

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Sustavna štednja energije

EC+ je moderno rješenje za elektro-motorne pogone u GViK1 sustavima

EC+

Optimalna učinkovitost sustava postignuta je kombinacijom standardne i EC tehnologije visoke učinkovitosti bazirane na sinkronim servo motorima (PM motori).



www.danfoss.hr/vlt

VLT[®]
THE REAL DRIVE

Optimalnim komponentama do povećane učinkovitosti

Danfoss-ov EC+ koncept

omogućava upotrebu PM motora dimenzija sukladnih IEC normi uz Danfoss-ove VLT® frekvencijske pretvarače. Danfoss je ugradio neophodne upravljačke algoritme u postojeće VLT® serije pretvarača. To znači da za korisnika nema promjena. Nakon unosa parametara odabranog motora, EC tehnologija korisniku omogućuje raspolaganje visokim stupnjem energetske učinkovitosti pogona.

Prednosti EC+ programa:

- Slobodan odabir tipa motora: PM ili asinkroni s istim frekvencijskim pretvaračem
- Instalacija i upravljanje pretvaračem ostaju nepromijenjeni
- Odabir svih komponenti neovisno o proizvođaču
- Superiorna učinkovitost sustava zahvaljujući optimalnim karakteristikama svake pojedine komponente
- Moguća naknadna poboljšanja postojećih sustava
- Širok raspon nominalnih snaga za standardne i PM motore



Ključni element uštede energije u zgradama je primjena pretvarača za upravljanje brzinom vrtnje kompresora, pumpi i ventilatora. Pri tome su dva elementa odlučujuća: visoka učinkovitost stroja i motora, te energetska učinkovitost sustava upravljanja.

Uz sve češću primjenu asinkronih motora s višim koeficijentima učinkovitosti, sve češće se, zbog njihove visoke učinkovitosti, koriste i sinkroni servo motori. Motori ovog tipa se u GviK primjenama obično nazivaju „EC motori“. Princip rada ovih motora istovjetan je principu rada istosmjernog (DC) bezkolektorskog motora². Uobičajeno se koriste u ventilatorima s vanjskim rotorom i s malim protokom zraka.

Kako bi korisnicima omogućio prednosti veće učinkovitosti EC motora u svim primjenama, Danfoss je prilagodio svoj pouzdani VVC+ algoritam i optimizirao ga za upravljanje sinkronim servo motorima (s uzbuđom trajnim magnetima). Takvi motori, često nazivani motori s trajnim magnetima (PM motori) imaju isti koeficijent učinkovitosti kao i EC motori. Za razliku od EC motora, mehanička konstrukcija PM motora istovjetna je motorima sukladnim IEC normi, što omogućuje jednostavnu primjenu u novim, ali i integraciju u postojeće sustave.

Time je Danfoss značajno pojednostavio proceduru puštanja u pogon PM motora. Sada je taj postupak istovjetan onom za asinkrone motore s frekvencijskim pretvaračima.

Prednosti za korisnika:

Rad s poznatom tehnologijom

Veliki broj korisnika naviknut je na upravljanje standardnim motorima pomoću VLT® GviK frekvencijskih pretvarača. Konfiguracija pretvarača u osnovi je nepromijenjena. Korisnik treba upisati podatke PM motora. Način rada centralnog sistema upravljanja zgradom također je nepromijenjen. Isto tako, moguće je zamijeniti asinkroni s PM motorom. Potrebna obuka za primjenu nove PM tehnologije je minimalna.

Slobodan izbor proizvođača opreme

Zahvaljujući mogućnosti odabira potrebnih standardnih komponenti neovisno o proizvođaču, korisnici uživaju u maksimalnoj fleksibilnosti. Eventualne poteškoće u nabavci rezervnog dijela se, na primjer, jednostavno rješavaju nabavkom komponenti istih karakteristika, ali od drugog proizvođača.

Optimalna učinkovitost sustava

Jedini način postizanja optimalne učinkovitosti sustava je odabir najboljih pojedinačnih komponenti. Korisnici koji žele uštediti znatne količine energije trebaju i više od učinkovitih komponenti – potrebna im je visoka učinkovitost cjelokupnog sustava.

Mali troškovi održavanja

Česti nedostatak integriranih sustava je u nemogućnosti zamjene pojedinačnih komponenti. Komponente podložne habanju, poput ležajeva motora, ne mogu se uvijek pojedinačno zamijeniti. To može biti skupo. Za razliku od toga, EC+ koncept se temelji na standardiziranim komponentama koje korisnik može pojedinačno, po potrebi, mijenjati i time troškove održavanja svesti na minimum.

¹) Grijanje, ventilacija i klimatizacija; (eng. Heating, Ventilation and Air Conditioning – HVAC)

²) (eng. BrushLess Direct Current – BLDC motors)

Vaš račun za električnu energiju: Plaćate li za komponente ili za vaš cijeli sustav?

Povećanje učinkovitosti je jednostavan način smanjenja potrošnje energije. Sukladno tome, Europska Unija je uvela norme minimalne energetske učinkovitosti za pojedine tehničke uređaje. Najbolji primjer u području elektromotornih pogona je uvođenje normi minimalne učinkovitosti (eng. MEPS – Minimum Efficiency Performance Standards) za trofazne asinkrone motore. Motori koji se prodaju i koriste u državama članicama Europske Unije morati će od datuma naznačenih u tabeli udovoljavati zahtjeve za minimalnom učinkovitošću propisane MEPS-om.

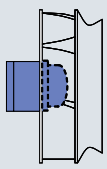
Datum primjene	Raspon snage	MEPS	Opcionalni MEPS
Od 16. lipnja 2011. g.	0,75–375 kW	IE2	–
Od 1. siječnja 2015. g.	0,75–7,5 kW	IE2	–
	7,5–375 kW	IE3	IE2 + frekvencijski pretvarač
Od 1. siječnja 2017. g.	0,75–375 kW	IE3	IE2 + frekvencijski pretvarač

Nakon naznačenih datuma, niti jedan novi trofazni asinkroni motor neće se moći naći na tržištu EU bez odgovarajuće oznake IE klasifikacije.

$$\eta_{\text{sustava}} = \eta_{\text{izmjenjivača}} \times \eta_{\text{motora}} \times \eta_{\text{spojnice}} \times \eta_{\text{ventilatora}}$$

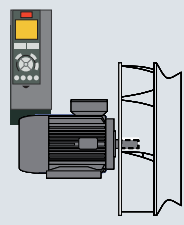
Koeficijent učinkovitosti sustava se, prema normi VDI DIN 6014, računa kao umnožak koeficijentata učinkovitosti pojedinih komponenti.

Primjer izračuna učinkovitosti za elektromotorni pogon radijalnog ventilatora 450mm



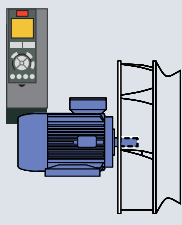
EC motor +
integrirana elektronika
+ ventilator

$\eta_{\text{pogona}} = 89\%$
 $\eta_{\text{ventilatora}} = 68\%$
 $\eta_{\text{sustava}} = 60\%$



Asinkroni motor +
frekvencijski pretvarač +
direktno spojen ventilator

$\eta_{\text{pogona}} = 83\%$
 $\eta_{\text{ventilatora}} = 75\%$
 $\eta_{\text{sustava}} = 63\%$



PM/EC motor +
frekvencijski pretvarač +
direktno spojen ventilator

$\eta_{\text{pogona}} = 89\%$
 $\eta_{\text{ventilatora}} = 75\%$
 $\eta_{\text{sustava}} = 66\%$

Navedene vrijednosti učinkovitosti pogona (η frekvencijskog pretvarača \times η motora) određene su mjerenjima, dok su vrijednosti učinkovitosti ventilatora preuzete iz kataloga proizvođača. Zbog direktnog spoja ventilatora, $\eta_{\text{spojnice}} = 1$.

Ipak, kako bi ostvarili značajnije uštede energije, korisnici uvijek moraju uzeti u obzir karakteristike sustava u cjelini. Iz ovih zahtjeva su, na primjer, izuzeti pogoni s radnim ciklusom manjim od 80% i to iz jednostavnog razloga – učestali start /stop ciklusi u pogonima s IE2 motorima uzrokuju potrošnju energije koja je veća od uštede koja se postiže tijekom rada. Ovo također vrijedi za ventilatore i pumpe gdje se više energije može uštedjeti primjenom frekvencijskog pretvarača za upravljanje brzinom vrtnje nego uporabom najučinkovitijeg motora.

2 x 2 = 4? Vrag je u detaljima

Za korisnika, učinkovitost pojedinih komponenti nije toliko odlučan element koliko je to učinkovitost cijelog sustava.

Kao praktični primjer može poslužiti verzija radijalnih ventilatora s EC motorima. Kako bi se postigla izuzetno kompaktna konstrukcija, motor ulazi u usisni dio impelerske turbine. Ovo umanjuje učinkovitost ventilatora, a time i cjelokupne ventilatorske jedinice. Evidentno je kako visoka učinkovitost motora ne rezultira visokim koeficijentom učinkovitosti cijelog sustava.

Što su EC motori?

U području grijanja, ventilacije i klimatizacije (GViK), pojam „EC motor“ najčešće se se tumači kao oznaka specifičnog tipa motora koji većina korisnika poistovjećuje s kompaktnom konstrukcijom i visokom učinkovitošću. Rad EC motora temelji se na ideji elektroničke komutacije (EC) za razliku od tradicionalnih komutatora s grafičkim četkicama (kolektorima) kakvi se koriste kod istosmjernih motora. Proizvođači tih motora zamjenjuju rotorski namot s trajnim magnetom i ugrađuju elektroničke komutatorske sklopove. Magneti bitno povećavaju učinkovitost, dok elektronička

komutacija eliminira mehaničko habanje grafitnih četkica. Kako je način rada baziran na načinu rada istosmjernog (DC) motora, EC motori se također nazivaju i „bezkolektorski DC motori“ (eng. BrushLess DC; BLDC).

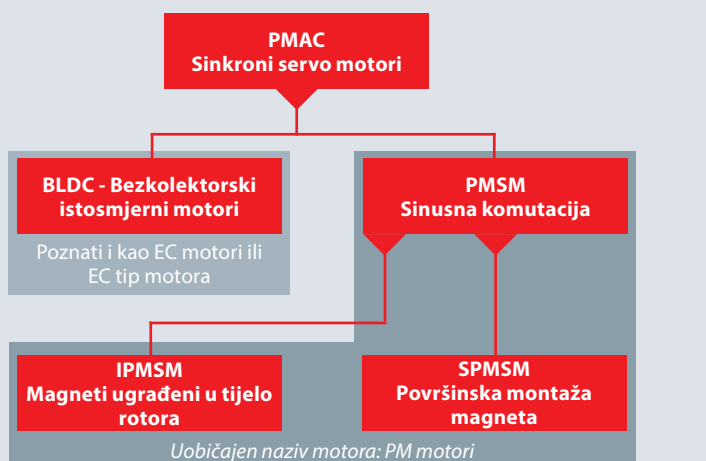
Ovi motori najčešće se koriste u područjima malih snaga od nekoliko stotina Watt-a. Motori ovog tipa u GViK primjeni konstrukcijski su u formi motora s vanjskim rotorom i u širem intervalu snaga, danas čak i do oko 6 kW.

Tehnologija

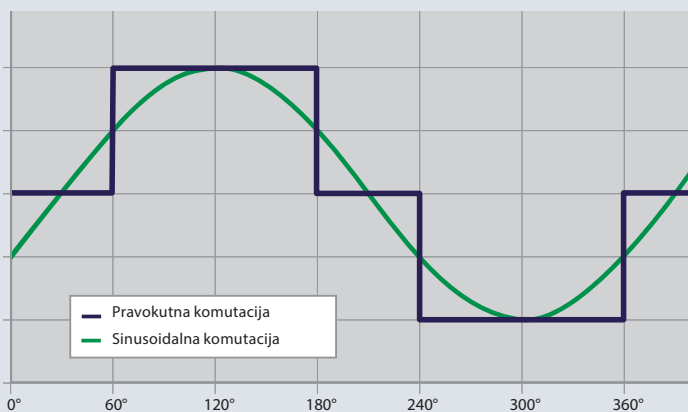
Zbog ugrađenih permanentnih magnetata, PM motorima nije potreban pobudni namot, ali potrebna im je elektronika koja generira obrtno polje. Rad ovih motora priključenjem direktno na mrežu u načelu nije moguć ili u najvećem broju slučajeva samo uz smanjenu učinkovitost. Kako bi upravljao motorom, upravljački uređaj (npr. frekvencijski pretvarač) u svakom trenutku mora imati podatak o položaju rotora. To se postiže na jedan od dva načina, sa ili bez senzora, odnosno enkodera, koji daju povratnu informaciju o trenutnom položaju rotora.

Osnovna razlika kod PM motora je u valnom obliku povratne elektromotorne sile (eng. back Electro Motive Force). Kada radi kao generator, PM motor generira napon – povratnu elektromotornu silu (EMS). Kako bi se osiguralo optimalno upravljanje ovim tipom motora, valni oblik izlaznog napona pretvarača kojim se upravlja motorom mora biti što sličniji valnom obliku povratne EMS. U slučaju bezkolektorskog istosmjernog motora (BLDS motora), zbog trapeznog valnog oblika povratne EMS, proizvođači koriste komutaciju pravokutnim valnim oblikom napona.

Sinkroni servo motori s uzbuđom trajnim magnetima (eng. Permanently Excited Synchronous Motor - PMSM) rade na sinusoidalnom naponu (sinusoidalna komutacija), budući je valni oblik povratne EMS sinusoidalni. Daljnja razlika u motorima sa sinusoidalnom komutacijom je u načinu postavljanja stalnih magnetata; lijepljenjem na tijelo rotora (eng. SPMSM) ili ugradnjom u tijelo rotora (eng. IPMSM). Zbog ovih, rijetko korištenih skraćenica, pojam „PM motori“ se u praksi koristi za motore sa sinusoidalnom komutacijom.



PMAC = Motori za izmjeničnu struju s trajnim magnetima (Permanent Magnet AC);
BLDC = Bezkoletorski istosmjerni motori (Brushless DC);
PMSM = Sinkroni servo motori s trajnim magnetima (Permanent Magnet Synchronous Motor);
IPMSM = Sinkroni servo motori s trajnim magnetima ugrađenim u tijelo rotora (Interior PMSM (embedded magnets));
SPMSM = Sinkroni servo motori s trajnim magnetima montiranim na površini rotora (Surface PMSM (magnets mounted on rotor))



PM motori – zamjena za EC?

Svaki tip motora s uzбудom trajnim magnetima ima tehnološke prednosti i mane.

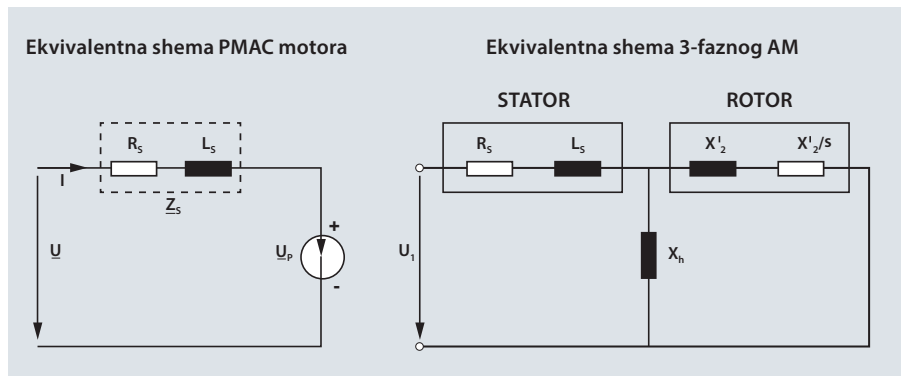
Primjena PM motora sa sinusoidalnom komutacijom s konstrukcijskog je stanovišta jednostavnija, ali zahtijeva složeniju upravljačku elektroniku. S druge strane, proizvodnja EC motora je složenija, ali je upravljačka elektronika jednostavnija.

Međutim, uslijed pravokutne komutacija, kolebanje okretnog momenta veće je kod EC motora, a isto vrijedi i za gubitke u željezu. Dodatno, struja EC motora je 1.22 puta veća od struje PM motora budući je raspodijeljena između dvije, umjesto tri faze.

Učinkovitost

Upotreba trajnih magneta na rotoru praktično uklanja gubitke rotora motora, što povećava učinkovitost.

Veća učinkovitost EC motora u odnosu na često korištene kavezne i monofazne asinkrone motore posebno dolazi do izražaja u području snaga od nekoliko stotina Watt-a. U tom području snaga EC motori imaju izrazito visoku učinkovitost. Trofazni asinkroni motori obično se koriste u područjima većih snaga, iznad 750W. U usporedbi s tim motorima, prednosti EC motora su značajno manje, a povećanjem snaga se i dalje smanjuju. Elektromotorni pogoni (elektronika i motor) s EC i PM motorima sličnih konfiguracija (napajanje, EMC filter, itd.) sličnih su iznosa učinkovitosti.



TAM = Trofazni asinkroni motor

Usporedba pojednostavljenih ekvivalentnih shema pokazuje kako PM/EC motori nemaju gubitaka u rotoru. Zbog toga im je energetska učinkovitost veća nego trofaznih asinkronih motora.

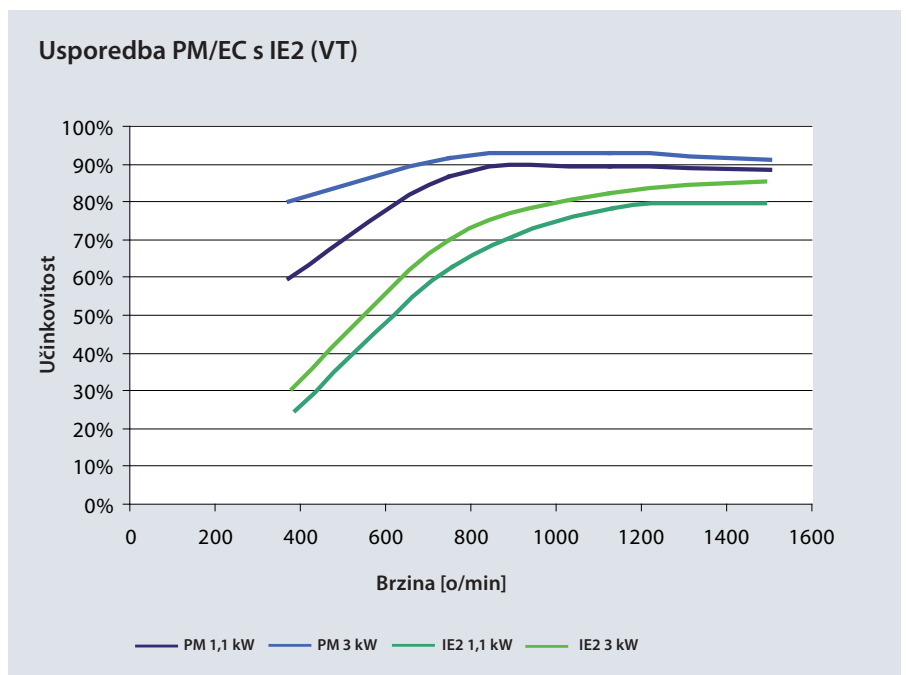


Diagram pokazuje mjerene vrijednosti iz jedne nezavisne sveučilišne studije.

Gubici u potrebnoj upravljačkoj elektronici uključeni su u prikazanim vrijednostima.

PM motori dimenzija sukladnih IEC normi

Trofazni asinkroni motori standardiziranih dimenzija ugradnje i kućišta, sukladno normi IEC EN 50487 ili IEC 72, danas se koriste u mnogim primjenama. U isto vrijeme, većina PM motora drugačije je konstrukcije. Tipičan primjer su servo motori koji su svojim kompaktnim kućištima i izduženim rotorima prilagođeni procesima visoke dinamike.

Danas na tržištu postoje PM motori sa standardiziranim dimenzijama sukladnim IEC normi. To u postojećim sustavima omogućava zamjenu starijih modela trofaznih asinkronih motora modernijim i učinkovitijim motorima.

Praktično, danas postoje dva tipa PM motora dimenzija sukladnih IEC normi.

1. Iste dimenzije kućišta

PM/EC i trofazni AM imaju kućišta istih dimenzija.

Example:

Primjer: Trofazni asinkroni motor snage 3kW može se zamijeniti EC/PM motorom istih dimenzija.

2. Optimizirana dimenzija kućišta

Trofazni asinkroni i PM/EC motor su istih snaga. Kako su sinkroni servo motori obično manjih dimenzija u odnosu na trofazne asinkrone motore, koristi se manje kućište, dimenzija sukladnih IEC normi.

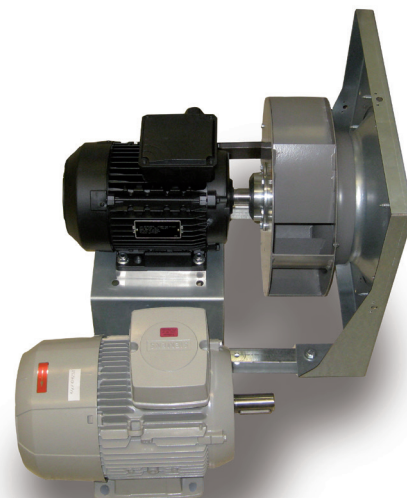
Example:

Primjer : Trofazni asinkroni motor snage 3kW može se zamijeniti EC/PM motorom čije kućište ima dimenzije kućišta asinkronog motora snage 1,5kW.

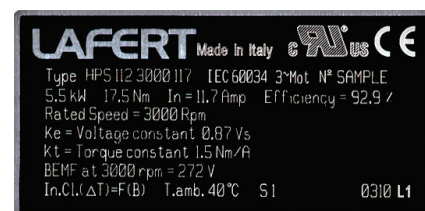
EC+: nova tehnologija u poznatom okruženju

Danfoss svojim EC+ konceptom želi ispuniti mnoge zahtjeve korisnika. Omogućio je upotrebu PM motora uz standardne Danfoss-ove frekvencijske pretvarače. Korisnici mogu slobodno birati traženi motor proizvođača kojeg sami odaberu. Time dobivaju učinkovitost EC tehnologije uz relativno nisku cijenu, a istovremeno zadržavaju mogućnost eventualno potrebne optimizacije cijelog sustava.

Kombinacija najboljih pojedinačnih komponenti u sustavu također pruža mnoge prednosti. Upotrebom standardnih komponenti korisnici nisu ovisni o pojedinom proizvođaču, a osigurana je i dobavlјivost rezervnih dijelova u dugotrajnom periodu. Kasnije promjene i proširenja ne zahtijevaju nikakve prilagodbe. Procedura puštanja u pogon slična je onoj za trofazne asinkrone motore. Jedino su parametri motora nešto drugačiji. Dodatna obuka tehničkog osoblja nije potrebna.



Usporedbe parametara standardnog trofaznog asinkronog motora (ispod) i PM motora optimiziranog kućišta (gore)



Tehničke podatke motora potrebno je unijeti u odgovarajuće parametre frekvencijskog pretvarača. Potrebni podaci se nalaze na natpisnoj pločici ili u tehničkoj dokumentaciji motora.

Štednja energije: ključna za našu budućnost ili samo marketinški trik?

Postoji više stvari s kojima se korisnici susreću češće nego samim pitanjem uštede energije. Svaki novi uređaj, instalacija ili tehničko rješenje energetski je učinkovitiji i ekološki prihvatljiviji od prethodnoga. Međutim, to ujedno znači kako ne postoji konačno rješenje za štednju energije.

Visoka razina svijesti potiče racionalan odnos prema dragocjenoj energiji

Dugo vremena energija je bila vrlo jeftina, pa mnoge tvrtke i individualni korisnici nisu imali ekonomskih razloga za štednju energije. Stav prema energiji promijenio se je onog trenutka kada je cijena energenata naglo porasla i time energiju pretvorila u skupu robu.

Termostatski radijatorski ventili, danas dio standardne opreme u zgradama, dobar su primjer promjene stava prema trošenju energije. Kada ih je Danfoss pedesetih godina prošlog stoljeća prvi predstavio, nisu izazvali veliki interes. Potražnja za termostatskim ventilima porasla je tek početkom energetske krize sedamdesetih godina prošlog stoljeća.

Današnja potražnja povećana je zbog cijena energije, ali i visoke razine svijesti o potrebi očuvanja okoliša, kao i zbog političkih mjera. Uvođenje obveznih minimalnih koeficijenata učinkovitosti, između ostalog i za elektromotorne pogone, ima za cilj povećanje energetske učinkovitosti svih tehničkih uređaja.

Ima li jednostavnih rješenja?

U mnogim se područjima neke uštede ostvaruju relativno jednostavno; za druge je ipak potrebno više napora i specijalističkog znanja. Primjer su štedljive sijalice. Utrošak energije smanjuje se jednostavnom zamjenom sijalice sa žarnom niti štedljivim sijalicama.

Međutim, činjenica kako su cijene različitih tipova štedljivih sijalica različite ukazuje na to kako svi proizvodi nisu isti. Smetnje na mreži, spektar boja sijalica, dozvoljena prelazna pojava pri uključenju, problem s odlaganjem otpada su samo neke od negativnih popratnih pojava koje su otkrivene kasnije.

Primjene i sustavi su važni

S ekonomskog ili stanovišta zaštite okoliša upitan je učinak ako postavite štedljivu sijalicu u prostor u kojem tek povremeno trebate rasvjetu (podrum, npr.). Iako je opća preporuka povećavati učinkovitost pojedinih komponenti sustava, ovo ne mora imati učinka na cijeli sustav. Danfoss opisuje niz važnih aspekata uštede energije elektromotornih pogona u publikaciji "Smart Savings in Automated Systems" (Učinkovita štednja u automatiziranim sustavima) koja je primjenjiva u širokom spektru elektromotornih pogona, uključujući i najvažnije primjene u zgradama.



O čemu korisnici trebaju voditi računa pri regulaciji brzine vrtnje ventilatora i pumpi? Ovi, kao i drugi aspekti štednje energije u elektromotornim pogonima opisani su u brošuri "Smart Savings in Automated Systems"

1.5 milijuna

frekvencijskih pretvarača serije VLT® HVAC Drives ugrađenih širom svijeta - ostvaruju uštedu energije veću nego što je godišnja potrošnja energije 60 milijuna kućanstava

Što je sve VLT®

Danfoss VLT Drives je vodeći svjetski proizvođač frekvencijskih pretvarača – i dalje povećava svoj udio na tržištu

Odgovoran prema okolišu

Pri projektiranju i proizvodnji VLT® uređaja velika pozornost posvećuje se zaštiti ljudi i životne sredine.

Pri planiranju i provedbi svih aktivnosti vodi se računa o zaposlenicima, radnoj sredini i utjecaju na okoliš. Proizvodnja se obavlja uz minimalnu buku, dim ili druga zagađenja, a unaprijed je riješeno i ekološko zbrinjavanje otpada.

Globalni utjecaj UN-a

Danfoss je potpisnik UN-ovog dogovora o globalnoj socijalnoj i ekološkoj odgovornosti – sve naše kompanije se prema lokalnim zajednicama odnose se potpunom odgovornošću.

EU smjernice

Sve tvornice imaju ISO 14001 certifikat. Svi proizvodi su u skladu sa Smjernicama EU o općoj sigurnosti proizvoda i Smjernicama o strojevima Europske Unije. Danfossovi VLT® frekvencijski pretvarači u svim serijama proizvoda sukladni su sa Smjernicama Europske Unije o opasnim materijalima u elektrici i električnoj opremi (RoHS – ograničavanje opasnih materijala). Sve nove proizvodne serije projektirane su u skladu s Direktivom Europske komisije o otpadu električne i elektronske opreme (WEEE).

Utjecaj na očuvanje energije

Godišnja ušteda energije godišnje proizvodnje VLT® frekvencijskih pretvarača ekvivalentna je godišnjoj proizvodnji jedne velike elektrane. Bolji nadzor procesa u isto vrijeme poboljšava kvalitetu proizvoda, smanjuje otpad i habanje opreme.

Usmjereni na frekvencijske pretvarače

Usmjerenost je ključna riječ od 1968. godine kada je Danfoss predstavio prvi u svijetu masovno proizveden frekvencijski pretvarač za AC motore i nazvao ga VLT®.

Dvije i pol tisuće zaposlenika razvijaju, proizvode, prodaju i održavaju pretvarače i elektroničke uređaje za usporeni zalet elektromotora u više od stotinu država i posvećeni su isključivo toj vrsti uređaja.

Inteligentni i inovativni

Razvojni tim Danfossovih frekvencijskih pretvarača u potpunosti je primijenio modularne principe u razvoju, projektiranju, proizvodnji i konfiguracijama.

Buduće značajke razvijaju se korištenjem namjenskih računalnih platformi. To omogućava istovremeni razvoj i proizvodnju, te smanjuje vrijeme do izlaska novog proizvoda na tržište, time osiguravajući da kupci uvijek uživaju u blagodati najnovijih rješenja.

Oslanjanje na stručnjake

Preuzimamo odgovornost za svaki element naših proizvoda. Činjenica da razvijamo vlastite ideje i proizvodimo vlastiti hardver, softver, module za napajanje, tiskane pločice i dodatnu opremu, naša je garancija pouzdanosti proizvoda.

Lokalna potpora – širom svijeta

VLT® frekvencijski pretvarači u upotrebi su širom svijeta a Danfossovi stručnjaci smješteni u više od stotinu država svijeta spremni su pružiti podršku korisnicima bez obzira gdje se korisnici nalazili.

Danfossovi VLT stručnjaci ne staju sve dok korisnikove potrebe vezane uz frekvencijske pretvarače nisu u potpunosti zadovoljene.

