluzione SECONDA PARTE***

### **QUESITO 1**

Viene richiesta una regolazione a coppia costante (pari alla nominale) con riduzione della velocità del 10%.

Per il valore ridotto di velocità risulta di conseguenza:

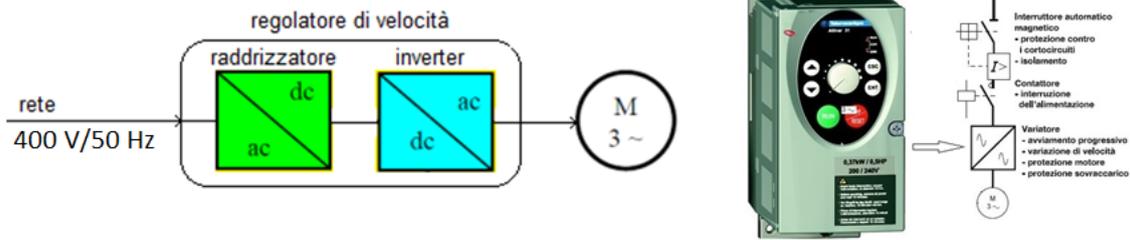
$$n_{rid} = n - \frac{n}{10} = 1434 - \frac{1434}{10} = 1291 \text{ giri/min}$$

La regolazione della velocità può essere effettuata regolando la sola tensione applicata (tramite autotrasformatore ad esempio) o mediante riduzione contemporanea di tensione e frequenza in modo tale che il rapporto rimanga costante (tramite inverter).

Si consideri il secondo caso.

Nel gergo industriale un dispositivo atto alla regolazione della velocità dei motori asincroni trifase viene denominato inverter o convertitore statico di frequenza.

In realtà, come evidenziato in figura, l'inverter è soltanto il dispositivo elettronico atto a trasformare una corrente continua in corrente alternata di forma sinusoidale o pseudo sinusoidale; nel regolatore è anche compreso un blocco raddrizzatore che trasforma l'alternata di rete in una continua a tensione variabile.



Nella figura viene riprodotto anche un esempio di variatore di velocità (Altivar) prodotto da Schneider Electric e la sua posizione nel circuito di potenza.

Il procedimento necessario per ottenere le specifiche richieste in termini di velocità consiste nel determinare la frequenza e di seguito la tensione che è ad essa proporzionale.

### Calcolo della frequenza

Con questo metodo, per il campo di frequenze compreso tra 0 Hz e la frequenza nominale di 50 Hz, si ha il vantaggio di mantenere costante il flusso per polo e quindi la coppia massima esprimibile dal motore.

La caratteristica meccanica si modifica traslando verso sinistra al diminuire della frequenza.

La differenza  $\Delta n$  tra la velocità del campo rotante  $n_0$  e la velocità del rotore  $n$  risulta quindi, a parità di coppia, costante al variare della frequenza.

Questa differenza può essere calcolata facendo riferimento alla frequenza nominale.

Risulta:

$$\Delta n = n - n_0 = 1500 - 1434 = 66 \text{ giri/min}$$

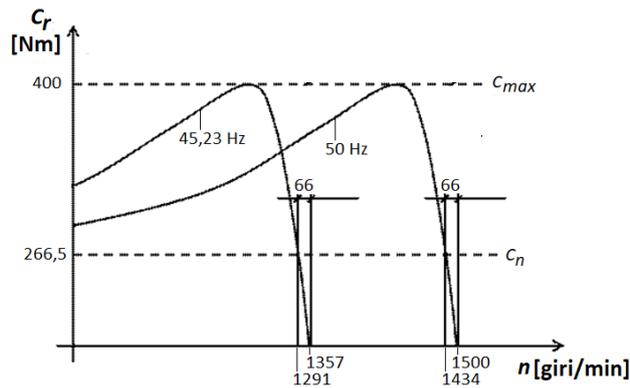
Siccome la regolazione richiede una velocità ridotta pari a 1291 giri/min, la velocità che assume il campo rotante alla nuova frequenza deve risultare pari a:

$$n_{0rid} = n_{rid} + \Delta n = 1291 + 66 = 1357 \text{ giri/min}$$

Con due coppie polari ( $p=2$ ) per la frequenza  $f_{rid}$  con la quale deve essere alimentato il motore risulta:

$$f_{rid} = \frac{n_{0rid} \cdot p}{60} = \frac{1357 \cdot 2}{60} = 45,23 \text{ Hz}$$

Nella figura di seguito riportata (caratteristica meccanica del motore) vengono evidenziati i parametri calcolati in precedenza.



### Calcolo della tensione

La tensione  $V_{rid}$  alla quale alimentare il motore varia in misura proporzionale alla variazione di frequenza.

Risulta di conseguenza la relazione

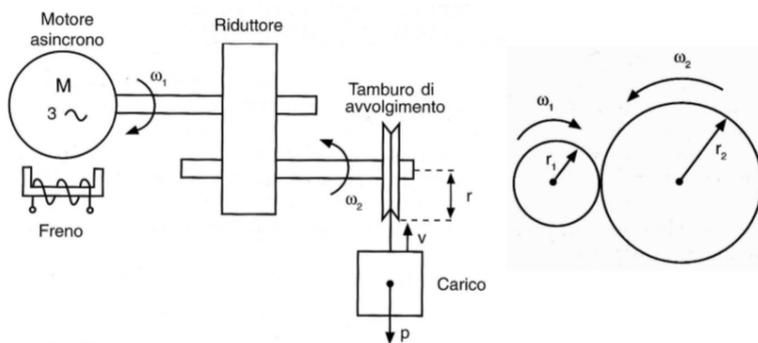
$$\frac{V_{rid}}{V_n} = \frac{f_{rid}}{f_n}$$

dalla quale si ricava infine:

$$V_{rid} = V_n \cdot \frac{f_{rid}}{f_n} = 400 \cdot \frac{45,23}{50} = 361,84 \text{ V}$$

### QUESITO 2

Si suppone che un motore asincrono trifase, alimentato con una tensione di 400 V alla frequenza di 50 Hz, azioni il dispositivo per il sollevamento di pesi riprodotto in figura costituito da un tamburo di avvolgimento della fune e da un freno elettromeccanico.



Il dispositivo di sollevamento presenta i seguenti parametri:

- $r = 30 \text{ cm}$  per il raggio del tamburo d'avvolgimento;
- $p = 350 \text{ kg}$  per il peso massimo da sollevare;
- $v = 0,6 \text{ m/s}$  per la velocità di avanzamento del peso.

Le velocità di rotazione tipiche di questi motori risultano troppo elevate per poter azionare direttamente la puleggia di sollevamento; l'uso di un riduttore, che può essere considerato un attuatore esclusivamente meccanico, consente l'adattamento del motore asincrono

alle velocità di sollevamento caratteristiche; i riduttori possono essere del tipo a ingranaggi o del tipo a cinghia.

Il freno elettromeccanico deve intervenire per motivi di sicurezza.

Attraverso il calcolo delle grandezze meccaniche in gioco e considerando il tipo di riduttore da utilizzare è possibile risalire al valore della potenza richiesta al motore di sollevamento e quindi operare una scelta idonea.

Per il calcolo della potenza è necessario risalire ai valori della coppia e della velocità di rotazione.

Si procede calcolando nell'ordine:

- il numero di giri all'albero del tamburo;
- il numero di giri all'albero del motore;
- la coppia resistente all'albero del tamburo;
- la coppia motrice;
- la potenza motrice.

### **Numero di giri all'albero del tamburo**

Noti il raggio del tamburo d'avvolgimento  $r$  e la velocità di avanzamento del peso  $v$  si perviene alla velocità angolare  $\omega_2$  ed al numero di giri  $n_2$  dell'albero del tamburo; risulta:

$$\omega_2 = \frac{v}{r} = 1,67 \text{ rad/s}$$

$$n_2 = \frac{60}{2\pi} \cdot \omega_2 = \frac{60}{2\pi} \cdot 1,67 = 15,95 \text{ giri/min}$$

### **Numero di giri all'albero del motore**

Per determinare il numero di giri all'albero del motore deve essere noto il rapporto di trasmissione del riduttore  $i$ ; un valore pratico ragionevole è 45.

Sfruttando il legame tra velocità periferica e velocità angolare in un corpo in rotazione si ha:

$$n_1 = n_2 \cdot i = 15,95 \cdot 45 = 718 \text{ giri/min}$$

Il valore ottenuto corrisponde approssimativamente alla velocità che può esprimere un motore asincrono trifase ad 8 poli che ha una velocità del campo rotante pari a 750 giri/min.

Il motore avrebbe uno scorrimento pari a:

$$s = \frac{n_0 - n_1}{n_0} = \frac{750 - 718}{750} = 0,042 = 4,2\%$$

### **Coppia resistente all'albero del tamburo**

Per il calcolo della coppia resistente all'albero del tamburo  $C_r$  si deve moltiplicare il peso del carico  $p$  (espresso in N) per il raggio del tamburo; si ottiene pertanto:

Per il calcolo della coppia resistente sull'albero del tamburo  $C_r$  si deve moltiplicare il peso del carico (espresso in N) per il raggio del tamburo; si ottiene:

$$C_r = p \cdot r = 9,81 \cdot 1000 \cdot 0,3 = 2943 \text{ N} \cdot \text{m}$$

### **Coppia motrice**

Per il calcolo della coppia motrice  $C_m$  è necessario assegnare un valore al rendimento di trasmissione  $\eta_T$ .

Ipotizzando come valore ragionevole tipico di un attuatore reversibile 0,7 per la coppia motrice si ottiene:

$$C_m = \frac{C_r}{i \cdot \eta_T} = \frac{2943}{45 \cdot 0,7} = 93 \text{ N} \cdot \text{m}$$

### **Potenza motrice**

Per la potenza motrice si ha infine:

$$P_m = C_m \cdot \omega_2 \cdot i = 93 \cdot 1,67 \cdot 45 = 6988 \text{ W}$$

La potenza nominale del motore deve risultare superiore al valore trovato.

### **QUESITO 3**

La maggior parte dei danni che vengono arrecati ai sistemi informatici (80% circa) è dovuto a malfunzionamento dell'alimentazione elettrica.

Il rischio di incorrere in malfunzionamenti o danni hardware e software è proporzionale al tempo di lavoro dell'elaboratore.

Un computer che è acceso per 10-15 ore a settimana rischia statisticamente un inconveniente ogni 60 giorni, un sistema in rete potrebbe fermarsi due volte al mese.

Inoltre si deve tenere presente che la ricostruzione dei dati persi ha un costo molto elevato.

Per garantire il corretto funzionamento dei sistemi locali e remoti, in qualunque condizione di alimentazione elettrica, è necessario disporre di una protezione sicura contro tutti i disturbi elettrici.

L'impiego dei gruppi di continuità statici rappresenta una soluzione al problema.

I gruppi di continuità statici (sinteticamente UPS, acronimo inglese di *Uninterrupted Power Supply*) sono infatti dispositivi che, grazie alle batterie in esso presenti, sono in grado di fornire potenza elettrica dopo una interruzione di alimentazione o a scollegare tutti i dispositivi elettronici ad esso collegati.

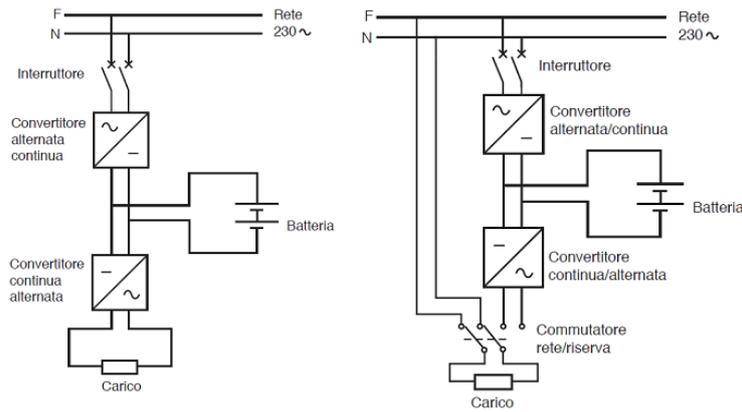
Esistono diverse tipologie di gruppi di continuità rispettivamente denominate:

- standby passivo;
- on-line;
- off-line.

Gli UPS on-line sono in questo caso la soluzione migliore.

L'uscita del dispositivo proviene direttamente dalle batterie che sono costantemente collegate alla rete di alimentazione elettrica e le ricarica .

Due esempi di schemi di gruppi di continuità vengono riportati in figura.



Parametri fondamentali per il dimensionamento di un UPS sono:

- *la potenza del carico;*
- *la corrente di spunto del carico;*
- *l'autonomia.*

La **potenza del carico** rappresenta la somma delle potenze relative alle singole apparecchiature.

E' importante fornire i valori di potenza apparente (espressi in VA), poichè gli UPS sono progettati per fornire una data potenza apparente e una potenza attiva (espressa in W) nominali, il cui rapporto considera carichi con fattore di potenza massimo da 0,7 a 0,8.

Per valori diversi da tali parametri occorrerà tenerne conto.

La **corrente di spunto del carico** è il parametro più critico dei carichi e può essere molto superiore a quella nominale.

Normalmente l'UPS può sopportare in sovraccarico fino al 150% della corrente nominale per un tempo superiore alla durata dello spunto.

Se il carico ha un assorbimento superiore durante l'inserzione, l'UPS andrà dimensionato sulla base di questo parametro, attraverso il rapporto tra corrente di spunto del carico e capacità di sopportare il sovraccarico dell'UPS.

Se ad esempio un carico da 7500 VA assorbe in inserzione 12000 VA, per il dimensionamento dell'UPS si deve considerare il valore  $12000/1,5 = 8000$  VA.

L'**autonomia** è un parametro che dipende da diversi fattori quali il tipo di installazione, il tipo di applicazione, la configurazione dell' impianto.

Il tempo di autonomia può variare a seconda delle disposizioni di legge come nel caso dell'illuminazione di emergenza.

## Dimensionamento

La scelta dell'UPS è legata alla somma delle potenze degli utilizzatori che caratterizzano l'impianto che si può determinare facendo riferimento alla tabella di seguito riportata.

Apparecchiatura	Consumo tipico
PC senza monitor	150 - 200 VA
Server di rete senza monitor	250 - 350 VA
Monitor o terminale monocromatico	40 - 50 VA
Monitor a colori 15"	50 - 80 VA
Monitor a colori 15" LCD	10 - 20 VA
Monitor a colori 17"	60 - 120 VA
Monitor a colori 17" LCD	15 - 30 VA
Monitor a colori 19-21"	100 - 200 VA
Stampante ad aghi 80 colonne	30 - 60 VA
Stampante ad aghi 136 colonne	80 - 150 VA
Stampante a getto Inchiostro	20 - 50 VA
Stampante laser A4	600 - 1300 VA
Stampante laser A3	1000 - 1500 VA
Modem	10 - 30 VA
Hub 8 porte	20 - 50 VA
Hub 16 porte	80 - 150 VA
Fax carta termica	50 - 100 VA
Fax carta comune	100 - 500 VA
Plotter a penna A3	60 - 100 VA
Plotter a penna A0	80 - 250 VA
Scanner A4 - A3	40 - 80 VA

Per le potenze da attribuire alle singole apparecchiature risulta:

- 2 stampanti laser A3, 2800 VA;
- 10 personal senza monitor, 1800 VA;
- 10 monitor a colori da 19", 1200 VA;
- 10 stampanti a getto d'inchiostro, 400 VA

Si ha un consumo complessivo pari a 6200 VA; la scelta sul dispositivo commerciale caratterizzato da una potenza nominale di 8 kVA (specifiche riportate in figura).

MODELLO	AURIS 6 MM	AURIS 8 MM	AURIS 10 MM
TECNOLOGIA	On-line (Doppia conversione) con by-pass automatico e manuale (possibilità di parallelo fino a 4 unità)		
<b>INGRESSO</b>			
TENSIONE	160 ÷ 280 Vac monofase (carico < 75%)		
FREQUENZA	45-65 Hz		
CORRENTE MASSIMA (1)	32 A	42 A	50 A
FATTORE DI POTENZA	> 0,99 al 100 % del carico ( lineare)		
<b>USCITA</b>			
TENSIONE	200 / 220 / 230 / 240 Vac selezionabile ± 2 %		
FREQUENZA	50 - 60 Hz ± 1%		
POTENZA NOMINALE	6 KVA	8 KVA	10 KVA
POTENZA ATTIVA	5,4 kW	7,2 kW	9 kW
FORMA D'ONDA (tensione)	Sinusoidale pura		
DISTORSIONE FORMA D'ONDA	< 2%		
FATTORE DI CRESTA (corrente)	3:1		
<b>BATTERIA</b>			
TIPO	VRLA - AGM, per uso continuativo in tampone		
AUTONOMIA TIPICA carico 50%	32 minuti (estendibile)	24 minuti (estendibile)	19 minuti (estendibile)
AUTONOMIA TIPICA carico 80%	15 minuti (estendibile)	13 minuti (estendibile)	9 minuti (estendibile)
TEMPO DI RICARICA	Max 12 ore		
<b>PROTEZIONE</b>			
ELETTRICHE	Interruttori magnetotermici in ingresso, fusibile di batteria, filtro radiofrequenza, EPO (arresto di emergenza) collegabile con pulsante a fungo remoto conforme alle richieste dei VVFF		
ELETTRONICHE	Sovraccarico, cortocircuito, tensione minima di batteria, termica		

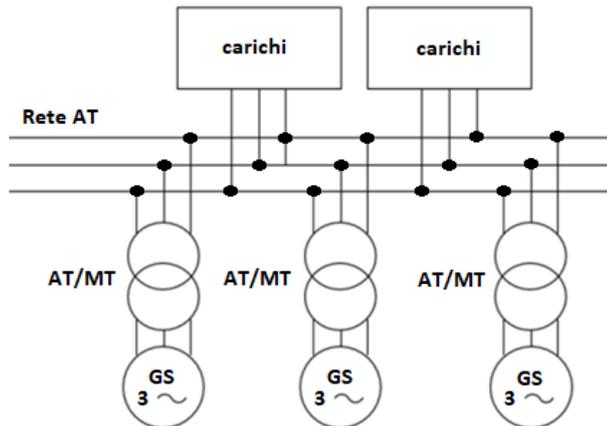
#### QUESITO 4

L'operazione di collegamento di un alternatore alla rete prende il nome di *messa in parallelo dell'alternatore*.

Si suppone che il parallelo venga effettuato su una rete la cui tensione e la cui frequenza rimangono costanti qualunque valore abbia l'intensità della corrente erogata dall'alternatore.

In pratica ciò significa che la potenza dei generatori collegati alla rete è molto grande rispetto alla potenza della macchina da collegare.

Si ha così un sistema di sbarre definito a potenza prevalente; un esempio viene schematizzato in figura.



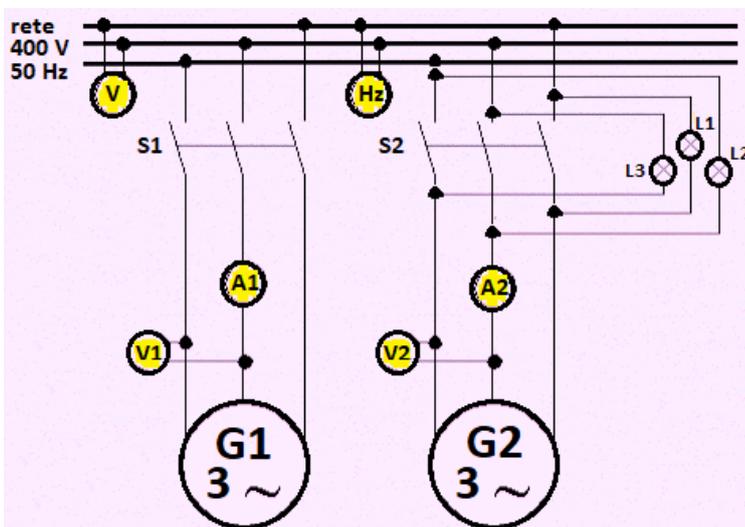
La tensione nominale della rete AT è normalmente 220 kV o 380 kV.

Essendo la tensione ai morsetti degli alternatori molto più bassa (generalmente compresa fra 10 kV e 30 kV) questi devono essere collegati alla rete AT tramite una linea MT e un trasformatore MT/AT.

L'energia elettrica viene trasmessa in AT fino alle diverse stazioni elettriche AT/MT allo scopo di essere distribuita alle diverse utenze in media e bassa tensione.

Per diversi motivi è necessario collegare/scollegare gli alternatori alla rete a potenza prevalente.

Per le considerazioni che seguono si osservi la figura.



Si consideri l'interruttore S1 inizialmente chiuso e quindi l'alternatore G1 collegato alla rete.

Si vuole collegare in rete anche l'alternatore G2 ponendolo in parallelo al primo.

E' un'operazione di non facile attuazione in quanto condizione indispensabile per la regolarità della manovra è che questa si compia senza alcun scambio di corrente fra l'alternatore G2 e le sbarre all'atto della chiusura dell'interruttore S2.

Le condizioni da soddisfare prima di effettuare il parallelo devono essere verificate prima della chiusura dell'interruttore S2; si devono in sostanza verificare le seguenti uguaglianze:

- dei valori efficaci delle tensioni concatenate delle due terne;
- della frequenza della rete e dell'alternatore;
- delle fasi dei vettori corrispondenti delle due terne.

Prima di chiudere l'interruttore S2 è necessario eseguire le seguenti operazioni:

- avviare il motore primo che trascina l'alternatore e regolare il numero di giri in modo tale da raggiungere una velocità prossima a quella di sincronismo;
- regolare la corrente di eccitazione (amperometro A2) in modo da leggere sul voltmetro V2 la medesima tensione misurata dai voltmetri V1 e V.

Per poter completare l'operazione è necessario rendere sempre più lenta la variazione di fase del secondo alternatore rispetto al primo regolandone per piccoli gradi la velocità.

L'interruttore deve essere chiuso nel momento esatto in cui le tensioni vengono a trovarsi in concordanza di fase.

Questo può avvenire utilizzando opportuni strumenti denominati sincronoscopi.

Il più semplice di questi strumenti indicatori può essere realizzato utilizzando le tre lampade L1, L2 e L3.

Quando le due tensioni non sono in fase si osservano sulle lampade dei battimenti di luce; quando sono in fase la lampada L3 risulta spenta.

Si deve pertanto agire sulla velocità dell'alternatore in modo tale che si verifichi questa condizione.

Le operazioni di parallelo possono essere rese automatiche utilizzando un sincronoscopio elettronico e un sistema che regola la velocità dell'alternatore e chiude l'interruttore di macchina quando le terne di tensioni risultano sovrapposte.