ENGINEERING
TOMORROW

Tecnologia motori per una **maggiore efficienza** nelle applicazioni

Panoramica di tendenze e applicazioni

Libertà di scelta

Controllo di un'ampia varietà di tipologie di motori

www.danfoss.it/vlt-drives

VLT® THE REAL DRIVE

Un VLT® per tutti

Un flusso costante di tecnologie innovative per motori trifase per ottenere la più elevata efficienza energetica nelle applicazioni industriali e commerciali. Questa brochure fornisce una panoramica di tecnologie e loro applicazioni, nonché di pro e contro nelle soluzioni individuali.

Algoritmi adattati per massimizzare l'efficienza del sistema

I produttori di motori impiegano una varietà di concetti per ottenere elevate efficienze nei motori elettrici per applicazioni industriali e commerciali. Nonostante tutte le tecnologie dei motori, della stessa classe di efficienza abbiano punti operativi comparabili, esse differiscono in molti aspetti come comportamento di avviamento o caratteristiche a carichi parziali.
Per gli utilizzatori il principale impatto dell'ampia varietà di tecnologie dei motori è che questi necessitano di trovare la tecnologia corretta per le loro applicazioni affinchè si ottenga la massima efficienza energetica ed un risparmio economico associato.

In linea di principio quasi tutti i motori possono essere azionati con curve programmate e specificano la tensione richiesta per ogni velocità o frequenza (caratteristiche tensione/frequenza). Tuttavia l'efficienza teorica di ogni motore può essere ottenuta in pratica con un algoritmo di controllo specificatamente adattato alle tecnologie individuali, altrimenti non sarebbe possibile ottimizzare il funzionamento con carichi variabili.

Controllo di diverse tecnologie con diversi tipi di inverter

Quasi tutte le più comuni tecnologie dei motori descritte in questa brochure, necessitano di un convertitore di frequenza o possono essere gestite da questo tipo di dispositivo.
Tuttavia questo solleva un problema: tutti i motori possono essere gestiti da un solo tipo di convertitore di frequenza? In caso di risposta negativa, gli utilizzatori e gli operatori potrebbero correre il rischio di essere costretti a utilizzare scenari di convertitori di frequenza eterogenei. In pratica questo si traduce in costi di training per progettisti, operatori e manutentori. Le parti di ricambio per differenti tipi di inverter contribuiscono ad ulteriori aumenti sui costi.

Per gli utilizzatori è quindi vantaggioso poter comandare tutte le tipologie dei motori con un unico convertitore di frequenza, in quanto ciò riduce nettamente i costi supplementari.
In qualità di costruttore di convertitori di frequenza, Danfoss fornisce una soluzione che può controllare tutti i motori standard comunemente utilizzati nelle applicazioni del settore del building e di automazione industriale.

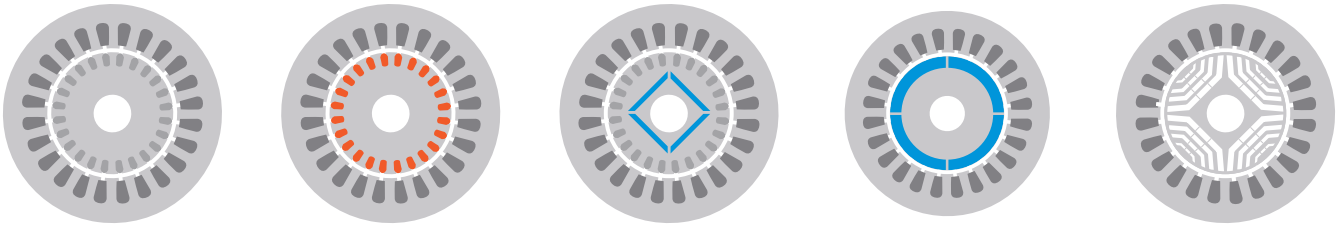
Questo consente agli operatori degli impianti di utilizzare lo stesso dispositivo, le stesse interfacce di sistema e di comprovate ed affidabili tecnologie sull'intera gamma di potenza.

La gestione delle parti di ricambio e la manutenzione sono entrambe semplificate, ed i costi di training sono significativamente ridotti.

Facile messa in servizio ed algoritmi per un'efficienza ottimale

In qualità di costruttore di azionamenti, Danfoss è impegnata a sostenere tutte le più comuni tecnologie di motore esistenti tenendo conto anche delle tecnologie future.

I convertitori di frequenza VLT Danfoss da sempre offrono algoritmi di controllo con elevata efficienza per motori a induzione e magneti permanenti (PM), e da oggi i VLT AutomationDrive FC 302 supportano anche motori a riluttanza sincrona. Inoltre i convertitori di frequenza VLT semplificano la messa in servizio dei motori a induzione combinando la facilità di utilizzo con l'aggiunta di funzioni utili come l'adattamento automatico del motore (AMA), che misura le caratteristiche del motore ed ottimizza di conseguenza i parametri. In questo modo il motore funziona sempre alla massima efficienza possibile, consentendo agli utilizzatori di ridurre il consumo energetico ed i costi operativi.



Buoni motivi per aumentare l'efficienza energetica

Esaurimento dei combustibili fossili, cambiamenti climatici, ed il riscaldamento globale sono solo alcune delle molte ragioni per ridurre significativamente il consumo di energia, le quali ragioni hanno anche conseguenze politiche.
Per esempio, molti Paesi nel mondo, non solo in UE, hanno stabilito le classi obbligatorie di efficienza energetica per motori elettrici, perché i motori sono il collegamento tra la fornitura di energia elettrica ed i processi meccanici nei settori industriali e commerciali, che conta una grossa fetta del consumo energetico globale.
Due terzi del totale del consumo industriale è dato da macchinari gestiti da motori elettrici.

Si può ottenere un risparmio di 38 miliardi di kWh per anno nella sola Germania nei settori commerciali ed industriali e nelle pubbliche istituzioni sostituendo le vecchie esistenti tecnologie con le moderne tecnologie.
Estendendo questo risparmio a livello europeo, si consentirebbe una riduzione dei consumi di ben 135 miliardi di kwh, pari ad un risparmio di emissioni di CO2 di circa 69 milioni di tonnellate (sorgente di questi dati: ZVEI, "Motors and controlled drives").
I livelli minimi di efficienza dei motori elettrici sono specificati dalla regolamentazione UE (EC) n. 640/2009. Il regolamento (EU) n. 4/2014 estende il campo di applicazione dei motori elettrici in questione.

Tecnologie di motori per la conformità con le nuove classi di efficienza

I regolamenti sopra citati definiscono le classi di efficienza da IE1 (classe più bassa) a IE3, la normativa di riferimento è la EN60034-30.

La normativa EN60034-30-1 definisce la classe di efficienza IE4, che non è ancora entrata in vigore.
Per ottenere i livelli minimi di classe di efficienza è necessario cambiare l'attuale tecnologia dei motori. Come risultato, gli utilizzatori si trovano di fronte ad una variegata tendenza dei mercati, inoltre hanno anche bisogno di conoscere quali sono i vari termini e le differenti tecnologie da offrire.
Ogni tipo di motore è adatto ad ogni applicazione?

Classe di efficienza IE5

La normativa EN60034-30-1, definisce anche la classe di efficienza IE5 e delinea i possibili valori limite per questa classe. Tuttavia, sottolinea che il conseguimento a questa classe è di difficile realizzazione.

Da un punto di vista pratico, bisognerebbe chiedersi se vale la pena definire classi di efficienza energetica sempre più rigorose, considerando gli effetti percepibili e misurabili nelle applicazioni.

Il sovradimensionamento e d il continuo cambiamento dello scorrimento del motore, porta a condizioni di operazioni sotto carichi parziali che non si riflettono nello schema di classificazione IE, perché esso si basa su punti operativi nominali.

Per questa ragione, in questa brochure, la classe IE5 non sarà oggetto di discussione.

In poche parole

Lo scopo di questa brochure è quello di fornire una rapida panoramica delle singole tecnologie dei motori. Si descrivono le tecnologie e le loro caratteristiche, campi di utilizzo, vantaggi e svantaggi, in modo facilmente comprensibile.

In questo modo si consente agli utilizzatori di valutare le tecnologie motore adatte e porre le domande essenziali ai produttori per quanto riguarda le loro applicazioni.

In questa brochure vengono illustrati i seguenti tipi di motori:

- Motori a induzione standard
- Motori a rotore in rame
- Motori a magneti permanenti (PM)
- Motori EC (casi speciali)
- Motori PM ad avviamento diretto
- Motori sincroni a riluttanza

Molti motori elettrici ed azionamenti sprecano energia perché non lavorano nel campo di funzionamento ottimale. Di conseguenza, gli sviluppatori di motori elettrici stanno dedicando più attenzione all'ottimizzazione della compatibilità ambientale dei sistemi, ed in particolare alla loro efficienza energetica.

L'Istituto Fraunhofer (ISI, System and Innovation Research) riferisce che l'utilizzo dei motori elettrici rappresenta il 40% del consumo di energia elet-

Questa selezione di requisiti minimi, attualmente vigente, mostra che l'efficienza energetica dei motori elettrici è una questione mondiale.

trica mondiale ed è responsabile di 6 miliardi di tonnellate di emissione di CO_2, che corrisponde al 20% del totale delle emissioni di biossido di carbonio.

Un altro aspetto della compatibilità ambientale dei motori elettrici è il dimensionamento. Costruire motori più compatti riduce la quantità di materiale utilizzato ed i costi di smaltimento. Attualmente molti motori sono sovradimensionati a causa dei "margini di sicurezza" richiesti in fase di progettazione, quindi nella maggior parte dei casi, non sfruttano a pieno le loro potenzialità. Inoltre operano a velocità e coppia ridotte.

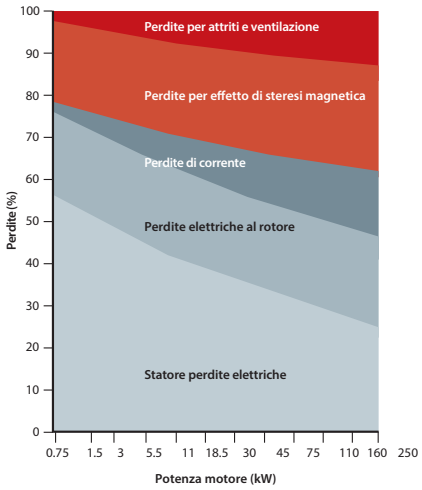
Una migliore efficienza del motore

La normativa EU 640/2009 obbliga i costruttori di motori ad aderire alle classi di efficienza richieste entro specifiche scadenze, e di fornire i motori ad esse corrispondenti (vedere tabella 1).

Ciò solleva la questione di come l'efficienza può essere migliorata al fine di raggiungere e mantenere classi di efficienza più elevate. I costruttori stanno provando a minimizzare le perdite nello statore e nel rotore.

Un modo per raggiungere questo obbiettivo è utilizzare materiali laminati migliori per questi assemblaggi, un altro modo è utilizzare migliori conduttori elettrici come rotori in gabbia di rame invece di economici rotori in alluminio.

Tuttavia, questo cambia il consumo dei materiali, a meno che il produttore prenda apposite contromisure. Ciò significa che gli utilizzatori devono controllare caso per caso se sono fattibili altre opzioni quando si considera la sostituzione del motore.



Sorgente: Normative di analisi dell'efficienza di motori elettrici – tecnologia motori sincroni ad eccitazione permanente, 2011. De Almeida, Ferreira e Fong.

Tabella 1

	Potenza	MEPS	Alternativa al MEPS
Dal 16 giugno 2011	0,75 – 375 kW	IE2	–
A partire dal 1° gennaio 2015	0,75 – 7,5 kW	IE2	–
	7,5 – 375 kW	IE3	IE2 con convertitori di frequenza
A partire dal 1° gennaio 2017	0,75 – 375 kW	IE3	IE2 con convertitori di frequenza

Motori asincroni trifase – il cavallo di battaglia dell'industria

I motori asincroni trifase, sviluppati nel 1889 da AEG, sono ancora i cavalli di battaglia del settore industriale e adatti a molte altre applicazioni.

La popolarità dei motori trifase è stata rinforzata dallo sviluppo dei soft starters e dei convertitori di frequenza. I soft startes riducono la corrente di spunto e generalmente si connettono al motore direttamente alla linea principale. I convertitori di frequenza consentono un controllo preciso ed efficiente della velocità e dell'energia che rende i motori adatti per l'ottimizzazione dei processi.

Tecnologia

Il motore opera sulla base della forza di Lorentz, la quale causa il movimento delle particelle elettricamente cariche in un campo magnetico. La repulsione magnetica, che porta al movimento rotorico, si sviluppa dai campi magnetici generati nello statore (parte del motore statorica) e nel rotore (la parte in movimento).

L'avvolgimento statorico è costituito da rame, mentre il rotore è implementato come avvolgimento in corto circuito, costituito da barre in alluminio.

Classi IE realizzabili

La normativa EN 60034-30-1 per i motori, presuppone che la classe di efficienza IE4 possa essere realizzata con motore a induzione trifase azionato direttamente dalla rete.

IEC frames

Per migliorare l'efficienza, i costruttori spesso utilizzano materiali migliori o migliori laminazioni nella fabbricazioni delle parti statoriche e rotoriche. Questo, a volte, porta ad un aumento della taglia del motore.
Tuttavia, tutti i costruttori si sforzano di mantenere le dimensioni di montaggio IEC per assicurarsi la più ampia retrocompatibilità dei motori e dei sistemi più obsoleti.
Di conseguenza le dimensioni di montaggio (distanza base, altezza albero, diametro albero) sono solitamente le stesse, in alcuni casi, con l'unica differenza del diametro statorico.

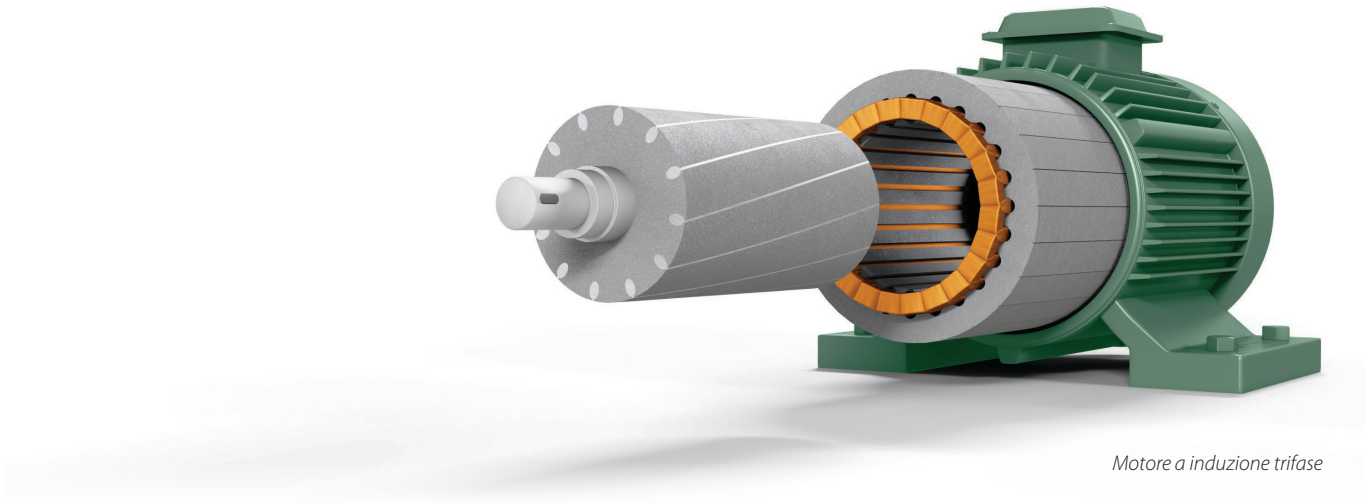
Funzionamento con convertitori di frequenza

I convertitori di frequenza assicurano un funzionamento regolare ed un controllo ottimale della velocità.
I problemi di solito sorgono solo quando l'isolamento del motore non è adatto alla tensione impulsiva del convertitore di frequenza.

Aspetti particolari

Prima della sostituzione di un motore, per migliorare l'efficienza energetica, gli utilizzatori dovrebbero controllare se è veramente necessario.

Un motore a induzione di 10 anni non sempre è inefficiente. Per esempio, il VLT Danfoss Drivemotor FCM 300, progettato oltre 10 anni fa già con un'elevatissima classe di efficienza energetica, continuerà a rispettare le gli standard normativi anche oltre il 2017. Qualora sia necessaria la sostituzione o debba essere utilizzato un motore differente, l'utilizzatore deve controllare se motori più efficienti sono conformi alle dimensioni di montaggio IEC.



Motore a induzione trifase

Motori a rotore di rame, efficienza migliore rispetto a motori a induzione standard

Tecnologia

I motori a rotore di rame sono in pratica motori a induzione standard. Essi hanno la stessa struttura e lo stesso principio di funzionamento, ma un tipo differente di materiale al rotore: invece della solita gabbia di alluminio, il rotore ha una gabbia in rame. Il rame ha una più bassa resistenza rispetto all'alluminio, la quale riduce le perdite rotoriche. Questo vantaggio va a discapito di più alti costi di produzione. Il punto alto di fusione del rame (circa 1.100°C), rispetto all'alluminio (circa 660°C) porta ad un'usura più rapida. Il rame è anche significativamente più costoso.

Classi IE realizzabili

Questi motori raggiungono generalmente classi di efficienza energetica IE3 o IE4.

IEC frames

La taglia può essere conforme agli standards IEC fino alla classe IE4. In molti casi sono disponibili versioni di dimensioni più piccole.

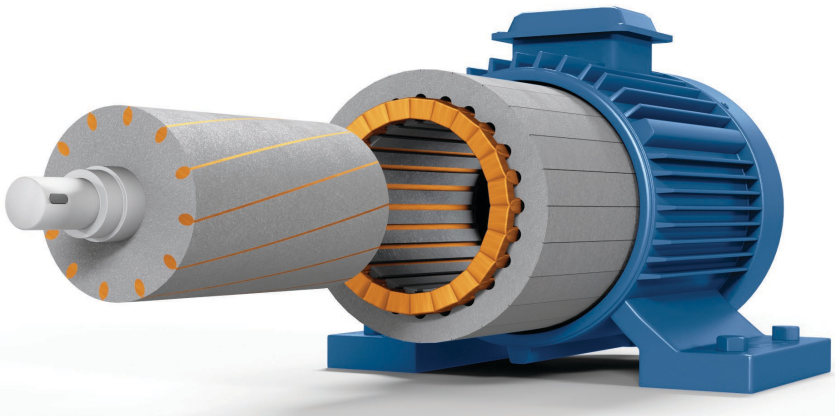
Funzionamento con convertitori di frequenza

Come i motori asincroni standard, i motori a rotore di rame possono funzionare con un convertitore di frequenza. Inoltre, i problemi di solito sorgono solo quando l'isolamento del motore non è adatto alla tensione impulsiva del convertitore di frequenza.

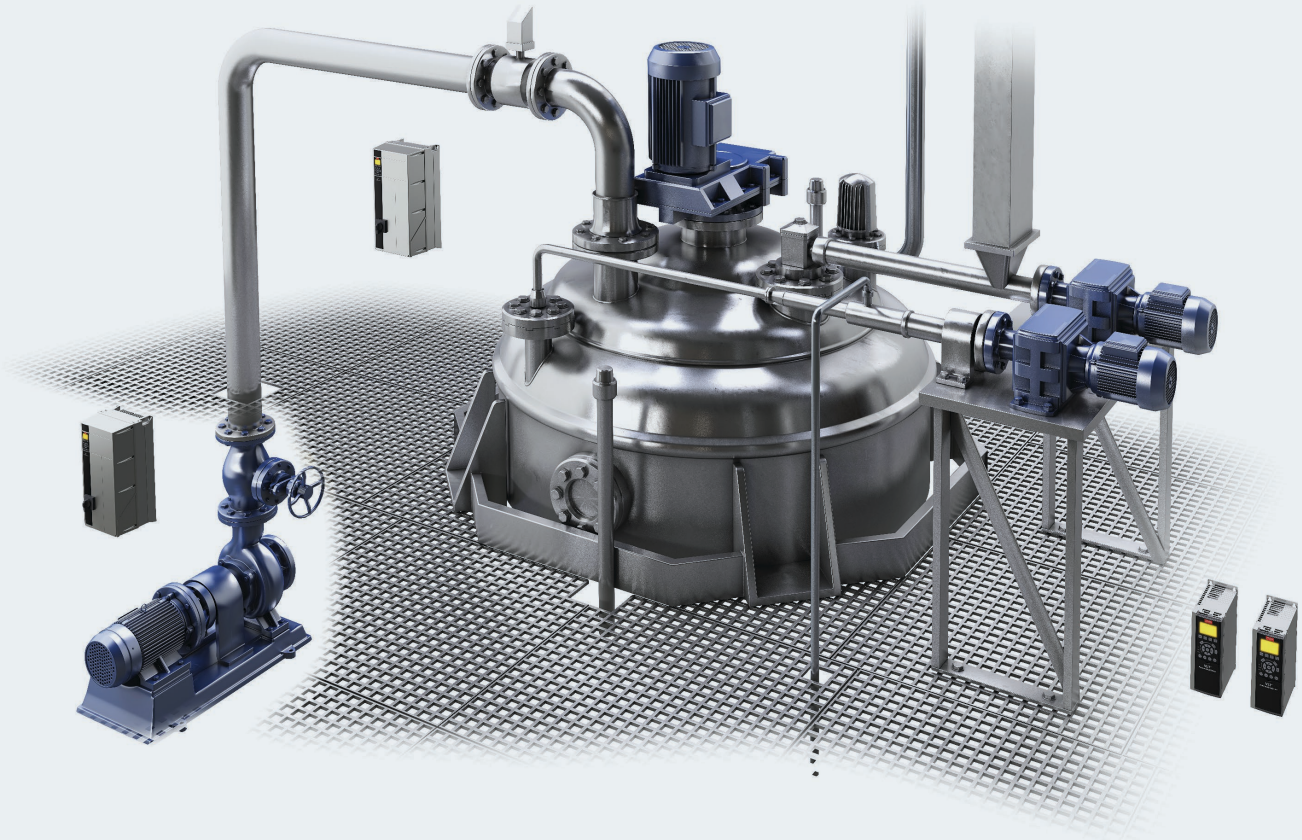
Aspetti particolari

Per quanto riguarda il funzionamento, gli utilizzatori devono considerare che i motori a rotore di rame spesso hanno una corrente di spunto più alta e quindi una più alta coppia di spunto, dovuto ad una più bassa resistenza. Questo aspetto deve essere considerato nel progetto e quando si sostituisce un motore a induzione trifase esistente.

Nella pratica ci sono sempre stati anche casi in cui una coppia di spunto più alta ha causato danni al motore. Lo scorrimento del motore è ridotto a causa delle minori perdite. Ciò significa che la velocità nominale sarà maggiore, e con essa la velocità della macchina operatrice.



Motore trifase a induzione con rotore di rame



Motori a magneti permanenti (PM)

I motori a magneti permanenti stanno diventando sempre più popolari. La tecnologia viene utilizzata da tanto tempo, per esempio nei servo motori. La novità è che ora i motori PM hanno un'elevata efficienza e sono disponibili normalizzati alle dimensioni di montaggio IEC.

Tecnologia

A differenza dei motori asicnroni trifase, i motori PM (come suggerisce il nome), non hanno avvolgimenti nel rotore ma magneti permanenti, i quali sono montati sulla superficie del rotore o posti all'interno del rotore. Nel caso più semplice lo statore ha la stessa forma di un motore a induzione, ma i costruttori di motori stanno lavorando sull'ottimizzazione del design.

I motori PM sono motori sincroni, il che significa che non vi è scorrimento tra i campi rotanti del rotore e quelli dello statore come il motore a induzione trifase.

La magnetizzazione rotorica necessaria è fornita dai magneti permanenti, senza nessuna perdita associata. Questo riduce le perdite rotoriche ed aumenta l'efficienza del motore. I motori PM hanno una migliore efficienza rispetto i motori a induzione, a velocità ridotta.

Classi IE realizzabili

I motori PM raggiungono livelli di efficienza tra IE3 ed IE4.

IEC frames

Rispetto ai motori asincroni con efficienze simili (esempio IE3) i motori PM sono significativamente più piccoli.

Funzionamento con convertitori di frequenza

I motori possono funzionare con i convertitori di frequenza senza problemi. Infatti di solito necessitano di un controllore elettronico per il funzionamento.

Aspetti particolari

Un inconveniente dei motori PM è che hanno bisogno di funzionare con un convertitore di frequenza o con un dispositivo di controllo.

Questo dispositivo deve anche ricevere il segnale di feedback di posizione rotore per adattare in maniera ottimale il campo magnetico alla posizione dei magneti permanenti, in modo tale da generare la rotazione.

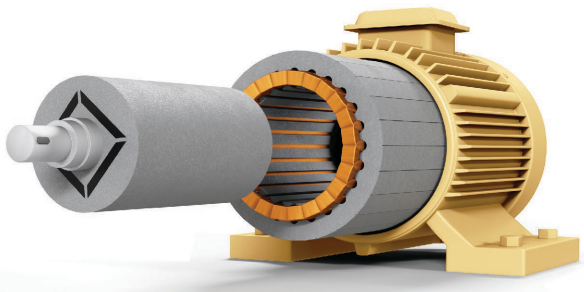
Questo è il motivo per cui tali sistemi hanno spesso un encoder.
Tuttavia ci sono costruttori di inverter (inclusa Danfoss) che possono controllare motori PM senza encoder.

Altri due inconvenienti di questi motori sono: 1) il rischio di smagnetizzazioni dovute ad alte correnti e ad alte temperature, che comunque avvengono raramente; 2) la manutenzione del motore.

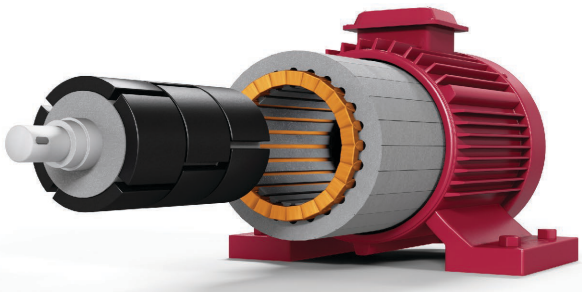
A causa del forte campo magnetico al rotore, rimuovere il rotore dallo statore risulta difficile, per cui sono necessari strumenti speciali.

Andamento dei prezzi dei motori PM

Per produrre i magneti sono necessari elementi di terre rare, i cui prezzi sono aumentati notevolmente negli ultimi anni a causa del forte aumento della domanda e ad una carenza di disponibilità. Tuttavia i prezzi sono scesi significativamente negli ultimi due anni in parte grazie anche all'apertura di nuovi siti minerari.



Motore PM con magneti all'interno del rotore



Motore PM con magneti posti in superficie

Motori PM ad avviamento diretto

Tecnologia
Un motore PM ad avviamento diretto è una combinazione ibrida di un motore trifase a induzione ed un motore PM. E' costituito da un rotore a gabbia con magneti posti all'interno del rotore. Ciò comporta una struttura complessa del rotore che rende il motore più costoso.

Tuttavia, ha un vantaggio significativo rispetto ai motori PM standard: può essere avviato direttamente in rete senza un controllore. La parte della gabbia avvolta è attiva nella fase di partenza, quindi il motore accelera alla velocità determinata dalla frequenza di rete e diviene sincrono; inoltre ha la stessa elevata efficienza di un motore PM.

Classi IE realizzabili
Quando il motore viene avviato da rete, i motori PM ad avviamento diretto raggiungono livelli di efficienza compresi tra IE3 e IE4.

IEC frames
Le taglie disponibili sono conformi agli standard IEC. Sono anche disponibili dimensioni del frame più compatte.

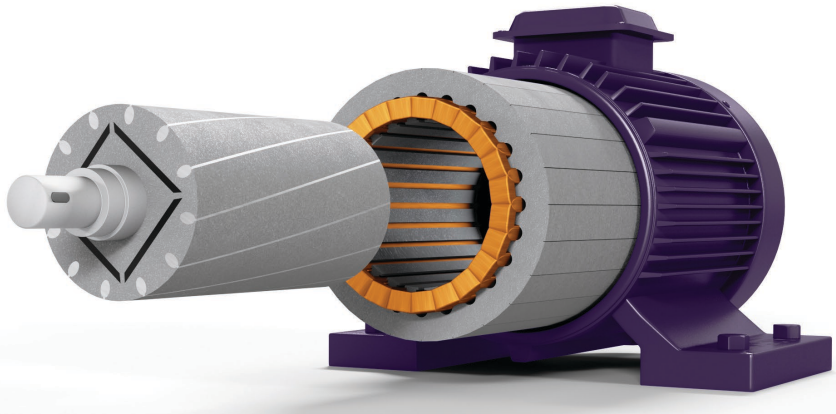
Funzionamento con convertitori di frequenza
Tutti i motori PM ad avviamento diretto possono anche funzionare con convertitori di frequenza. Tuttavia si deve considerare che in questo caso l'efficienza è tipicamente inferiore del 5-10% rispetto all'avviamento diretto da rete. Ciò è dovuto all'effetto di smorzamento sugli avvolgimenti della gabbia.

Aspetti particolari
Il primo inconveniente può essere notato durante l'avviamento: il motore può leggermente girare in senso opposto. Questa coppia di avviamento alternata è anche presente nei motori a induzione, ma è molto più consistente nei motori PM ad avviamento diretto.

La coppia alternata causa dei picchi di coppia da 7 a 17 volte la coppia nominale. Nonostante ciò il motore non può essere accelerato con un carico pesante e non ha caratteristiche di forte dinamica.

Gli abbassamenti di tensione possono causare al motore perdita di sincronizzazione e conseguentemente lavorerà ad un'efficienza inferiore.
Il motore gira alla velocità di sincronismo durante il funzionamento da rete, tuttavia il carico può far lavorare il motore a velocità fuori sincronismo.

Le considerazioni in materia di elementi delle terre rare si applicano anche a questo motore perché utilizza magneti permanenti.



Motori PM ad avviamento diretto con magneti posti nel rotore e gabbia rotorica

Motori sincroni a riluttanza

I motori sincroni a riluttanza si basano su una tecnologia nota da molto tempo. In passato era stata ottimizzata per la coppia o per le dimensioni del frame, invece ora l'attenzione è focalizzata sull'efficienza energetica.

Tecnologia

Questi motori utilizzano le forze di riluttanza, le quali sono generate da un cambiamento della riluttanza magnetica. Nuovi rotori speciali appositamente progettati guidano le linee di campo magnetico all'interno del rotore per produrre una coppia di riluttanza ad alta efficienza energetica. Ora sono disponibili versioni di rotori a riluttanza con capacità di avviamento diretto.

Come i motori PM ad avviamento diretto, essi hanno un ulteriore avvolgimento in corto circuito nel rotore. Questi motori sono molto efficienti, tuttavia l'efficienza cala dal 5 al 10% se si utilizza un convertitore di frequenza (come i motori PM ad avviamento diretto), ciò è dovuto all'effetto di smorzamento sugli avvolgimenti della gabbia.

Classi IE realizzabili

L'efficienza ottenuta varia da IE2 a IE4 anche nei nuovi design, ma è più vicina alla classe IE2 a livelli di potenza relativamente più bassi. Questi motori raggiungono livelli di efficienza IE4 indicativamente dagli 11 ai 15 kW. Hanno anche ottime caratteristiche a basse velocità.

IEC frames

Le taglie disponibili sono conformi allo standard IEC. Sono anche disponibili dimensioni del frame più compatte.

Funzionamento con convertitori di frequenza

I motori sincroni a riluttanza necessitano di un convertitore di frequenza per il loro funzionamento, ad eccezione della versione direct-on-line (DOL) che può operare direttamente dalla rete.

Variante per avviamento diretto

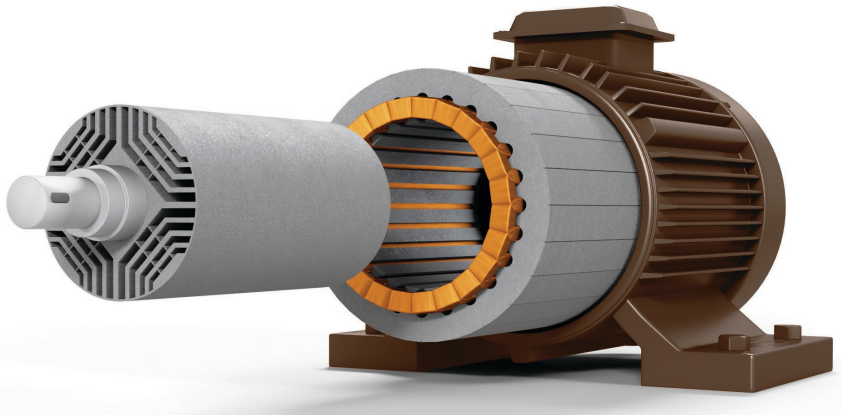
Come per i motori PM ad avviamento diretto, il costruttore coniuga il principio del motore sincrono a riluttanza con la gabbia rotorica della macchina asincrona. Per fare questo, il costruttore riempie i vuoti del rotore con barre di alluminio ed esegue dei corti circuiti ad entrambe le estremità. In questo modo il motore accelera direttamente in rete, ma fornisce anche un miglior fattore di potenza quando raggiunge la velocità nominale.

Lo svantaggio in questo caso è che l'ulteriore smorzamento dell'avvolgimento della gabbia, ancora una volta produce maggiori perdite nel motore.

Aspetti particolari

I fori dei lamierini necessari da design degradano il fattore di potenza, il quale conduce ad un sovradimensionamento di una o due taglie di potenza a seconda del tipo di convertitore di frequenza. Al momento non sono note instabilità al rotore.

Devono essere considerate le limitazioni precedentemente citate sull'efficienza energetica in funzione della potenza.



Motore sincrono a riluttanza

Motori EC

Ci sono molti tipi differenti di motori EC, come ad esempio piccoli servo motori di pochi Watt, fino a raggiungere potenze tipiche del settore della building automation.
I motori EC sono noti per essere estremamente efficienti, questo è pienamente meritato, in particolare per quelle piccole unità che sono nettamente migliori rispetto a motori universali o motori split-pole (la cui efficienza energetica raggiunge circa il 30%).

Tecnologia

Come per i motori PM, il rotore ha i magneti e lo statore ha gli avvolgimenti. I motori EC costruiti secondo il concetto originale, funzionano con una tensione continua commutata. Questo è il motivo per cui sono chiamati "brushless", motori a corrente continua (BLDC) o motori commutati elettronicamente (ECM).
In termini tecnologici, i motori BLDC sono motori AC, quindi la designazione BLDC può in qualche modo confondere.

Per contrastare gli inconvenienti del concetto BLDC, come le alte correnti e ripple di coppia, i costruttori hanno sviluppato migliori algoritmi di controllo. Per esempio, ora sono disponibili algoritmi sensorless. Nelle applicazioni del settore della building automation, i motori EC differiscono dai motori PM principalmente nella loro costruzione come motori a rotore esterno.

Classi IE realizzabili

L'efficienza dei motori EC è tra IE2 e IE4, a seconda del modello.

IEC frames

I motori EC conformi alla norma IEC sono piuttosto rari. Motori EC di potenza relativamente elevata (più di qualche centinaio di watts) sono utilizzati principalmente nei ventilatori e nelle soffianti.

Funzionamento con convertitori di frequenza

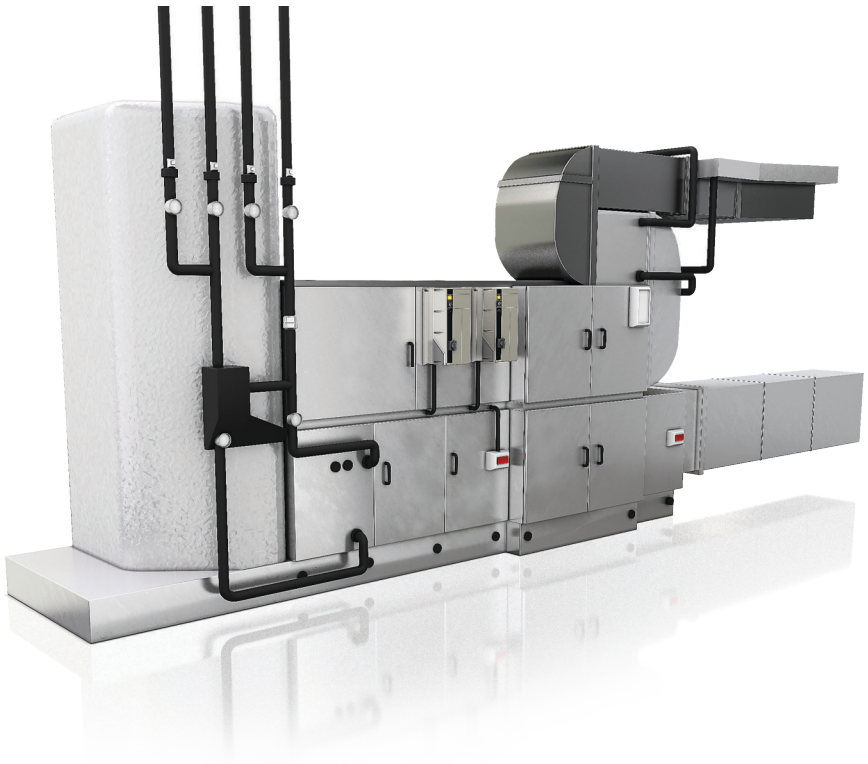
I motori EC funzionano sempre con controllori elettronici, indipendentemente dal fatto che operano secondo il concetto originale o il concetto ottimizzato.

Applicazioni tipiche

I motori EC sono spesso utilizzati nei ventilatori e soffianti per l'automazione degli edifici, di solito sottoforma di motori a rotore esterno e come servo motori di piccola potenza.

Aspetti particolari

Il termine "Motore EC" è spesso usato per una varietà di concetti differenti. Per gli utilizzatori ciò rende difficile la distinzione tra motori convenzionali BLDC e tipi di motore di efficienza più elevata, più simili a motori PM. Grazie all'uso dei magneti permanenti, i motori EC sono soggetti alle stesse considerazioni che riguardano gli elementi delle terre rare come per i motori PM.



Ottimizzazioni di sistema
Analisi di sistema e potenzialità

Secondo la German Association of Electrical and Electronics Manufacturers (ZVEI), circa il 10% del potenziale di risparmio nei sistemi di azionamento, può essere realizzato utilizzando motori con una maggiore efficienza. Il funzionamento a velocità variabile può produrre risparmi potenziali di circa il 30%.

Tuttavia, la principale fonte di potenziale risparmio (circa il 60%) è l'ottimizzazione del sistema complessivo. Di conseguenza l'operatore deve sempre considerare l'impatto sul sistema complessivo e deve verificare se diversi metodi portano alla riduzione dei consumi di energia. Uno di questi metodi riguarda la possibilità di utilizzare le funzioni dedicate dei moderni convertitori di frequenza.

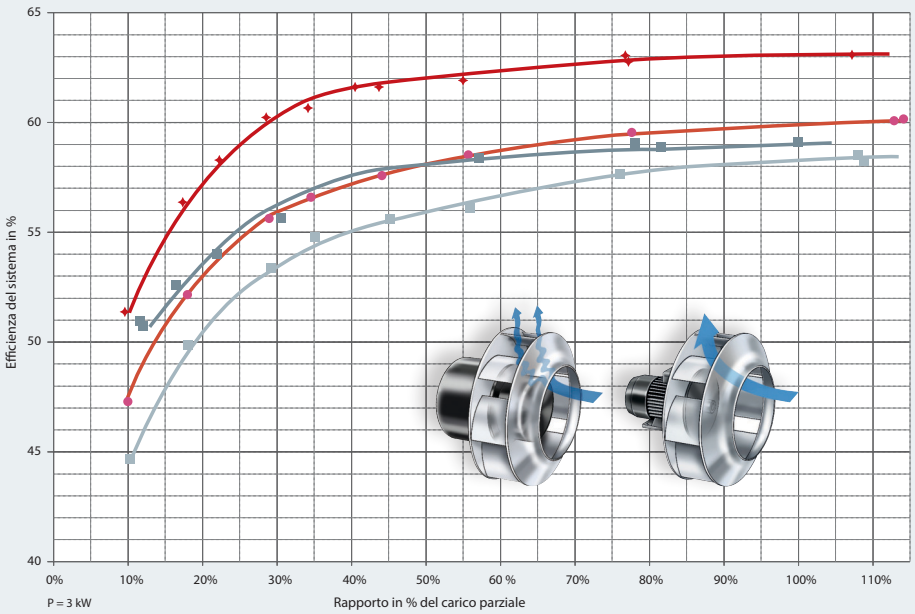
I risparmi potenziali con forme differenti di energia, differiscono significativamente da un settore all'altro.

Per esempio, il settore industriale ha un notevole di aumento della domanda di calore di processo rispetto al settore del commercio. I maggiori risparmi potenziali si trovano di solito nelle zone con più alto consumo. Ad esempio, il settore industriale rappresenta circa il 43% del consumo di elettricità, mentre il settore del commercio e servizi rappresenta solo il 23%.

Una conoscenza esatta del sistema e della tecnologia è essenziale per determinare il potenziale di risparmio nei vari settori. Solo allora è possibile giudicare se le misure specifiche hanno prodotto o meno risparmi significativi.

Indipendentemente dal fatto che la questione coinvolga impianti nuovi o esistenti, oppure macchinari, gli operatori dovrebbero, in prima analisi, prendere in considerazione lo stato attuale del sistema complessivo prima di adottare misure per ridurre il consumo di energia. Ciò consente loro di identificare meglio soluzioni e facilitare successive verifiche sulle misure attuate per il raggiungimento dei risparmi desiderati.

L'efficienza complessiva del sistema è un lavoro di squadra



Come confermato dalle misurazioni presso l'Institute of Air Handling and Refrigeration, il sistema di massima efficienza può essere ottenuto solo combinando i migliori componenti possibili. Per esempio, Danfoss EC+, riduce le perdite di un ventilatore fino all'11% grazie alla combinazione ottimale di convertitore di frequenza, motore e girante del ventilatore. La migliore efficienza del motore del ventilatore EC potrebbe essere contrastata dalla geometria meno favorevole della girante, e di conseguenza l'efficienza del sistema risulterebbe inferiore dal 3 al 5%.

- *EC+ ventilatore con motore PM*
- *EC ventilatore*
- *Ventilatore con motore standard (IE3)*
- *Ventilatore con motore standard (IE2)*

Sommario

Come dimostrato nelle varie descrizioni dei tipi di motori, le esigenze legali e commerciali per una maggiore efficienza energetica hanno notevolmente stimolato il mercato dei motori elettrici.

Molti differenti tipi di motori convenzionali così come le nuove tecnologie si stanno facendo largo sul mercato e competono tra loro a favore degli utilizzatori.

Sarà curioso vedere quali tecnologie riusciranno a prevalere nel lungo periodo.

L'evoluzione del motore non è affatto terminata. Ad esempio i produttori stanno già sperimentando soluzioni con ferriti anziché magneti convenzionali. I risultati dei primi test sono molto promettenti.

Per gli utilizzatori è importante esaminare con attenzione ogni aspetto circa la convenienza dell'adozione dei motori ad alta efficienza. Per esempio, la classe IE4 non è sempre la scelta migliore per via dei costi elevati, oppure nel caso di applicazioni con molti cicli di carico con una maggiore inerzia.

Infine, si deve ricordare che alcuni degli inconvenienti citati per vari motori possono essere mediati da apposite misure di ottimizzazione, come per l'avviamento diretto dei motori PM. Tuttavia tali misure possono a loro volta dare luogo ad altri inconvenienti. Lo scopo di questa brochure è quello di fornire le informazioni necessarie agli utilizzatori di motori, al fine di trovare il migliore azionamento per il tipo di applicazione richiesta.

Motore	Efficienza raggiungibile	Tipo IEC	Funzionamento con inverter	Applicazioni	Commenti
IM	IE3/IE4	IE3 (possibile superiore ma difficile)	Nessuna difficoltà	Quasi tutte le applicazioni	IE3/IE4 potrebbero non essere conformi alle dimensioni di montaggio IEC.
IM con rotore in rame	IE3/IE4	Compatibile. Può anche essere più piccolo	Nessuna difficoltà	Quasi tutte le applicazioni	Comune alta coppia di avviamento. Deve essere presa in considerazione nella progettazione di sistemi in caso di retrofitting.
PM	IE3/IE4	Compatibile. Può anche essere più piccolo	Ha sempre bisogno di un controllore. Alcuni inverter necessitano di feedback di posizione. Migliore efficienza a bassa velocità rispetto ai DASM.	Quasi tutte le applicazioni	Prezzi elevati per richieste di elementi di terre rare. L'attuale tendenza dei prezzi è al ribasso.
LSPM	IE3/IE4	Compatibile. Può anche essere più piccolo	Possibile. Efficienza approssimativa dal 5 al 10% inferiore rispetto all'avviamento da rete.	Non può accelerare a carichi gravosi, hanno basse prestazioni dinamiche, eventuali problemi in caso di "rete debole".	Efficienza del motore molto buona se le limitazioni sono accettabili per il tipo di applicazione. Stesse considerazioni sulle terre rare come per i motori PM.
EC	IE3/IE4	Non compatibile	Necessita sempre di un controllore	Bassa potenza, EC fans, servo motori	Efficienza superiore rispetto ad altre tecnologie relativamente alla bassa potenza (sotto ai 750 W). L'efficienza del sistema è spesso degradata nei ventilatori centrifughi con il motore integrato alla base del ventilatore. Stesse considerazioni sulle terre rare come per i motori PM.
SynRM	IE2–IE4	Compatibile. Può anche essere più piccolo	Necessita sempre di un controllore. Migliore efficienza sopra i livelli di potenza dagli 11 ai 15 kW; comparabili a motori PM a bassa velocità. Spesso sono necessari inverter sovradimensionati a causa del basso fattore di potenza.	Al momento principalmente pompe e ventilatori tra gli 11 e i 15 kW.	I motori sono relativamente nuovi sul mercato. Al momento vantaggi principalmente per potenze tra gli 11 e 15 kW.

IM *Motore a induzione trifase*
PM *Motori a magneti permanenti*
LSPM *Motori PM ad avviamento diretto*
EC *Motori commutati elettronicamente*
SynRM *Motori sincroni a riluttanza*
FC *Convertitore di frequenza*

Funzionamento motori con convertitori di frequenza. Idoneità, efficienza, ottimizzazione

Perché utilizzare un convertitore di frequenza?

L'impiego di motore con maggior efficienza amplia l'utilizzo del convertitore di frequenza. In primo luogo, il controllo della velocità ottenibile tramite inverter offre un enorme potenziale per ridurre il consumo energetico e i costi. In secondo luogo, alcune delle tecnologie del motore possono essere utilizzate solo con questi dispositivi.

Quali motori sono adatti all'utilizzo con convertitori di frequenza?

Il più grande carico per il motore è la tensione in uscita ad impulsi, che i convertitori di frequenza utilizzano per adattare la tensione al motore. Il tasso di variazione della tensione in uscita stressa l'isolamento del motore. Negli ultimi 10-15 anni, questo stress non era un vero problema perché l'isolamento moderno resiste a questi picchi di tensione. Tuttavia quando si utilizzano motori più obsoleti lo stress sulla bobina può causare un guasto, a meno che non si adottino filtri in uscita adatti per i convertitori di frequenza. In questo caso, filtri du/dt o filtri sinusoidali sono raccomandati per ridurre i picchi di tensione e quindi proteggere l'isolamento.

Stress termico

Molti convertitori di frequenza moderni, come i VLT Danfoss, sono anche in grado di fornire la tensione in ingresso all'uscita del motore. Pertanto lo stress termico dei motori standard (fino a una grandezza costruttiva di 315) è da ritenersi trascurabile.

Ad esempio per i convertitori di frequenza con una lieve reattanza DC, che non sono in grado di generare la piena tensione alla frequenza nominale, viene raccomandata una classe di isolamento F per il motore, dal momento che la temperatura può aumentare fino a 10 K.

Cuscinetti motore

Condizioni avverse (tensione di rete, messa a terra, schermatura, ecc…) possono provocare guasti ai motori a frequenza controllata (di solito da taglie superiori a 132 kW), causati dalle correnti di cuscinetto. Per esempio, si verifica quando le correnti attraversano il lubrificante del cuscinetto, queste correnti sono impulsive e col tempo il cuscinetto viene danneggiato. Semplici misure (buon collegamento di terra, cavi motore schermati, cuscinetti isolati, grasso speciale per cuscinetti, ecc..) riducono le correnti ai cuscinetti e di conseguenza il rischio di avaria.

Dimensionamento convertitore di frequenza

Quando si combinano convertitore di frequenza e motore, i dati di potenza espressi in kW, forniscono un orientamento iniziale. Tuttavia per affinare la scelta, devono essere considerate la potenza apparente e la corrente (questo è particolarmente vero per i motori sincroni a riluttanza).

E' importante che l'inverter sia capace di fornire il sovraccarico necessario per il tipo di applicazione, che è tipicamente del 110% per pompe e ventilatori, e 160% per nastri trasportatori o elevatori.

Ottimizzazione

Se in un'applicazione viene utilizzato un inverter di una taglia più grande del necessario, per esempio per permettere un sovraccarico maggiore, questo non impatta negativamente sui consumi energetici.

Invece per un motore il sovradimensionamento ha un'influenza non trascurabile.

A seconda dell'esecuzione del motore, l'efficienza al punto di funzionamento dell'applicazione può essere superiore a pieno carico scegliendo il corretto dimensionamento del motore.

I convertitori di frequenza che utilizzano metodi di controllo adeguati alla tecnologia del motore, forniscono la magnetizzazione ideale durante il funzionamento, anche a carico parziale. E' anche il caso per i carichi alternati. Per esempio, i convertitori di frequenza Danfoss VLT per motori PM sono progettati secondo l'MTPA (massima coppia per ampere), che permette di ottenere la migliore efficienza energetica possibile per ogni esecuzione motore.

Ulteriori informazioni

La maggior parte dei motori trifase sul mercato funzionano perfettamente con convertitori di frequenza.
Durante il processo di selezione ed installazione, gli utilizzatori devono prestare attenzione alle caratteristiche delle varie tecnologie.

Le sezioni precedenti offrono un breve riassunto sul tema dell'efficienza energetica. Maggiori informazioni sull'efficienza energetica delle soluzioni Danfoss Drives sono disponibili sul catalogo prodotti.

ENGINEERING
TOMORROW

VLT® Danfoss: passione e dedizione

Danfoss VLT Drives è leader mondiale tra i fornitori di convertitori di frequenza...
...e continua a guadagnare quote di mercato!

Responsabilità ambientale

Tutti i prodotti VLT® sono costruiti in stabilimenti conformi alle più rigide normative per la salvaguardia della salute e dei diritti dei lavoratori.
Tutti gli stabilimenti di produzione VLT® Drives sono certificati secondo le normative ISO 9001 ed ISO 14001.

Tutte le attività produttive sono pianificate e svolte tenendo in considerazione i diritti e le esigenze dei singoli lavoratori, la cura del posto di lavoro e la salvaguardia dell'ambiente. Gli stabilimenti produttivi rispettano tutte le norme relative l'inquinamento acustico, il fumo e l'abbattimento delle polveri nocive. Tutti i locali sono adeguatamente attrezzati con i relativi dispositivi di sicurezza.

Il "Global Compact"
Danfoss ha sottoscritto il patto di responsabilità sociale e ambientale "UN Global Compact" che garantisce, attraverso le proprie filiali, il rispetto delle norme presenti sul territorio in cui è presente.

Risparmio energetico
e salvaguardia dell'ambiente
L'energia elettrica risparmiata in un anno di produzione con l'utilizzo di inverter VLT® Danfoss, corrisponde all'energia prodotta da una centrale di grossa taglia. L'ottimizzazione dei processi produttivi non solo aumenta la qualità dei prodotti, ma riduce gli sprechi e l'usura dei macchinari.

Dedizione ai convertitori di frequenza

"Dedizione" è la parola chiave dal 1968, anno in cui Danfoss introdusse il primo convertitore di frequenza a velocità variabile prodotto in serie, per motori AC, denominato VLT®.
Duemila dipendenti sviluppano, producono, vendono e forniscono assistenza, esclusivamente per convertitori di frequenza e avviatori statici, in oltre cento paesi nel mondo.

Intelligente e innovativo

Danfoss VLT Drives ha esteso il concetto modulare a tutte le fasi: sviluppo, progettazione, produzione e configurazione. Lo sviluppo in parallelo di tecnologie innovative utilizzando piattaforme tecnologiche dedicate, assicura che i nostri convertitori di frequenza VLT® dispongano sempre della tecnologia più avanzata.

Affidatevi ai nostri esperti

Ci assumiamo la responsabilità per ogni elemento presente nei nostri prodotti. Il fatto di sviluppare e produrre direttamente tutti i componenti, dall'hardware al software, dai moduli di potenza alle schede elettroniche e accessori, rappresenta per Voi garanzia di affidabilità dei nostri prodotti.

Assistenza locale su scala globale

I convertitori di frequenza VLT® Danfoss vengono utilizzati in tutto il mondo, gli esperti Danfoss VLT Drives sono pronti a supportare tecnicamente i nostri clienti, con interventi di assistenza di qualsiasi tipo. Gli esperti Danfoss VLT Drives sono in grado di risolvere ogni tipo di problema e garantire continuità di servizio dei Vostri impianti.

Danfoss VLT Drives • C.so Tazzoli, 221 • 10137 Torino • Italia • Centralino: +39 011.3000.511 • Assistenza tecnica: +39 011.3000.598
Fax vendite: +39 011 3000.576 • E-mail: vlt-drives@danfoss.it • www.danfoss.it/vlt-drives

La Danfoss non si assume alcuna responsabilità circa eventuali errori nei cataloghi, pubblicazioni o altri documenti scritti. La Danfoss si riserva il diritto di modificare i suoi prodotti senza previo avviso, anche per i prodotti già in ordine sempre che tali modifiche si possano fare senza la necessità di cambiamenti nelle specifiche che sono già state concordate.
Tutti i marchi di fabbrica citati sono di proprietà delle rispettive società. Il nome Danfoss e il logotipo Danfoss sono marchi depositati della Danfoss A/S. Tutti i diritti riservati.

© Copyright Danfoss Power Electronics | Danfoss VLT Drives PE-MSMBM | October 2014