

White Paper | 07 | 2010

L'ALIMENTAZIONE DEI MOTORI ASINCRONI

Author: Franck Weinbissinger

INFORMAZIONI GENERALI

I motori asincroni trifase sono macchine elettriche molto robuste, che necessitano di poca manutenzione, ampiamente utilizzate nel settore industriale. Si prestano a svariate applicazioni quali, ad esempio, pompe, ventilatori, sistemi modulari complessi, macchine funzionanti a regimi molto bassi e di precisione, macchine cinetiche sofisticate o macchine ad altissima potenza.

Grazie ai forti sviluppi dell'elettronica di potenza e ai costi contenuti dei motori asincroni, in molte aree di applicazione in cui prima si utilizzavano motori a corrente continua oggi si utilizzano motori asincroni collegati a variatori di velocità.

Per questo motivo, i motori asincroni necessitano di essere protetti da un UPS, secondo il processo che alimentano: una improvvisa interruzione dell'alimentazione, infatti, potrebbe danneggiare la macchina e compromettere la qualità del prodotto.

I motori asincroni vengono generalmente alimentati dallo statore che induce la corrente al rotore. Per questo motivo sono anche denominati "motori o macchine a induzione".

Una macchina asincrona viene generalmente impiegata come motore, ma talvolta anche come generatore. Non essendo soggetto ai problemi di accoppiamento, di controllo della velocità e di tensione tipici delle macchine sincrone, infatti, il generatore asincrono viene utilizzato per produrre elettricità nelle piccole installazioni che non richiedono supervisione umana. Viene inoltre utilizzato nei sistemi di frenatura mediante assorbimento di energia quando la macchina è collegata a una rete di frequenza costante (ad esempio: capacità di assorbimento di un carico discendente).

La frenatura a recupero con regolazione della velocità di frenata necessita di un'alimentazione a frequenza variabile, ossia di variatori. Allo stesso modo, grazie all'elettronica di potenza, i motori a induzione vengono impiegati sempre più spesso come generatori. Il caso più tipico e diffuso è quello delle turbine eoliche.

Il presente documento si propone di fornire una panoramica non esaustiva dei problemi riscontrabili durante il dimensionamento dell'UPS per l'alimentazione dei motori a induzione, con o senza variatori di velocità. Il documento non è tuttavia da intendersi finalizzato alla progettazione dell'impianto o alla scelta dell'UPS.



Motori non collegati a un variatore

Attualmente, una macchina asincrona trova spesso applicazione come motore con una fascia di potenza che va da

pochi Watt a parecchie centinaia di kW. Per applicazioni di potenza superiore a qualche kW, i motori asincroni vengono alimentati esclusivamente da sistemi AC trifase.

La particolare sensibilità del processo o la natura critica di determinate applicazioni possono richiedere che l'alimentazione sia fornita da un UPS.

Durante il processo di avvio, la corrente in ingresso può raggiungere valori rms da 4 a 7 volte quelli della corrente nominale, mentre la coppia aumenta da 1,5 a 2,4 volte rispetto alla coppia nominale. Il tempo di avviamento, inoltre, dipende dall'inerzia della massa mobile, dalla velocità rotazionale finale e dalla coppia di accelerazione del motore, tanto che i valori della corrente di spunto possono essere ancora maggiori, fino a 10 volte il valore rms nominale.

Questi alti picchi di corrente e l'impedenza di linea provocano cadute di tensione nella linea di distribuzione, soprattutto per i carichi in prossimità del motore.

Esistono vari modi per limitare le correnti di avviamento, i più comuni sono:

Avviamento Y/Δ;

Autotrasformatore;

Soft starter.

Per alcune applicazioni molto speciali si può optare inoltre per un reostato applicato al rotore.

La scelta è legata al giusto compromesso tra applicazione e costi.

Tabella 1 – Correnti di avviamento e coppie in base ai sistemi di avviamento

	Corrente di avviamento	Coppia di avviamento
Avviamento diretto on-line (D.O.L.)	4-7 I_n	1,5-2,4 T_n
Y/Δ	1,6-2,8 I_n	0,5-0,8 T_n
Autotrasformatore	4-7 $(V_s/V_n) I_n$	1,5-2,4 $(V_s/V_n)^2 T_n$
Soft starter	4-7 $(V_s/V_n) I_n$	1,5-2,4 $(V_s/V_n)^2 T_n$
Variatore di velocità	1-1,5 I_n	1-1,5 T_n

Dove V_s è la tensione applicata ai terminali del motore durante l'avviamento, V_n , I_n e T_n sono rispettivamente la tensione nominale, la corrente e la coppia nominali.

Il processo di avviamento sottopone il motore elettrico a stress termico, tanto che avviamenti particolarmente

lunghi o frequenti possono danneggiarlo. Ridurre la corrente di avviamento, d'altro canto, non è indicato perché se si riduce troppo la coppia si rischia di prolungare ulteriormente i tempi di avviamento.

Per quanto riguarda il **fattore di potenza**, è 0,1 in assenza di carico e da 0,5 a 0,9 o più (spesso **da 0,75 a 0,85**) in funzionamento nominale. Valore che, tuttavia, è soggetto a considerevoli variazioni in virtù delle caratteristiche del motore (numero di poli e potenza).

Le prestazioni dell'UPS a regime stazionario, in fase di alimentazione di un motore a induzione, sono vicine allo standard in quanto le correnti sono sinusoidali e bilanciate. È comunque importante conoscere i picchi di corrente in ingresso e il fattore di potenza prima di dimensionare l'UPS.

DIMENSIONAMENTO DELL'UPS CHE ALIMENTA I MOTORI A INDUZIONE

Per procedere al corretto dimensionamento dell'UPS è bene disporre di una serie di dati tecnici riguardanti il motore.

a) Consideriamo il caso di

10 motori a induzione

massimo due di essi con avviamento simultaneo (anche senza alimentazione di rete)

valori nominali del motore:

P_n 45 kW

V_n / f_n 400V Δ / 50 Hz

P.F. 0,87

Rendimento (η) 93,4%

I_s 6,5 I_n

T_s 2,8 T_n

D.O.L. Avviamento diretto on-line

Un UPS che alimenta i motori solo a regime stazionario dovrebbe essere dimensionato per

$$S_n = \frac{10 \cdot P_n}{P.F. \cdot \eta} = \frac{10 \cdot 45000W}{0,87 \cdot 0,934} = 554kVA$$

Se si considera l'avviamento

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot V_n \cdot P.F. \cdot \eta} = \frac{45000W}{1,732 \cdot 400 \cdot 0,87 \cdot 0,934} = 80A$$

$$I_s = 6,5 \cdot I_n = 520A$$

$$I_t = (I_s \cdot 2) + (I_n \cdot 8) = (520 \cdot 2) + (80 \cdot 8) = 1680A$$

$$S_{tot} = \sqrt{3} \cdot V_n \cdot I_t = 1164kVA$$

Conoscendo il transitorio di avviamento è possibile calcolare la capacità di sovraccarico dell'UPS (generalmente 1,5 S_n per 1 minuto a V_n). La potenza dell'UPS diventa:

$$S_{UPS} = S_{tot} / 1,5 = 1164 / 1,5 = 776kVA \rightarrow 800kVA.$$

Essendo di breve durata, la riduzione del fattore di potenza (P.F.) durante l'avviamento può essere ignorata.

Occorre verificare ulteriormente il valore della corrente di spunto per confermare la compatibilità con quella dell'UPS. Per la presenza di fenomeni transitori il valore della corrente di picco è di circa 1,7, invece del tipico 1,41 delle forme d'onda sinusoidali.

$$\hat{I}_t = (I_s \cdot 2) \cdot 1,7 + (I_n \cdot 8) \cdot 1,41 = 2670A$$

$$S_{UPS} = \sqrt{3} \cdot V_n \cdot \frac{\hat{I}_t}{3,5} = 1,732 \cdot 400 \cdot 763 = 528kVA \rightarrow 800kVA$$

Il valore 3 che divide \hat{I}_t nella formula sovrastante è la corrente di cortocircuito fase-fase, per unità, che può fornire l'UPS. Si differenzia dalla corrente fase-neutro, di 3,5 ed è utilizzata in quanto i motori sono alimentati senza neutro.

Qualora non sussista la necessità di avviamento durante le interruzioni dell'alimentazione di rete, è possibile anche ignorare la corrente di avviamento per la scelta dell'UPS e considerare soltanto quelle nominali. Le correnti di avviamento, tuttavia, devono essere considerate per il dimensionamento del by-pass.

b) Consideriamo gli stessi motori del caso a) ma con avviamento

$$\gamma/\Delta. I_t = (I_s \cdot 2) \cdot 0,4 + (I_n \cdot 8) = (520 \cdot 2) \cdot 0,4 + (80 \cdot 8) = 1056A \quad S_{tot} = \sqrt{3} \cdot V_n \cdot I_t = 732kVA^1$$

¹ 0,4I_s=0,4*6,5I_n=2,6 come riportato nella tabella1.

$$S_{UPS} = S_{tot} / 1,5 = 732 / 1,5 = 488kVA \rightarrow 500kVA$$

$$\hat{I}_t = (I_s \cdot 2) \cdot 1,7 \cdot 0,4 + (I_n \cdot 8) \cdot 1,41 = 2325A$$

$$S_{UPS} = \sqrt{3} \cdot V_n \cdot \frac{\hat{I}_t}{3} = 1,732 \cdot 400 \cdot 775 = 563kVA \rightarrow 600kVA$$

In questo caso la potenza minima dell'UPS sembra essere 600 kVA. Tale valore è compatibile con il caso a) quando la potenza apparente a regime stazionario richiesta di un UPS era 600 kVA.

Il cliente, o il tecnico di riferimento, deve verificare che la coppia di avviamento Y/Δ di 0,95 T_n sia sufficiente per avviare il carico in un tempo compatibile per il motore a induzione.

Servizi

La norma IEC 60034 distingue 10 diverse “tipologie di funzionamento” dei motori a induzione in base alla potenza e al tempo di erogazione della stessa. Si tratta dei cosiddetti *servizi*. Di seguito è riportato un esempio delle 3 tipologie di funzionamento o servizi più utilizzati nel settore industriale, il cui impatto sull'UPS è legato alla corrente richiesta per l'alimentazione. Il servizio S1 indica un funzionamento a potenza nominale per un tempo illimitato. Gli altri servizi generalmente richiedono potenze maggiori per un tempo limitato. È di grande importanza, al fine di controllare lo stress termico sull'UPS, conoscere il tipo di ciclo di funzionamento a cui il motore è destinato a lavorare.

I motori possono essere utilizzati in diversi cicli di funzionamento. Di seguito sono illustrati quelli più comuni:

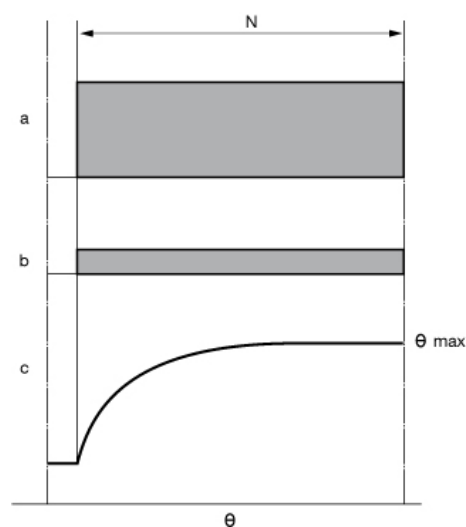


Figura 1 - S1: Ciclo di funzionamento continuo (N: Funzionamento a carico costante; θ : temperatura)

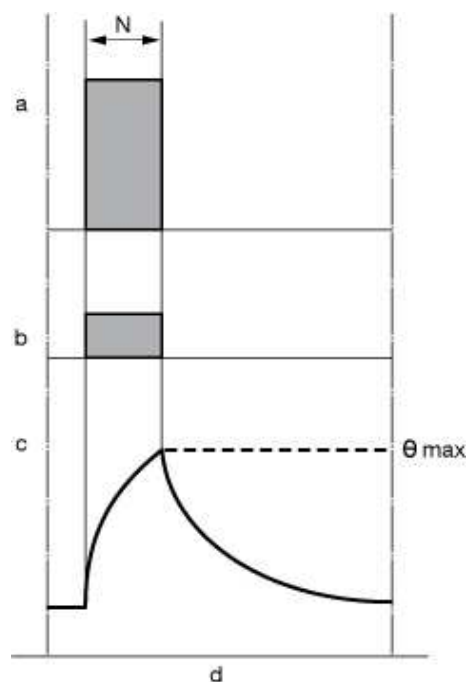


Figura 2 - S2: Ciclo breve (N: Funzionamento a carico costante; θ : temperatura)

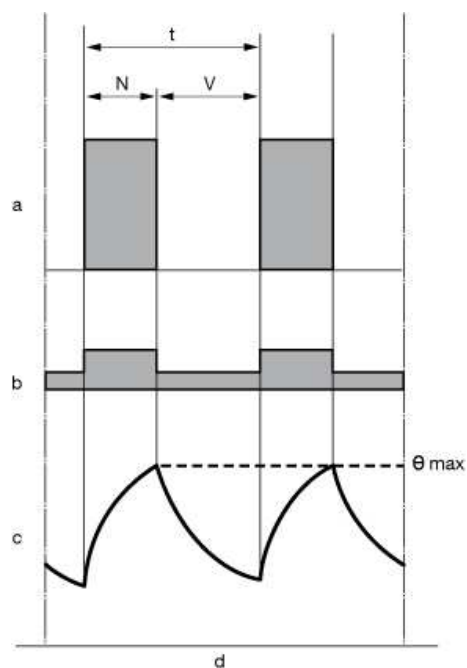


Figura 3 - S6: Funzionamento di tipo continuo periodico (N: Funzionamento a carico costante; V: Funzionamento in assenza di carico; θ : temperatura; Fattore di durata ciclica $= \frac{N}{N + V} * 100\%$)

Motori alimentati da variatori

Per motivi economici e di robustezza, la scelta di utilizzare motori a induzione insieme a variatori elettronici trova sempre più ampia applicazione.

Soft starter

Formato da due tiristori accoppiati (o un triac). Ritardando l'istante di accensione del tiristore a ciascuna alternanza, è possibile ridurre la tensione rms applicata allo statore del motore.

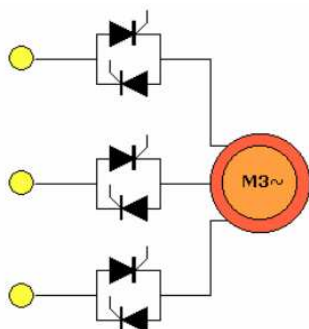


Figura 4 - Soft Starter

Avendo un campo di variazione della velocità molto debole sui normali motori a gabbia di scoiattolo, il soft starter viene più comunemente utilizzato per la fase di avvio su macchine aventi coppia resistente con andamento parabolico $C = f(v) = \alpha \cdot v^2$

Per esempio: ventilatori, pompe.

Nei due esempi, il controllo della velocità può avere un campo molto limitato. Si tratta di una capacità di variazione della velocità che generalmente è limitata alle unità di piccole dimensioni.

Lo svantaggio è rappresentato dall'aumento delle perdite di calore sia nel rotore sia nello statore, con conseguente rischio di sovradimensionamento del motore.

Infine, il soft starter è un generatore di armoniche che viene applicato principalmente nelle pompe di azionamento con potenza nominale del motore dai 3 ai 630 kW. La limitazione della corrente di avviamento può essere regolata tra 2 e 5 volte la corrente nominale.

Armoniche generate dal soft starter

Quando la forma della tensione non è sinusoidale, ossia in condizioni di parzializzazione della tensione, vi è sempre la presenza di armoniche. L'assorbimento del motore unitamente alla limitazione di conduzione operata dal soft starter causa la presenza della 3^a, 5^a, 7^a; 9^a, 11^a o più armoniche con conseguente impatto sulla potenza dell'UPS.

Fattore di potenza

Le forme della corrente e della tensione sono ben lontane dall'essere sinusoidali in quanto sono tagliate per ridurre gli alti picchi di corrente in ingresso, incompatibili con l'impianto a monte. Anche il fattore di potenza è legato alla forma: la stessa potenza attiva fornita dalle forme d'onda non sinusoidali ha un fattore di potenza inferiore rispetto a quello fornito dalle onde sinusoidali..

Le figure riportate di seguito mostrano forme di corrente che si avvicinano o allontanano dalla forma sinusoidale in base al valore di tensione rms necessario.

Esempi di forme d'onda:

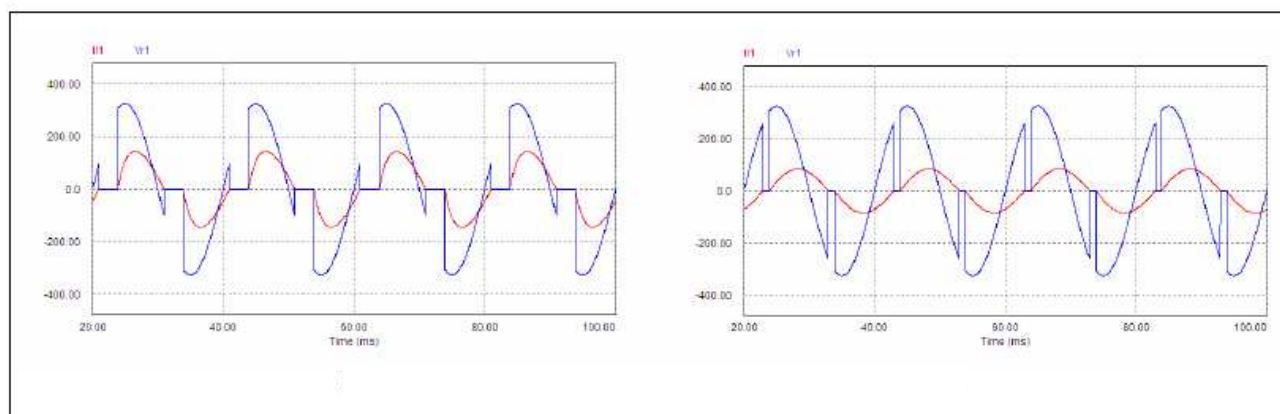
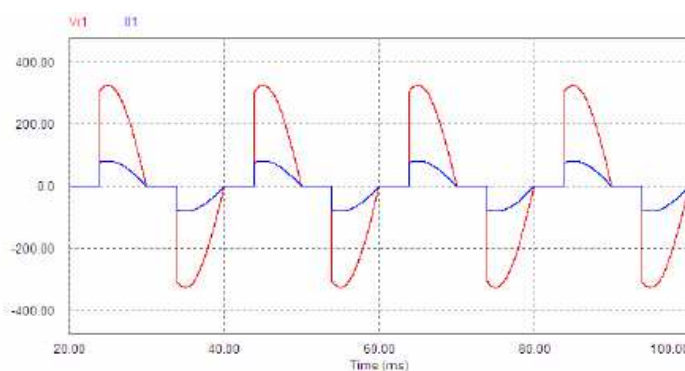


Figura 5 - Comportamenti del soft starter su carico resistivo (sopra) e induttivo-resistivo (sotto)

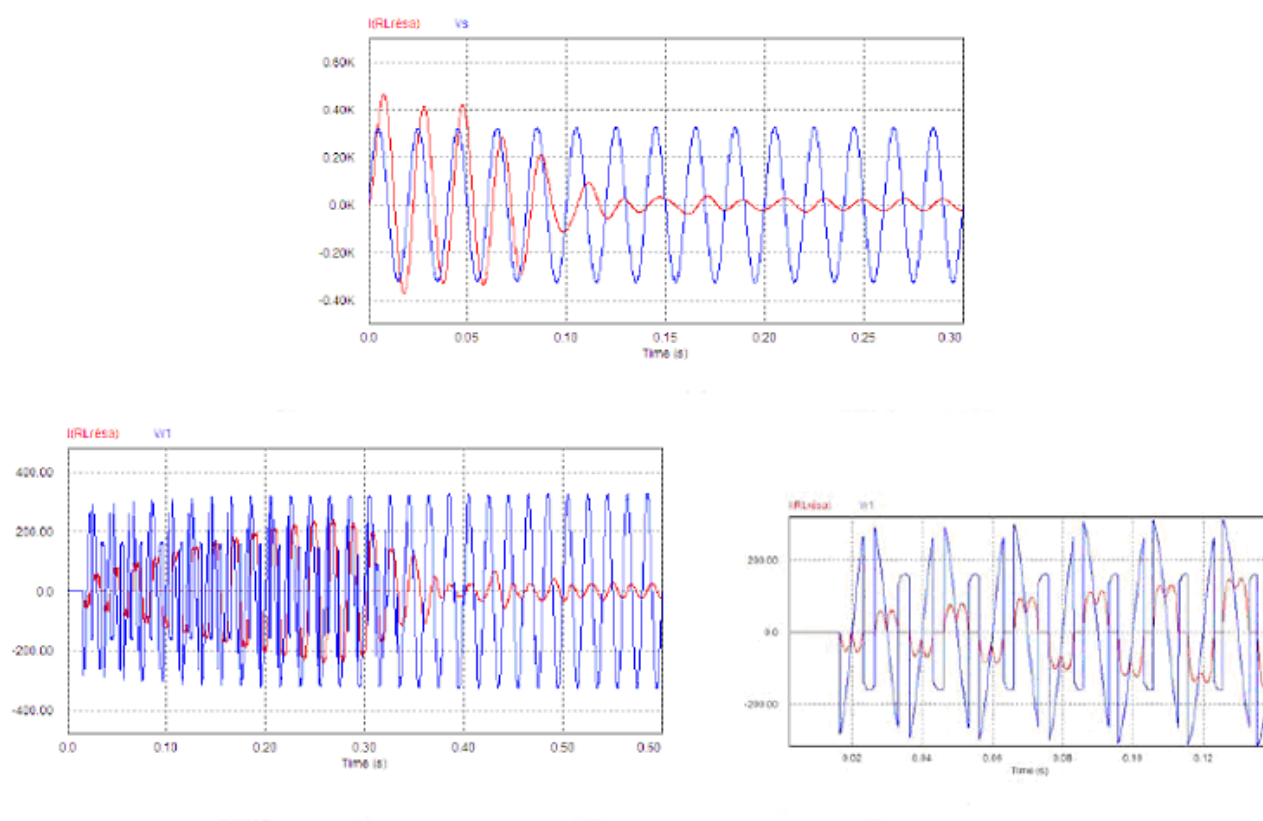


Figura 6 - Avviamento diretto (D.O.L.) senza carico (sopra), avviamento con soft starter e zoom (sotto)

Le curve illustrate mostrano che, con un soft starter:

- la corrente di spunto tramite alimentazione è due volte inferiore rispetto a quella di avviamento D.O.L.;
- la corrente di avviamento ha forti componenti armoniche 5, 7, 11 e 13. La terza armonica e i multipli non sono riportati nell'esempio in quanto è un collegamento a stella.

Per garantire una alimentazione di qualità ($THD_U < 5\%$) ai carichi in parallelo con il soft starter, generalmente l'UPS deve essere declassato del 20%. Pertanto, un UPS da 100 kVA sarà idoneo per alimentare un carico dotato di soft starter fino a un massimo di 80 kVA. Il soft starter non provoca alcun rischio di reiniezione di potenza nell'UPS o nella rete.

Picchi di corrente in ingresso

Il soft starter riduce il picco di corrente in ingresso in un rapporto (V_S/V_n) . Ciò significa che l'avviamento potrebbe richiedere all'UPS correnti addirittura maggiori della sua capacità di sovraccarico, le quali devono essere tenute in considerazione in fase di dimensionamento.

Variatori di velocità

Il variatore di velocità, così come l'UPS, è costituito da un modulo AC/DC e un modulo DC/AC.

I dispositivi disponibili sul mercato sono svariati, ossia:

- stand alone o integrabili nelle unità di distribuzione dell'alimentazione (PDU);
- un modulo AC/DC centralizzato per molti moduli AC/DC (uno per motore).

La seconda soluzione è generalmente idonea per applicazioni ad alta potenza quali i laminatoi.

Le tre topologie più utilizzate sono rispettivamente:

- a 2 quadranti (l'energia può fluire esclusivamente dalla rete al motore);
- con reostato di frenatura (l'energia può fluire sia in entrata che in uscita dai motori e viene dissipata in un reostato sul bus DC);
- a 4 quadranti (l'energia può fluire sia in entrata che in uscita dai motori e viene reimpressa in rete) anche nota come Active Front End (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**7).

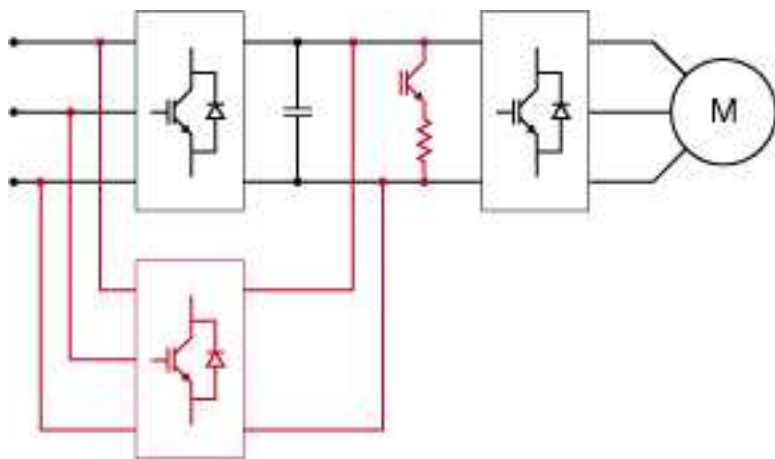


Figura 7 - Variatori di velocità (inclusi il reostato di frenatura e l'Active Front End come esempio)

Impatto sull'alimentazione

Variatore 1 (raddrizzatore esafase come stadio di ingresso)

Il raddrizzatore con un ponte a 6 tiristori provoca l'impatto seguente sulla rete di energia elettrica:

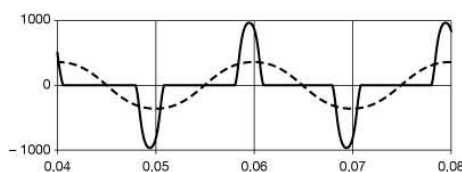
- generazione di correnti armoniche;
- fattore di potenza d'ingresso da 0,8 a 0,9 o da 0,7 a 0,8 in caso di raddrizzatore monofase;
- la presenza di tacche di commutazione.

Esempi:

Alimentazione trifase - correnti di ingresso raddrizzatore con un ponte a 6 tiristori :



Alimentazione monofase - correnti di ingresso raddrizzatore a tiristori:



Variatore 2 (raddrizzatore IGBT come stadio di ingresso)

Questo esempio riguarda un variatore sinusoidale e fattore di potenza d'ingresso unitario che immette nella rete solo armoniche ad alta frequenza e bassa ampiezza. In pratica la distorsione armonica totale (THD_i) di corrente in ingresso risultante si assesterà attorno al 5%.

D'altra parte, la norma IEC 61800-3-12 relativa al variatore di velocità ammette un valore THD_i d'ingresso massimo fino al 48%. Per ridurre le armoniche, una strategia possibile può consistere nel pulire la distribuzione dell'alimentazione utilizzando un filtro passivo a T (L-C-L) che elimini le armoniche di frequenze prossime al valore kHz o filtri attivi.

Il ponte di ingresso utilizza la tecnologia PWM (Pulse Width Modulation) che genera disturbi ad alta frequenza sulla rete e generalmente richiede l'impiego di un filtro EMC che di solito non influenza l'UPS a monte.

Se l'alimentazione è fornita da un UPS, può essere necessario inserire un'induttanza tra UPS e variatore di velocità.

È possibile utilizzare la funzionalità di reversibilità per reimmettere in rete l'energia di frenatura proveniente dal motore. Questo fattore deve essere considerato al momento della scelta dell'UPS.

Dimensionamento degli UPS che alimentano un variatore di velocità

Occorre innanzitutto considerare la presenza di tutte le armoniche utilizzando appositi metodi di valutazione. Si tratta di una questione importante che potrebbe influenzare le prestazioni dell'UPS in quanto una presenza significativa di correnti armoniche genera la distorsione della tensione di uscita dell'UPS.

Inoltre, vista la normale capacità di sovraccarico del variatore di velocità occorre considerare tutte le correnti di avviamento, che in genere sono al massimo 1,5 volte la corrente nominale.

Attualmente sono disponibili sul mercato UPS di diverse prestazioni, sia tradizionali con un trasformatore sia con la nuova tecnologia transformerless.

Per garantire una alimentazione di qualità ($THD_U < 5\%$), in genere, l'UPS con un trasformatore deve subire un declassamento del 40%, mentre l'UPS con transformerless può funzionare a pieno carico. Pertanto, un UPS da 100 kVA può alimentare un carico costituito dal variatore di velocità che a sua volta alimenta motori asincroni fino a un massimo di 60 kVA. Ove sia ammesso un valore THD_U maggiore, il fattore di declassamento può essere ridotto.

Un altro fattore molto limitante è inoltre la possibilità che l'energia sia reimpressa nella rete tramite l'UPS, in quanto esso generalmente non è progettato per gestire questo tipo di situazione.

Per quanto riguarda i servizi, occorre tenere in considerazione gli effetti dello stress termico sui vari componenti dell'UPS.

Armoniche

Quasi tutti i variatori producono un'alta percentuale di armoniche della tensione di ingresso. Queste armoniche di corrente generano una distorsione nella tensione di uscita dell'UPS.

La regolazione della tensione di uscita dell'UPS deve compensare gli effetti delle armoniche e garantire la stabilità del sistema (UPS + variatore + motore + carico). La presenza di armoniche, così come quella delle correnti di avviamento, rendono necessario un declassamento dell'UPS al fine di garantire un funzionamento stabile e un valore massimo del 5% di distorsione della tensione di uscita. Il normale fattore di declassamento per applicazioni industriali si aggira attorno al 40%.

La distorsione di tensione genera forti correnti nei condensatori del filtro di uscita dell'UPS e il declassamento ha anche lo scopo di proteggere questi componenti.

L'applicazione di soluzioni di filtraggio delle armoniche in ingresso del variatore di velocità consente di ridurre significativamente il declassamento dell'UPS.

Sovraccarichi motore e cortocircuiti del variatore

Gli odierni variatori di velocità proteggono il motore dai sovraccarichi limitando le correnti fino a 1,5 volte circa la corrente nominale, per un minuto ogni dieci o cinque minuti. Pertanto, è sufficiente che l'UPS supporti sovraccarichi che si aggirano attorno al 150%, la cui durata esatta dipende dal tipo di applicazione. Dato che i variatori di velocità non consentono sovraccarichi oltre il 150%/1 minuto a 25 °C e 30s a 30 °C, l'UPS può lavorare a pieno carico. Sovraccarichi superiori richiedono fattori di declassamento dell'UPS.

Se il variatore di velocità va in cortocircuito, l'UPS limita la corrente; è necessario pertanto controllare la selettività tra protezione del variatore di velocità e corrente di cortocircuito dell'UPS.

Picchi di corrente durante l'avviamento

I variatori di velocità consentono di evitare i picchi di corrente in ingresso, ma, d'altra parte, la necessità di avviamenti rapidi potrebbe richiedere sovraccarichi temporanei fino a 1,5 volte la corrente nominale.

La formula riportata di seguito non considera alcun declassamento per sovraccarico del 150% bensì il sovraccarico permanente ammesso di 1,1 C_n. Nel caso di correnti non sinusoidali, occorre considerare la distorsione totale delle armoniche:

$$I_{rms} = I_1 \cdot \sqrt{(1 + THDI^2)} \quad \text{con} \quad I_1 = 1,1 \cdot \frac{P_{motore}}{\sqrt{3} \cdot U} \cdot \frac{1}{\eta_{motore} \cdot \eta_{variante}}$$

P_{motore} : Potenza nominale del motore

U : Tensione di alimentazione tra le fasi

η_{motore} : Rendimento motore

$\eta_{variante}$: Rendimento variatore di velocità

La tabella riportata di seguito mostra i calcoli e gli UPS necessari per alimentare un solo motore dello stesso tipo di quello illustrato nel primo esempio del presente documento.

Variatore di velocità esafase
$I_1 = 1,1 \cdot \frac{I_n}{\eta_{variante}} = 1,1 \cdot \frac{80A}{0,9} = 98A$
$I_{rms} = I_1 \cdot \sqrt{1 + THD_I^2} = 98A \cdot \sqrt{1 + 0,32^2} = 103A$
$S_{variante} = \sqrt{3} V_n I_{rms} = 71kVA$

Supponendo che $\eta_{variante} = 90\%$ e il sovraccarico temporaneo del variatore di velocità siano compatibili con l'UPS.

È interessante notare che:

- un UPS scelto solo per la corrente nominale del motore sarebbe stato da 56 kVA²;
- per esperienza, è opportuno scegliere un UPS del 67% maggiore rispetto alla potenza nominale motore per mantenere il THD_U minore del 5%, ossia un UPS da 93 kVA.

Fattore di potenza di ingresso del variatore di velocità

Il fattore di potenza può variare enormemente, in base al modello di variatore. È consigliabile indicare con precisione il modello di variatore per evitare inutili declassamenti.

Reimmissione di energia

² $P_n / P.F. = 45 \text{ kW} / 0,9 = 56 \text{ kVA}$

Alcuni variatori di velocità sono dotati di una capacità di reimmissione dell'energia di frenatura nella rete che deve essere considerata con attenzione in quanto gli UPS, in genere, non sono progettati per gestirla.

La capacità dell'UPS di riassorbire questo tipo di energia dipende dal livello di carica delle batterie collegate direttamente al bus DC. Il rovescio della medaglia è l'eccessivo stress a cui sono sottoposte le batterie in caso di eventi troppo frequenti; non si tratta di una soluzione, infatti, bensì di un modo per ovviare alla situazione che non risolve la causa del problema e che dovrebbe pertanto essere applicato con parsimonia ed oculatezza.

Cicli e avviamenti

La presenza di cicli di carico è tipica dei motori alimentati tramite variatore di velocità e, a seconda della loro ampiezza, durata e frequenza, certi componenti dell'UPS sono sottoposti ad invecchiamento precoce (ad esempio: batterie, IGBT...).

In presenza di cicli, infatti, l'UPS deve fare generalmente ricorso alle batterie per tentare di compensare la caduta di tensione del bus DC. Qualora non si tenga sufficientemente conto di ciò durante il dimensionamento dell'UPS, si rischierebbe il progressivo esaurimento e, a lungo termine, l'invecchiamento precoce delle batterie.

Un modo efficace per ovviare a questi inconvenienti consiste nell'impiego di un dispositivo che mantenga costante la tensione DC e reagisca rapidamente alle richieste di energia, ossia un dispositivo che presenti le caratteristiche tipiche dei sistemi ad accumulo di energia con volano ad alta velocità.

Il modo migliore per ottenere un lungo tempo di autonomia e la stabilità della tensione DC è quello di avere entrambi, batteria e volano, collegati in parallelo.

Fenomeni simili si verificano durante l'avviamento, sebbene questa procedura in tal caso sia molto meno frequente; tanto che fino a 10 cicli di avviamento equamente distribuiti durante la giornata sono da considerarsi accettabili.

Funzionamento da batteria

Qualora i processi sopra citati avvengano in assenza di rete a monte dell'UPS, lo stress sulla batteria risulta peggiorato per la mancanza di un raddrizzatore a supporto della batteria che alimenti l'inverter dell'UPS.

White Paper – 07/2010

Power supply for asynchronous motors

Author: Franck Weinbissinger – Industrial Marketing Manager

Head Office

SOCOMECS UPS Strasbourg

11, route de Strasbourg

B.P. 10050

F-67235 Huttenheim Cedex – France

SOCOMECS UPS Vicentina

Via Silla, 1/3

36033 Isola Vicentina (VI) – Italy

Sales, Marketing and Service Management

SOCOMECS UPS Paris

95, rue Pierre Grange

F-94132 Fontenay-sous-Bois Cedex – France