

Avviatore statico o convertitore di frequenza? Quando scegliere l'uno o l'altro

Linee di prodotti: Avviatori statici intelligenti (SMC, Smart Motor Controller), Convertitori di frequenza (VFD, Variable Frequency Drive)

| Argomento | Pagina |
|---|--------------------|
| Introduzione | 2 |
| Metodi di avviamento | 3 |
| Come funziona un convertitore di frequenza? | 7 |
| Analisi comparative | 8 |
| Motori stella-triangolo (avviamento nel triangolo) | 11 |
| Funzionalità di comunicazione per il monitoraggio e il controllo | 11 |
| Considerazioni sulle armoniche, i metodi di cablaggio e l'installazione | 12 |
| Accuratezza dei tempi di avviamento e arresto | 12 |
| Controllo della velocità | 14 |
| Coppia nominale a velocità 0 | 14 |
| Costo iniziale | 15 |
| Dimensioni fisiche | 16 |
| Manutenzione | 17 |
| Opzioni di avviamento e arresto | 17 |
| Applicazioni e motori | 19 |
| Riepilogo | 20 |

Altre risorse

Questi documenti contengono informazioni aggiuntive relative ai prodotti Rockwell Automation correlati.

| Risorsa | Descrizione |
|--|---|
| Criteri per il cablaggio e la messa a terra in automazione industriale, pubblicazione 1770-4.1 | Fornisce regole generali per l'installazione di un sistema industriale Rockwell Automation. |
| Sito Web delle certificazioni dei prodotti, http://www.ab.com | Fornisce dichiarazioni di conformità, certificati e altri dettagli sulle certificazioni. |

Le pubblicazioni possono essere visualizzate o scaricate all'indirizzo <http://www.rockwellautomation.com/literature/>. Per ordinare copie cartacee della documentazione tecnica, contattare il distributore Allen-Bradley o il rappresentante Rockwell Automation di zona.

LISTEN.
THINK.
SOLVE.™

Introduzione

Quando si può scegliere tra un soft starter e un convertitore di frequenza, la prima domanda è: quale adottare?

Lo scopo di questa pubblicazione è mostrare le analogie e le differenze tra i soft starter e i convertitori di frequenza. Mettendo a confronto i due tipi di dispositivi, è possibile individuare quello più adatto alle proprie esigenze. La maggior parte delle analisi comparative viene eseguita tra avviatori statici (soft starter) intelligenti e convertitori di frequenza (VFD) Allen-Bradley.

La domanda è molto semplice, ma non lo è altrettanto la risposta, che tuttavia può arrivare, esaminando le funzioni e gli scopi dei soft starter e dei convertitori di frequenza. In genere, la scelta migliore dipende dal tipo di applicazione. Le principali domande da porre sono:

- L'applicazione richiede piena coppia a velocità 0?
- L'applicazione richiede il controllo della velocità quando il motore è a regime?
- L'applicazione richiede una coppia costante?
- L'applicazione richiede tempi di avviamento e arresto esatti?
- È necessario tenere conto anche dei requisiti di spazio?

Questa pubblicazione spiega alcune delle differenze principali e aiuta a scegliere un tipo di controllore rispetto a un altro.

Terminologia

In questo documento i termini "Convertitori di frequenza" e "VFD" vengono utilizzati come sinonimi, così come raddrizzatore controllato al silicio ("SCR") e "tiristore".

Quando si deve preferire un soft starter a un convertitore di frequenza?

Di seguito sono elencate alcune delle applicazioni più comuni per entrambi:

Soft starter

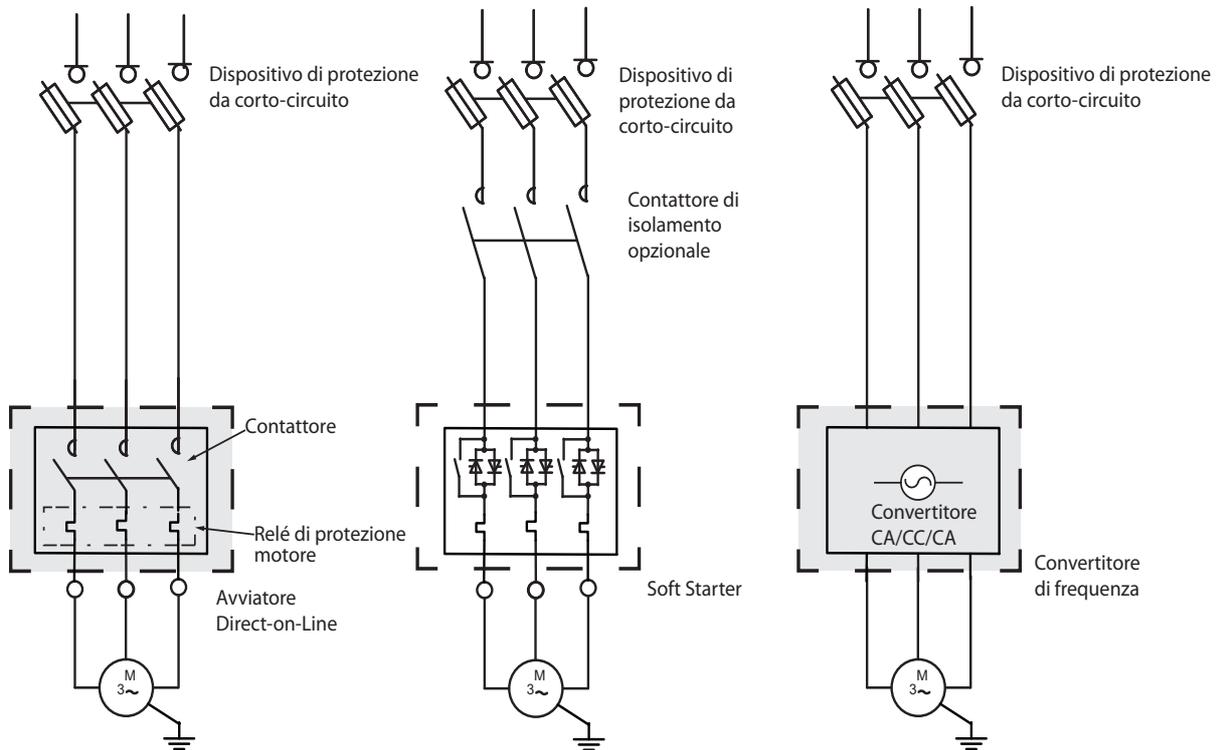
- Applicazioni con coppia di avviamento media o bassa
- Applicazioni a carico ridotto
- Controllo della velocità assente o ridotto in modalità di esecuzione
- Riduzione dell'usura meccanica e di danni al sistema
- Controllo della corrente di spunto
- Monitoraggio dell'alimentazione

Convertitore di frequenza

- Applicazioni monofase (per alcuni convertitori)
- Controllo della velocità ed efficienze di sistema a velocità ridotte in modalità di esecuzione
- Applicazioni con un'elevata coppia di avviamento
- Feedback continuo per il controllo di posizione critico
- Possibilità di mantenere il rotore a velocità zero
- Riduzione dell'usura meccanica e di danni al sistema

Metodi di avviamento

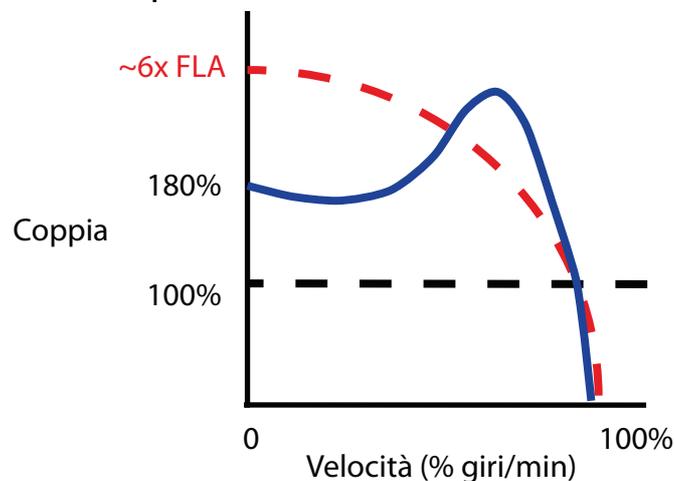
Figura 1 - Confronto tra i metodi di avviamento



Come funziona un avviatore diretto (DOL)?

L'avviatore diretto (o a piena tensione) costituisce uno dei metodi basilari di avviamento e applica immediatamente al motore i livelli massimi di tensione, corrente e coppia non appena viene inviato il comando di avvio. In genere, l'alimentazione viene immediatamente rimossa non appena è emesso il segnale di arresto. On e Off costituiscono gli unici due stati di questo metodo. Relè di protezione intelligenti (opzionali) possono aggiungere complessità all'avviatore, da cui possono essere inviati feedback. La [Figura 2](#) mostra le caratteristiche di coppia e velocità di un tipico motore NEMA Design B o IEC Classe N.

Figura 2 - Curva velocità/coppia di avviamento a piena tensione



Come funziona un soft starter?

Per avviare e arrestare il motore viene utilizzato un algoritmo che controlla tre coppie di tiristori in antiparallelo. L'orientamento in antiparallelo permette il controllo della tensione CA modificando l'angolo di accensione ogni mezzo ciclo (Figura 4). La tensione viene incrementata fino al limite massimo oppure limitata per consentire l'avviamento con limitazione di corrente.

Figura 3 - Motore di base con tiristore

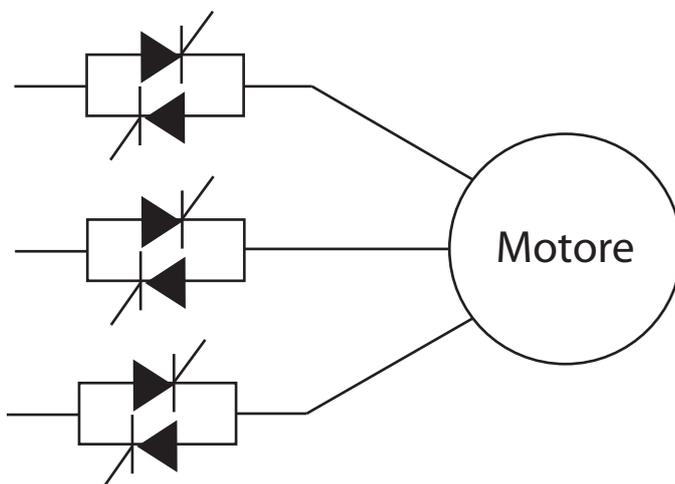
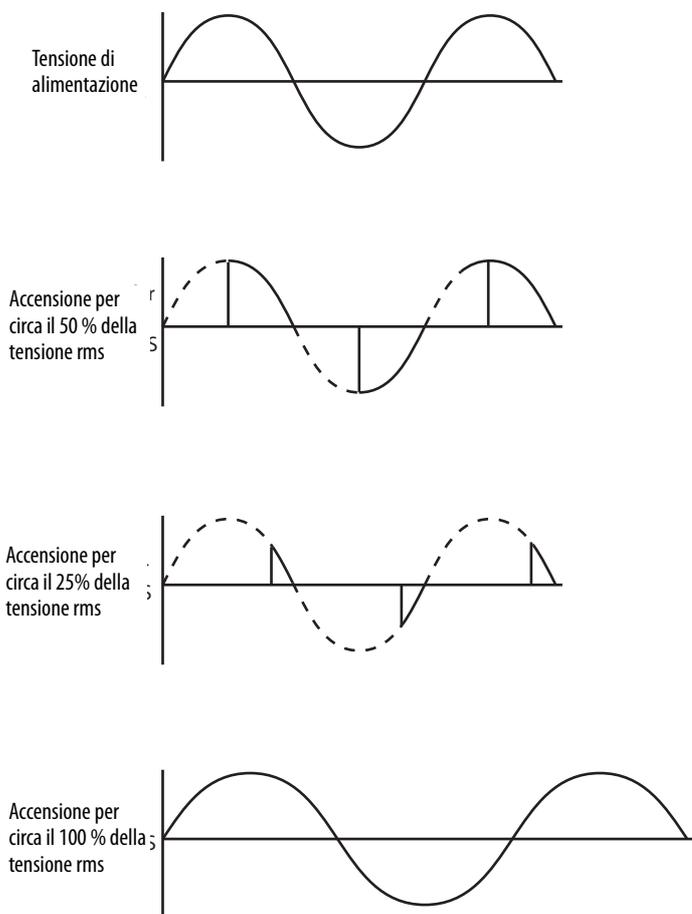


Figura 4 - Diversi angoli di accensione (semplificazione monofase)



I soft starter utilizzano la tensione per controllare la corrente e la coppia. La coppia del motore è pressoché proporzionale al quadrato della tensione applicata.

$$\% \text{ Coppia} \propto \% \text{ Tensione}^2$$

Data questa relazione, una riduzione del 60% nella tensione applicata genera approssimativamente una riduzione dell'84% nella coppia generata. In questo esempio, viene utilizzata una tensione del 40%.

$$(0,4)^2 = 0,16, \text{ ossia } 16\% \text{ di coppia a rotore bloccato.}$$

La corrente in fase di avvio è direttamente correlata alla tensione applicata al motore.

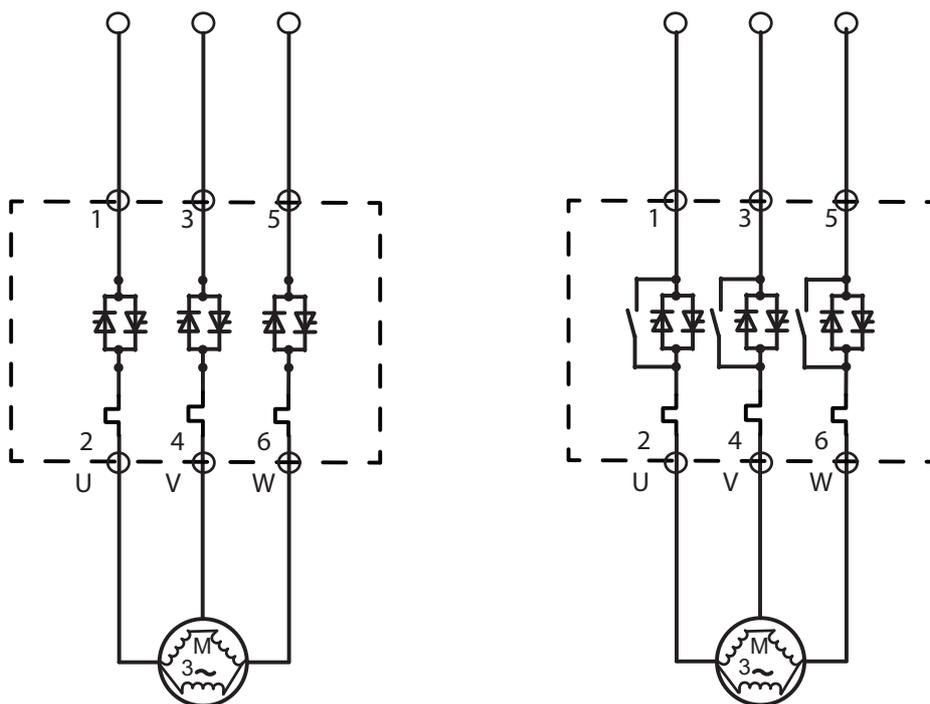
$$\frac{\text{Tensione (applicata)}}{\text{Tensione (massima)}} = \frac{\text{Corrente (assorbita)}}{\text{Corrente (massima)}}$$

La [Tabella 1](#) mette a confronto i metodi di avviamento tramite avviatore diretto, avviatore stella-triangolo e soft starter. Osservare la riduzione della coppia di avviamento rispetto alla tensione di avviamento. Un avviamento standard di tipo stella-triangolo con contattori viene eseguito con il limite di corrente impostato sul 350% o con la coppia di avviamento impostata sul 34% nel soft starter.

Tabella 1 - Tipo di avviamento, tensione, coppia e corrente

| Tipo di avviamento | % tensione applicata durante l'avviamento | % coppia di avviamento a pieno carico | % corrente nominale a pieno carico |
|---|---|---------------------------------------|------------------------------------|
| A piena tensione | 100 | 100 | 600 |
| Avviamento stella-triangolo | 58 | 33 | 200 |
| Avviamento graduale con vari limiti di corrente impostati | | | |
| 150% | 25 | 6 | 150 |
| 200% | 33 | 11 | 200 |
| 250% | 42 | 18 | 250 |
| 300% | 50 | 25 | 300 |
| 350% | 58 | 34 | 350 |
| 400% | 67 | 49 | 400 |
| 450% | 75 | 56 | 450 |

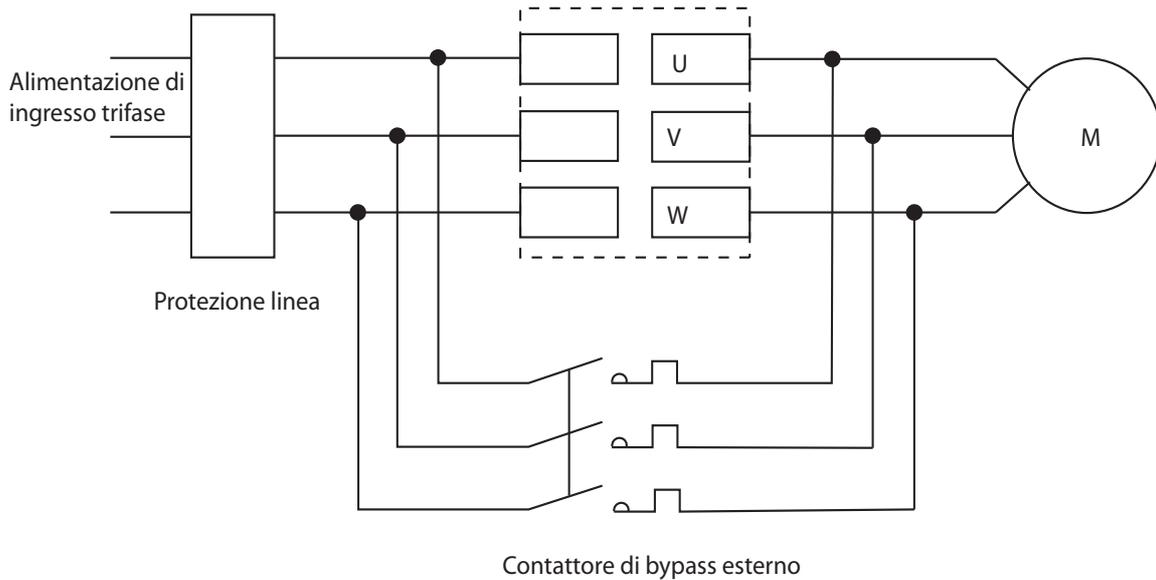
Figura 5 - Configurazione tiristori in antiparallelo



La [Figura 5](#) mostra la configurazione di tiristori collegati antiparallelo del soft starter in modalità di avviamento diretto. I soft starter Allen-Bradley SMC™-3 e SMC™ Flex integrano un contattore di bypass che riduce l'ingombro e la necessità di sovradimensionare il controllore per l'applicazione. L'avviatore Allen-Bradley SMC™-50 è interamente a stato solido per consentirne l'utilizzo in ambienti gravosi e polverosi o in presenza di vibrazioni.

In merito alla configurazione del bypass, quando il motore viene portato alla velocità di regime, il contattore di bypass viene eccitato. Che si tratti del bypass interno degli avviatori SMC-3 e SMC Flex o di un bypass esterno utilizzato con un avviatore SMC Flex o SMC-50, i tiristori interrompono l'accensione, aumentando l'efficienza del soft starter. Quando viene inviato il comando di arresto, i tiristori prendono nuovamente il controllo per gestire la procedura di arresto. Il contattore non chiude né apre mai un circuito del carico e questo permette di utilizzare tiristori e contattori più piccoli, con una conseguente riduzione dell'ingombro complessivo. La [Figura 6](#) mostra un soft starter con relè di protezione e contattore di bypass esterno forniti dal cliente. Il bypass interno utilizza la protezione da sovraccarico termico del soft starter.

Figura 6 - Soft Starter con contattore di bypass esterno

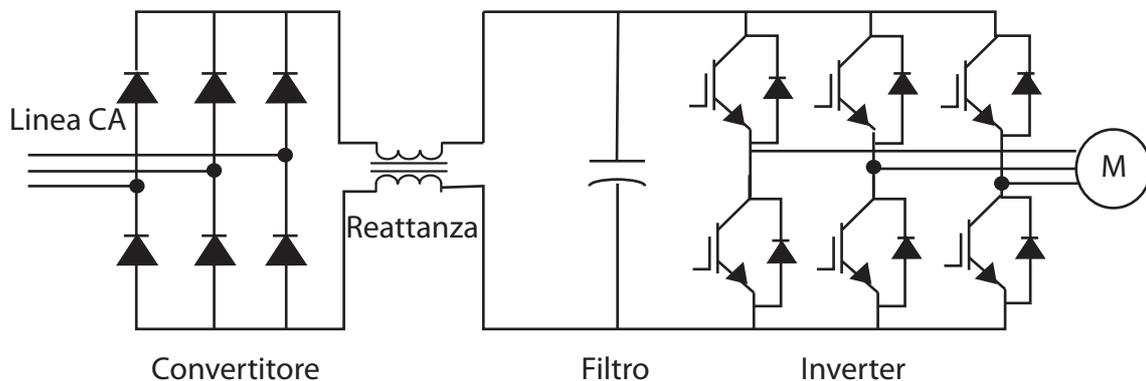


Nota: il bypass interno appartiene alla categoria di impiego AC-1, non AC-3, perché il contattore di bypass non stabilisce o interrompe una corrente. Se per emergenza viene utilizzato un bypass esterno (senza utilizzare l'avviamento graduale per il controllo), è richiesta la categoria AC-3.

Come funziona un convertitore di frequenza?

In pratica, un convertitore di frequenza preleva la tensione di linea CA, la converte in tensione CC, filtra la tensione CC e inverte nuovamente il segnale. Il valore efficace di questa inversione simula una tensione CA. La frequenza di uscita del convertitore di frequenza è compresa in genere tra 0 e la frequenza della linea di ingresso CA. Se richiesto da applicazioni specifiche, sono possibili anche frequenze maggiori rispetto alla linea CA nominale. Rockwell Automation offre molte varianti di convertitori di frequenza, da v/f (la più comune) al controllo vettoriale complesso, che fornisce eccellenti prestazioni a bassa velocità o velocità zero e garantisce una regolazione accurata di velocità e coppia.

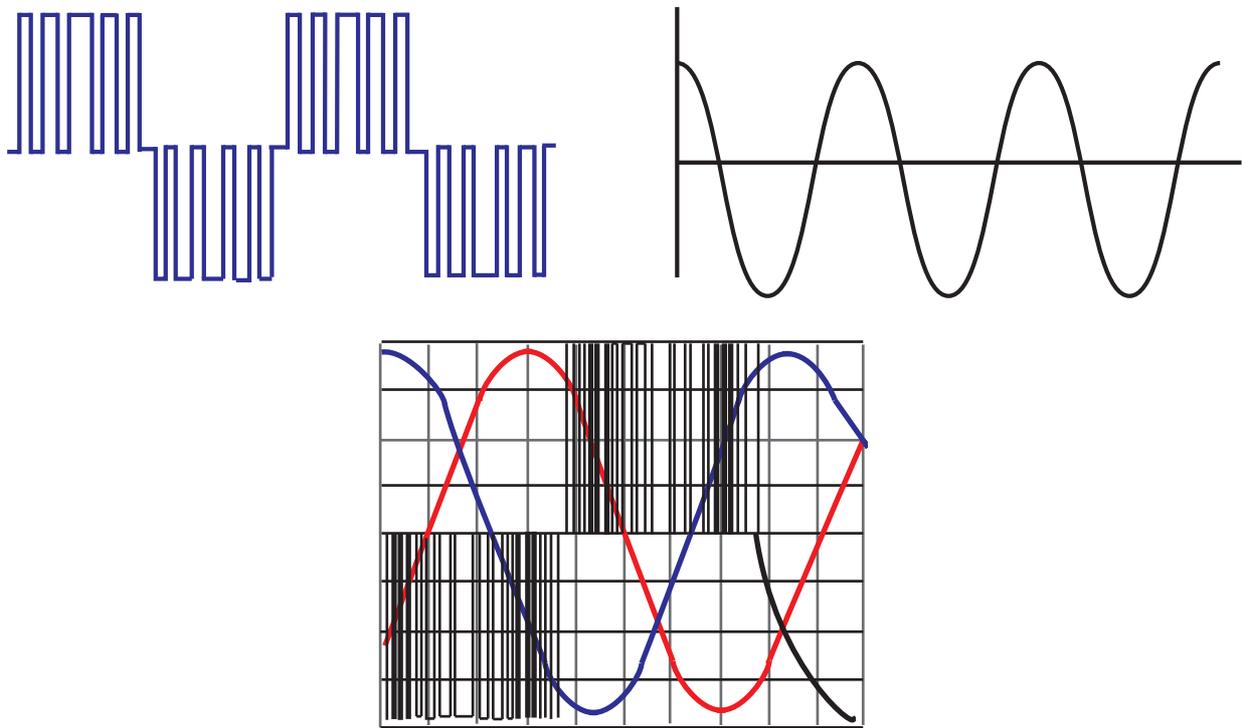
Figura 7 - Funzione di base dei convertitori di frequenza



Per convertire l'alimentazione CA in tensione CC, la maggior parte dei convertitori di frequenza utilizza un ponte di diodi a onda intera o un raddrizzatore a ponte di SCR nella sezione convertitore. In questa sezione possono essere utilizzati anche componenti attivi come transistor bipolari a gate isolato (IGBT). La sezione filtro, essenzialmente un banco di condensatori, serve per rendere uniforme la tensione CC prodotta dalla sezione convertitore. Per migliorare il fattore di potenza e ridurre le armoniche è possibile aggiungere un'induttanza o una bobina. La tensione CC uniformata viene quindi utilizzata dall'inverter IGBT. La commutazione ad azione rapida dalla sezione inverter genera infine i corretti livelli di tensione efficace CA simulati.

La [Figura 8](#) illustra la tecnologia a modulazione di ampiezza degli impulsi utilizzata dalla maggior parte dei convertitori di frequenza. Il rapporto di v/f varia proporzionalmente all'ampiezza degli impulsi.

Figura 8 - Tecnologia a modulazione di ampiezza degli impulsi



I convertitori di frequenza consentono di ottenere la coppia nominale del motore dalla velocità 0 alla velocità base senza utilizzare una quantità superiore o eccessiva di corrente.

Analisi comparative

Efficienza

Soft starter

I soft starter possono raggiungere un'efficienza compresa tra il 99,5 e il 99,9%. In genere, si verifica un calo di tensione di circa 1 volt ai capi del tiristore. L'efficienza dipende tuttavia dalla taglia del soft starter e dalla tensione trifase applicata. Quando il processo di avviamento è completato, un avviamento graduale con bypass integrato, come quello presente nei modelli SMC-3 e SMC Flex, eccita un contattore di bypass interno. I tiristori smettono di generare impulsi e tutta la corrente di esercizio è tra i contatti, mantenendo inalterata o aumentando l'efficienza. Con il carico appropriato e nel funzionamento a piena velocità, i soft starter sono più efficienti dei convertitori di frequenza.

Il modello SMC-50, in particolare, permette un'impostazione dei parametri che attiva la modalità di risparmio energetico quando il motore è privo di carico: questa impostazione può consentire un considerevole risparmio economico. Questo soft starter, inoltre, è marcato CE e non richiede filtri aggiuntivi per le armoniche. Al contrario, altri soft starter possono non essere marcati CE e possono richiedere filtri aggiuntivi.

Convertitore di frequenza

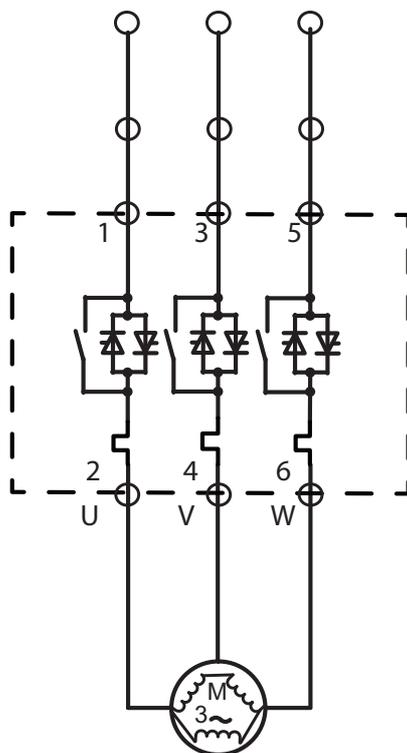
I convertitori di frequenza presentano in genere un'efficienza compresa tra il 95 e il 98%. Durante le fasi di avviamento, marcia e arresto (se non è impostato l'arresto per inerzia), i componenti attivi come gli invertitori IGBT rimangono attivi. Alcuni convertitori di frequenza, tuttavia, controllano meglio di altri il consumo energetico in fase di esecuzione. Per ottenere un risparmio energetico significativo, quindi, selezionare il convertitore di frequenza in base alle diverse caratteristiche di carico. Maggiore è la quantità di impulsi generata nel convertitore, più elevata sarà l'efficienza. Un convertitore di frequenza a 6 impulsi, ad esempio, presenta un'efficienza del 96,5/97,5%, mentre un convertitore a 18 impulsi presenta un'efficienza del 97,5/98%.

Calore emesso dai soft starter e dai convertitori di frequenza

Soft starter

In un soft starter con bypass integrato, la corrente fluisce attraverso il contattore e quindi non ci sono componenti attivi a stato solido in conduzione che generano calore.

Figura 9 - Soft starter con bypass integrato

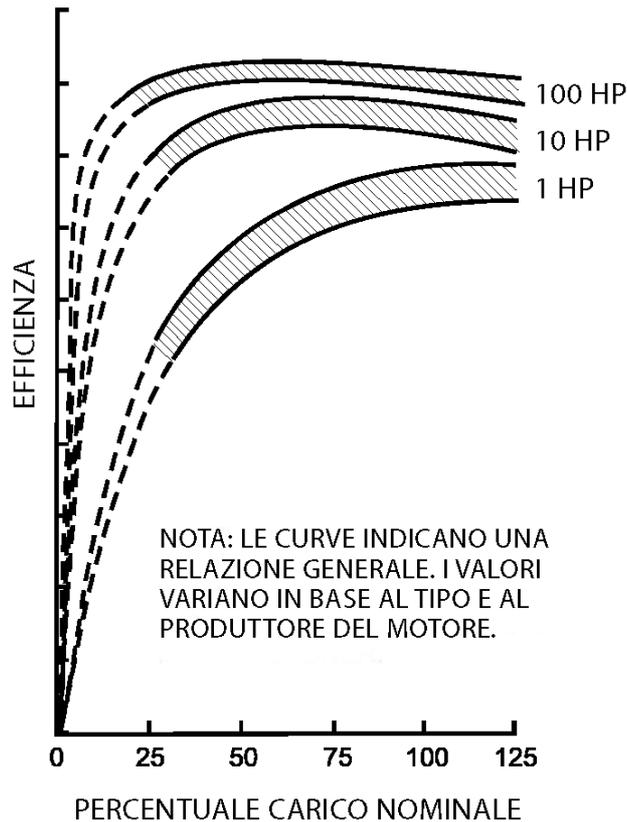


Convertitore di frequenza

Durante il funzionamento, un convertitore di frequenza è intrinsecamente più caldo del soft starter a causa dei componenti attivi che controllano costantemente la frequenza e la tensione.

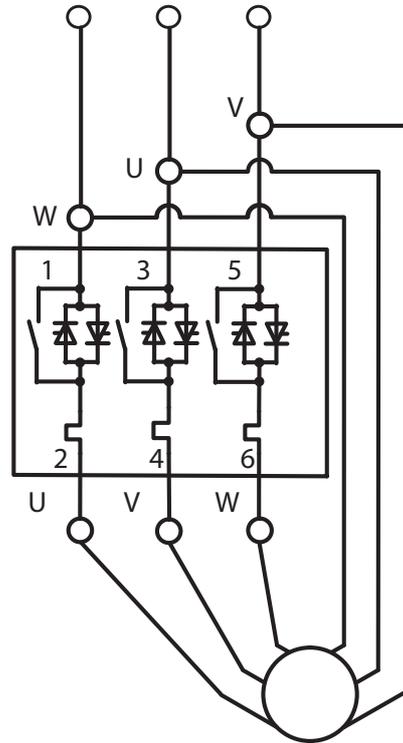
Nota: un motore è al massimo dell'efficienza quando ha un carico percentuale compreso tra il 50% e il 100%. Al di sotto di questo livello di carico, l'efficienza cala drasticamente. La [Figura 10](#) mostra le tipiche efficienze dei motori NEMA in base al carico del motore.

Figura 10 - Efficienza tipica vs. curve di carico in motori a induzione a gabbia di scoiattolo trifase Design B a 1800 giri/min e 60 hertz



Motori stella-triangolo (avviamento nel triangolo)

Figura 11 - Soft starter con collegamento stella-triangolo



Soft starter

Questa configurazione di cablaggio consente l'utilizzo di un soft starter più piccolo per avviare motori a sei conduttori all'interno del triangolo. Un motore con avviamento diretto a 200 Hp (140 kW), ad esempio, dovrebbe utilizzare un'unità di almeno 251 A, mentre un motore stella-triangolo a 200 Hp (140 kW) dovrebbe utilizzare un'unità di almeno 201 A, con un considerevole risparmio economico e di spazio. Altre informazioni sull'avviamento stella-triangolo sono disponibili nel white paper dedicato a questo argomento, pubblicazione Rockwell Automation 150-WP004.

Convertitore di frequenza

I convertitori di frequenza vengono dimensionati per la connessione diretta (tre conduttori dal motore) in base alla corrente a pieno carico del motore.

Funzionalità di comunicazione per il monitoraggio e il controllo

Sia i soft starter che i convertitori di frequenza Allen-Bradley offrono un'ampia gamma di opzioni di controllo, tra cui Modbus, Ethernet, ControlNet™, DeviceNet™ e PROFIBUS™.

Considerazioni sulle armoniche, i metodi di cablaggio e l'installazione

Soft starter

Le armoniche dei soft starter sono generalmente inferiori al 10% nelle fasi di avviamento e arresto se i tiristori sono attivi e forniscono ampiezze di tensione parziali, producendo onde sinusoidali parziali. Con il motore a piena velocità, i tiristori sono in piena conduzione, e non viene prodotta pressoché alcuna armonica. Anche in condizione di bypass non viene generata pressoché alcuna armonica.

Con un soft starter, inoltre, lunghi tratti di cavi non richiedono generalmente alcun intervento se non quello di utilizzare cavi di dimensioni appropriate per compensare il calo di tensione. I soft starter Allen-Bradley utilizzano in genere fino a 762 metri di cavi, in base alla capacità del cavo, fattore di cui si è tenuto conto nella progettazione. Non è richiesto alcun tipo speciale di cavo. Nella maggior parte dei casi, infine, i soft starter non richiedono tecniche di riduzione delle interferenze elettromagnetiche per soddisfare i requisiti IEC sulle armoniche, che riguardano lo stato di esecuzione del soft starter.

Convertitore di frequenza

Lunghi tratti di cavi da un convertitore di frequenza a un motore possono creare problemi di onda riflessa. Si consiglia quindi di utilizzare reattanze di linea per evitare che nell'alimentazione siano introdotte armoniche che potrebbero causare distorsioni di tensione dannose per altre apparecchiature. Per ridurre le armoniche nei convertitori di frequenza, è possibile utilizzare anche altri dispositivi come reattanze, filtri passivi, convertitori a 12 impulsi con trasformatore sfasatore, filtri attivi, convertitori attivi (rigenerativi) e convertitori a 18 impulsi. Quando si installano convertitori di frequenza, è necessario anche fare attenzione al tipo di cavo utilizzato.

Accuratezza dei tempi di avviamento e arresto

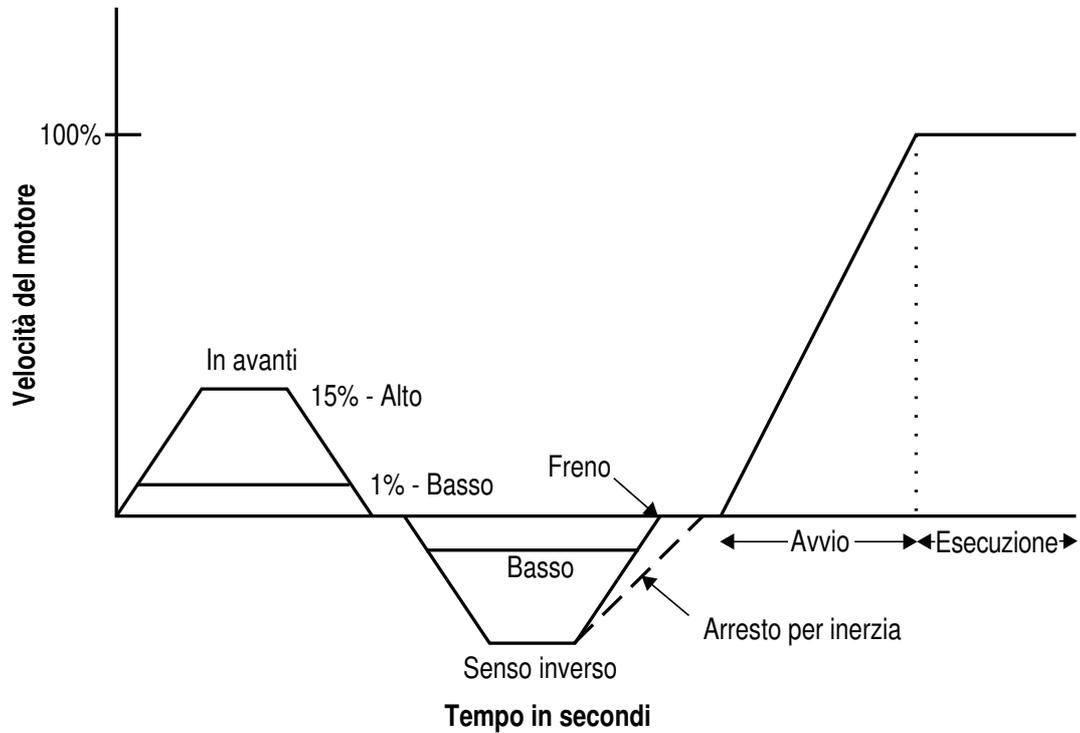
Soft starter

I soft starter dipendono dal carico e sono basati su impostazioni di avviamento e arresto programmate. Un algoritmo regola la tensione fino a raggiungere i livelli di corrente e coppia necessari per avviare il motore. In base alla forza contro-elettromotrice del motore, è il soft starter a determinare se il motore è a regime. Se il soft starter rileva che il motore è a regime prima dell'avviamento temporizzato selezionato, il soft starter applica la piena tensione e indica lo stato "in esecuzione". Se il motore non arriva a regime nel tempo prestabilito, il soft starter applica la piena tensione (SMC Flex, SMC-50) o una percentuale della piena tensione (SMC-3), in base al carico. L'eccezione è costituita dallo starter SMC-50 durante il controllo dell'avviamento lineare e dell'arresto lineare, in cui uno speciale algoritmo, anche senza l'utilizzo di una dinamo tachimetrica esterna, consente precisi tempi di avviamento e arresto con poche impostazioni, indipendentemente dal carico.

Convertitori di frequenza

Il controllo della velocità viene fornito dai convertitori di frequenza con precisione e include anche i tempi di avviamento e arresto, in base al convertitore di frequenza selezionato e alla capacità di carico e di protezione da sovraccarico del convertitore di frequenza.

Figura 12 - Bassa velocità predefinita

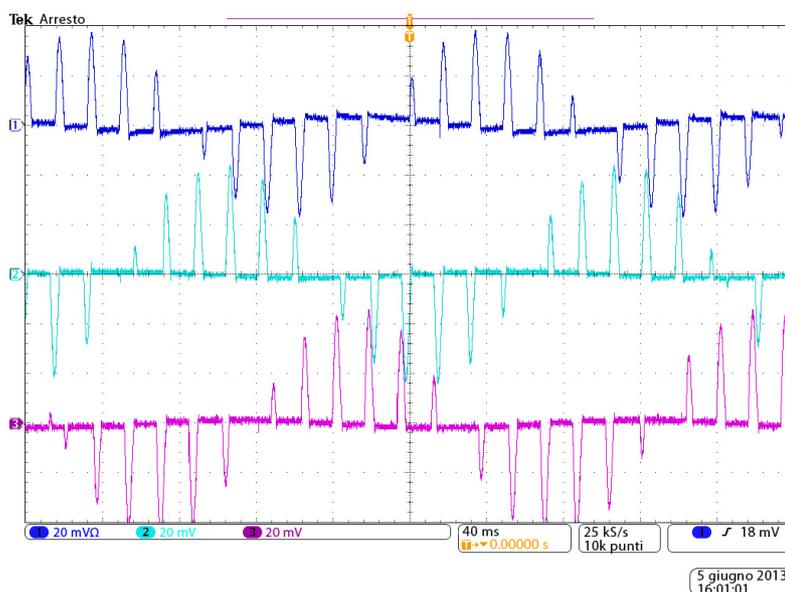


Controllo della velocità

Soft starter

Alcuni soft starter presentano funzioni limitate di controllo a bassa velocità tra l'avviamento e l'arresto, come illustrato nella [Figura 12](#). Il modello SMC Flex offre due basse velocità fisse in marcia avanti, 7% e 15%, e due basse velocità fisse in senso inverso, 10% e 20%. Il modello SMC-50 consente di regolare la velocità a una percentuale compresa tra l'1% e il 15% della piena velocità, sia in marcia avanti sia in senso inverso, senza utilizzare un teleinvertitore. Per un motore a 1.800 giri/min, ad esempio, è possibile selezionare una bassa velocità compresa tra 18 e 270 giri/min, in direzione di marcia avanti e inversa. Il controllo della bassa velocità è applicabile in termini di minuti a causa dell'aumento della temperatura che si verifica nel tiristore e nel motore. A livello grafico, il raggiungimento della bassa velocità è simile alla generazione di forme d'onda a modulazione di ampiezza degli impulsi, come illustrato nella [Figura 13](#).

Figura 13 - Forma d'onda della bassa velocità nel modello SMC-50



Convertitore di frequenza

I convertitori di frequenza offrono la possibilità di regolare la velocità in qualsiasi momento tra la fase di avvio e quella di arresto anche per alcune ore, grazie alla possibilità di modificare anche la frequenza.

Sebbene sia il convertitore di frequenza sia il soft starter possano funzionare a bassa velocità, la durata dipende per entrambi dal motore e dal carico. Il calore emesso dal funzionamento di un motore a bassa velocità dipende dal tempo. Se lasciato a bassa velocità per un periodo di tempo troppo lungo, il soft starter raggiunge la capacità termica per garantire la protezione dei tiristori e del motore. Il funzionamento costante di un convertitore di frequenza al di sotto dei 5 Hz richiede il de-classamento.

Coppia nominale a velocità 0

Soft starter

I soft starter funzionano a una frequenza fissa e la piena coppia è disponibile solo a piena tensione. La coppia iniziale è programmata nel soft starter, mentre la tensione associata all'impostazione della coppia corrisponde al punto iniziale della rampa. Il 100% della coppia non è disponibile a velocità zero.

Convertitore di frequenza

Nelle applicazioni dei convertitori di frequenza, il 100% della coppia è disponibile fino alla frequenza di linea solo alla velocità base del motore, oltre la quale la potenza in cavalli è pari al 100% e la coppia diminuisce. La coppia di tenuta è un vantaggio che i convertitori di frequenza offrono in applicazioni come i nastri trasportatori inclinati, poiché impedisce al nastro con il carico di arretrare quando viene arrestato. L'eventuale necessità di altre funzioni di sicurezza, oltre alla piena coppia a velocità zero con un convertitore di frequenza, dipende dal tipo di applicazione. Per svolgere la stessa funzione un soft starter richiede l'utilizzo di un freno meccanico.

Costo iniziale

Con amperaggio basso, il convertitore di frequenza e il soft starter hanno costi simili, ma con l'aumentare dell'amperaggio e della potenza, i costi aumentano per il convertitore di frequenza. Nella [Figura 14](#) e nella [Figura 15](#) viene messo a confronto il costo iniziale di un avviatore IEC e di uno NEMA rispetto a un soft starter e a un convertitore di frequenza.

Figura 14 - Confronto di costi tra un soft starter, un avviatore IEC e un convertitore di frequenza

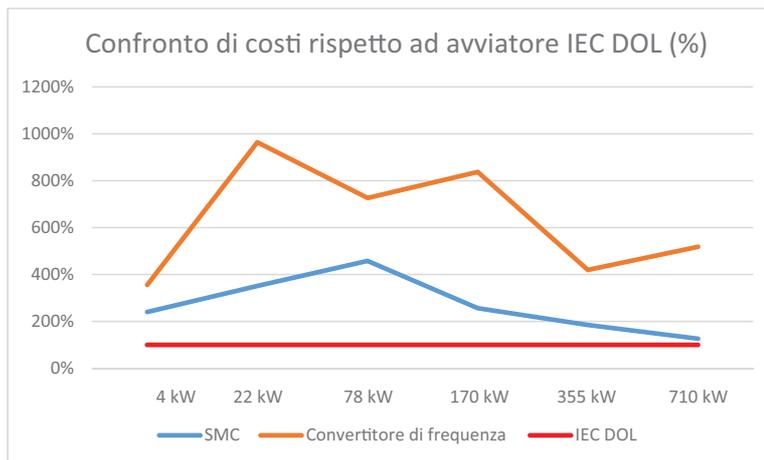
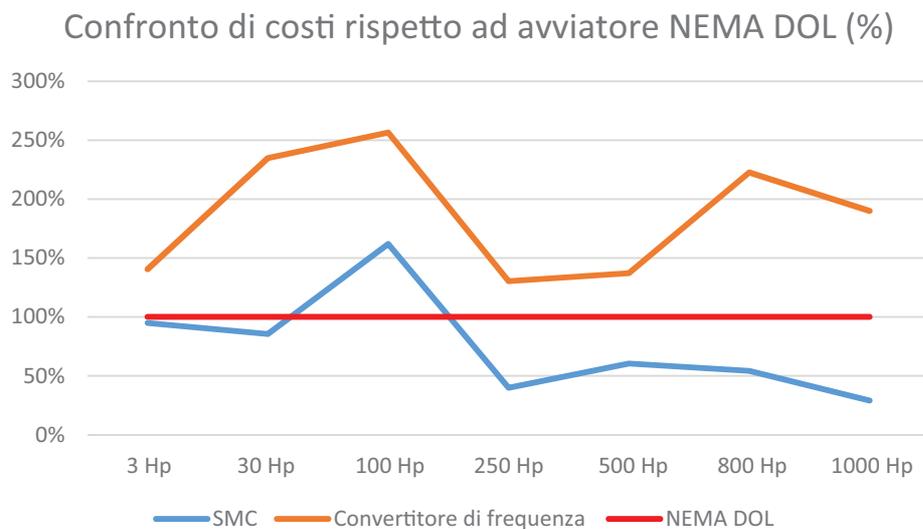


Figura 15 - Confronto di costi tra un soft starter, un avviatore NEMA e un convertitore di frequenza



Dimensioni fisiche

La [Figura 16](#) e la [Figura 17](#) mostrano la differenza relativa in termini di dimensioni tra un convertitore di frequenza e un soft starter, da cui appare che il soft starter è più piccolo del convertitore. I convertitori di frequenza di grandi dimensioni devono essere montati in un armadio del tipo motor control center, poiché con esso devono essere montati anche altri dispositivi (ad esempio, elementi di isolamento, inverter e limitatori EMC).

Figura 16 - Confronto di dimensioni tra un soft starter, un avviatore IEC e un convertitore di frequenza con tensione trifase a 400 V CA

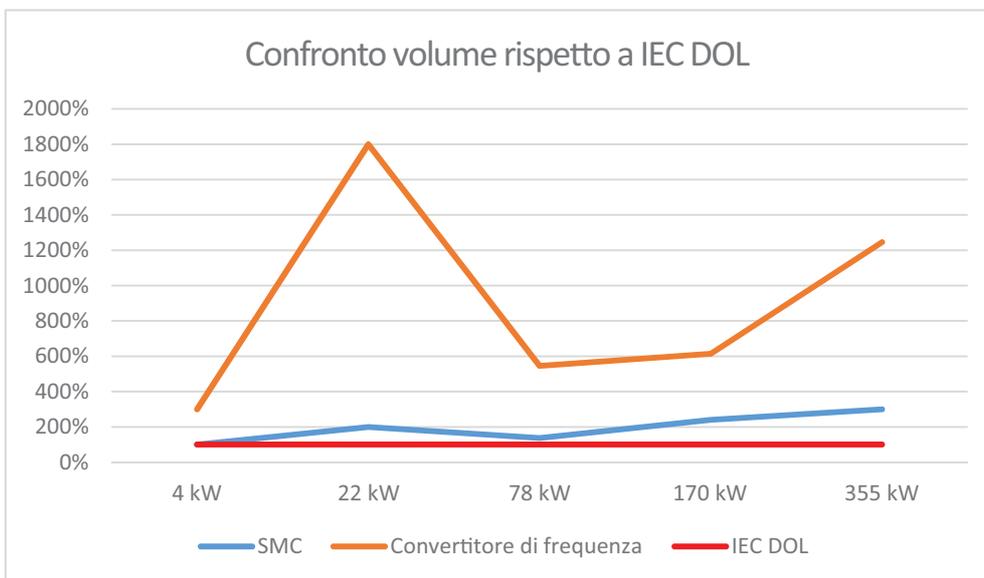
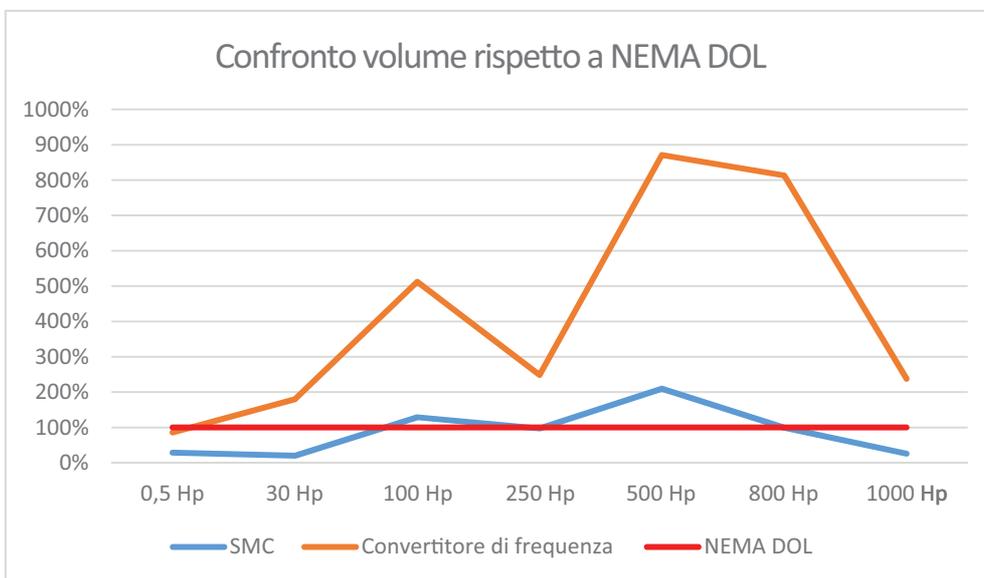


Figura 17 - Confronto di dimensioni tra un soft starter, un avviatore NEMA e un convertitore di frequenza con tensione trifase a 480 V CA



Manutenzione

Soft starter

La pulizia delle ventole è l'unico intervento di manutenzione richiesto per i soft starter.

Convertitore di frequenza

In base al tipo di convertitore di frequenza, è richiesta una manutenzione annuale (o anche meno frequente) e le parti devono essere ispezionate e pulite o sostituite periodicamente. In un convertitore di frequenza operativo 24 ore al giorno, ad esempio, al terzo anno sarà necessario sostituire i componenti seguenti (se disponibili):

- motore della ventola di raffreddamento
- ventole di raffreddamento di piccole dimensioni
- cartuccia del filtro deionizzante
- refrigerante
- condensatori elettrolitici
- condensatori raddrizzatori
- condensatori snubber inverter
- alimentatore integrato circuito di pilotaggio del gate
- alimentatori CA/CC e CC/CC
- batterie UPS

Opzioni di avviamento e arresto

Più profili di avviamento

Soft starter

Sono disponibili due diversi avviamenti programmati. È possibile, ad esempio, scegliere metodi di avviamento diversi in base alla temperatura esterna. Con il convertitore SMC-50 e l'accelerazione lineare, tuttavia, non sono necessari diversi avviamenti programmati. L'accelerazione lineare, infatti, si adatta al tipo di carico, eliminandone la necessità di due avvii programmati.

Convertitore di frequenza

I convertitori di frequenza sono molto versatili e offrono più punti di frenata, più regolazioni di velocità e il controllo completo, dall'avviamento all'arresto.

Funzionamento monofase o trifase

Soft starter

- Protetto con relè di protezione da sovraccarico integrati
- Controllo delle tre fasi tramite tiristori
- Generalmente disponibile solo in configurazione trifase

Convertitore di frequenza

- Disponibilità di configurazioni monofase e trifase
- Per l'ingresso monofase è necessario un sostanziale declassamento

Avviamenti temporizzati

Soft starter

Sebbene tempi di avviamento fino a 30 secondi costituiscano lo standard di riferimento, la maggior parte dei soft starter offre funzioni di avviamento anche oltre i 30 secondi, fino a 999 secondi. Quando si prevedono lunghi tempi di avviamento, tuttavia, è necessario tener conto delle capacità termiche del sistema, incluse quelle del motore.

Convertitore di frequenza

I tempi di accelerazione possono essere impostati fino a 3.600 secondi. Tempi più lunghi sono generalmente associati ad alti carichi di inerzia e contribuiscono a ridurre le dimensioni del convertitore richiesto.

Opzioni di arresto

Soft starter

- Arresto per inerzia (arresto non controllato)
- Frenatura intelligente dei motori (possibilità di arrestare un motore più rapidamente dell'arresto per inerzia, anche senza l'utilizzo di un freno esterno)
- Arresto della pompa (controllo dell'arresto della pompa per evitare colpi d'ariete)
- Decelerazione lineare (arresto preciso e controllato in un tempo programmato)
- Accu-Stop (consente di utilizzare l'opzione di bassa velocità prima dell'arresto completo per un esatto posizionamento del prodotto)
- Arresto graduale (arresto programmato per consentire un tempo di arresto più lungo rispetto all'arresto per inerzia).

Convertitore di frequenza

- Arresto per inerzia
- Rampa
- Rampa di mantenimento
- Freno CC
- Frenatura dinamica⁽¹⁾
- Limitazione di corrente
- Freno veloce

(1) L'utilizzo di resistenze di frenatura dinamica riduce al minimo gli errori di sovratensione. È possibile utilizzare un ingresso digitale per scegliere tra due diverse modalità di arresto.

Applicazioni e motori

Sebbene i soft starter e i convertitori di frequenza possano essere utilizzati con la maggior parte dei motori, nella [Tabella 2](#) sono elencate alcune eccezioni.

Tabella 2 - Eccezioni di applicazione dei soft starter e dei convertitori di frequenza

| Applicazione | Soft starter | Convertitore di frequenza |
|-----------------------------|--------------|---------------------------|
| Pompe volumetriche | Possibile ❶ | Sì |
| Teleinvertitori | Sì ❷ | Sì |
| Motori a induzione lineare | Sì | Sì |
| Trasformatori | Sì | Sì ❸ |
| Carichi resistivi | Sì | Sì ❸ |
| Avvolgimento parziale | Sì | Sì ❸ |
| A rotore avvolto | Sì | Sì ❸ |
| Motori a magneti permanenti | No | Sì |
| Motori a riluttanza | No | Sì |
| Coppia alta, corrente bassa | No | Sì |

❶ Utilizzare la procedura guidata per effettuare stime SMC per determinare il corretto funzionamento di un soft starter

❷ Utilizza teleinvertitori per la massima velocità, mentre per la bassa velocità non vengono utilizzati contattori.

❸ In modalità di tensione regolabile.

Esempi di applicazione

Limitazioni di bassa corrente

Le limitazioni di bassa corrente, come la terminazione della linea di distribuzione per un sistema di irrigazione in un sito remoto, sono molto comuni. In questo caso, ad esempio, è possibile limitare la potenza al 200% della targhetta dati del motore, senza sovraccaricare l'alimentazione. I motori richiedono una coppia sufficiente a soddisfare la domanda di coppia di carico ed è quindi opportuno tenere sempre presente fattori quali il dimensionamento del motore in base al carico e il tipo di motore.

Un soft starter può limitare la corrente al 200%, ma in questo modo viene limitata anche la quantità di coppia applicata. Con l'aiuto di procedure guidate, è possibile eseguire ulteriori verifiche per determinare se la limitazione di corrente è sufficiente per avviare il motore.

Un convertitore di frequenza può fornire livelli di coppia maggiori rimanendo al di sotto dei requisiti di corrente del sistema di distribuzione dell'alimentazione.

Ventole

Il soft starter è appropriato per quasi tutte le applicazioni a velocità costante, come una ventola di asciugatura di grandi dimensioni che, una volta avviata, gira sempre a velocità costante. Per garantire un avvio uniforme, il soft starter è in grado di controllare la coppia di avviamento della ventola. Una volta raggiunta la velocità di regime, non è più necessario alcun controllo fino a quando non viene emesso il comando di arresto.

Per una ventola di grandi dimensioni a velocità variabile, ad esempio in base alla temperatura, è più appropriato invece un convertitore di frequenza, in grado di controllare la velocità durante l'intero processo.

Nastri trasportatori

È opportuno utilizzare un soft starter nella sostituzione di avviatori diretti per evitare danni o fuoriuscite di materiale durante l'avviamento e l'arresto in un nastro trasportatore. Il soft starter, inoltre, avvia e arresta il nastro trasportatore in modo uniforme, senza sollecitazioni meccaniche.

Pompe

Per le pompe è possibile utilizzare sia soft starter che convertitori di frequenza. I soft starter possono ridurre i colpi d'ariete sia in fase di avvio che durante l'arresto e, in genere, sono meno costosi. Un convertitore di frequenza non è solo in grado di eseguire queste funzioni, ma anche di controllare la velocità della pompa in modalità di esecuzione.

Riepilogo

Per determinare il metodo di avviamento più appropriato, è necessario in primo luogo conoscere il tipo di applicazione. Sia i soft starter che i convertitori di frequenza possono avviare un motore con tensione e corrente ridotte, con una conseguenza diminuzione dell'usura meccanica e delle esigenze di manutenzione per entrambi i dispositivi. Mentre il soft starter offre alcuni vantaggi nel funzionamento a bassa velocità (fino a $\pm 15\%$ della bassa velocità), in termini di controllo della velocità e lunga durata è più conveniente il convertitore di frequenza. I soft starter offrono un bypass per un funzionamento a temperatura inferiore solo se è necessario l'avviamento e l'arresto del motore. Altri marchi di soft starter potrebbero non offrire le stesse funzionalità descritte in questa pubblicazione. I convertitori di frequenza, invece, possono controllare la velocità durante tutte le fasi del processo e, se necessario e se correttamente configurati, possono regolare la coppia con estrema facilità.

In breve: conoscendo l'applicazione, i requisiti di ingombro e il budget disponibile, sarà possibile scegliere il dispositivo più appropriato.

Tabella 3 - Riepilogo delle applicazioni dei soft starter e dei convertitori di frequenza

| Funzione | Soft starter | Convertitore di frequenza |
|---|--------------|---------------------------|
| Riduzione di tensione, corrente e coppia in fase di avvio | Sì | Sì |
| Funzionalità a bassa velocità | Limitate | Sì |
| Connessione stella-triangolo | Sì | No |
| L'applicazione richiede tempi di avviamento e arresto esatti? | Limitato | Sì |
| Dimensione del controllore | Più piccolo | Più grande |
| Costo iniziale | Inferiore | Superiore |
| Coppia nominale a velocità 0 | No | Sì |

Notes:

Informazioni importanti per l'utente

Prima di installare, configurare, utilizzare o effettuare la manutenzione di questo prodotto, leggere il presente documento e i documenti elencati nella sezione delle risorse aggiuntive riguardanti l'installazione, la configurazione e il funzionamento di questa apparecchiatura. Oltre ai requisiti previsti dalle normative, dalle leggi e dagli standard vigenti, gli utenti sono tenuti a conoscere le istruzioni di installazione e di cablaggio.

Le operazioni di installazione, regolazione, messa in servizio, uso, montaggio, smontaggio e manutenzione devono essere effettuate da personale qualificato in conformità ai codici di buona pratica applicabili.

Se questa apparecchiatura viene utilizzata in modo diverso da quello specificato dal costruttore, la protezione fornita dall'apparecchiatura può essere compromessa.

In nessun caso Rockwell Automation, Inc. sarà responsabile dei danni indiretti derivanti dall'utilizzo o dall'applicazione di questa apparecchiatura.

Gli esempi e gli schemi riportati all'interno del presente manuale sono forniti a titolo puramente indicativo. A causa dell'elevato numero di variabili e requisiti associati a ogni particolare installazione, Rockwell Automation, Inc. non può essere ritenuta responsabile per l'uso effettivo basato sugli esempi e sugli schemi.

Rockwell Automation, Inc. declina qualsiasi responsabilità in relazione all'utilizzo di informazioni, circuiti, apparecchiature o software descritti nel presente manuale.

È vietata la riproduzione integrale o parziale dei contenuti del presente manuale senza permesso scritto di Rockwell Automation, Inc.

Feedback sulla documentazione

I vostri commenti possono aiutarci a rispondere meglio alle vostre esigenze in termini di documentazione. Per proporre dei suggerimenti su eventuali miglioramenti da apportare al presente documento, compilare il modulo [RA-DU002](#) disponibile sul sito Web all'indirizzo <http://www.rockwellautomation.com/literature/>.

Allen-Bradley, Rockwell Software, Rockwell Automation, SMC e LISTEN. THINK. SOLVE sono marchi commerciali di Rockwell Automation, Inc.

I marchi commerciali non appartenenti a Rockwell Automation sono di proprietà delle rispettive società.

www.rockwellautomation.com

Power, Control and Information Solutions Headquarters

Americhe: Rockwell Automation, 1201 South Second Street, Milwaukee, WI 53204-2496, USA, Tel: +1 414 382 2000, Fax: +1 414 382 4444

Europa/Medio Oriente/Africa: Rockwell Automation NV, Pegasus Park, De Kleetlaan 12a, 1831 Diegem, Belgio, Tel: +32 2 663 0600, Fax: +32 2 663 0640

Asia: Rockwell Automation, Level 14, Core F, Cyberport 3, 100 Cyberport Road, Hong Kong, Tel: +852 2887 4788, Fax: +852 2508 1846

Italia: Rockwell Automation S.r.l., Via Gallarate 215, 20151 Milano, Tel: +39 02 334471, Fax: +39 02 33447701, www.rockwellautomation.it

Svizzera: Rockwell Automation AG, Via Cantonale 27, 6928 Manno, Tel: 091 604 62 62, Fax: 091 604 62 64, Customer Service: Tel: 0848 000 279