

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Sistematska ušteda energije

EC+ je pametan izbor za elektromotorne pogone u HVAC aplikacijama

EC+

Optimalna efikasnost sistema postiže se kombinacijom standardnih motora i EC tehnologije visoke efikasnosti bazirane na motorima sa permanentnim magnetima (PM).



www.danfoss.rs/vlt

VLT[®]
THE REAL DRIVE

Povećana efikasnost kroz najpogodnije komponente

Danfoss EC+ program

omogućava da se PM motori sa IEC dimenzijama koriste sa Danfoss VLT® frekventnim pretvaračima. Danfoss je ugradio neophodne algoritme upravljanja u postojeće VLT® serije pretvarača. To znači da za korisnika ne postoje promene u načinu korišćenja pretvarača. Posle unošenja bitnih podataka o motoru, počinju da se koriste prednosti visoke energetske efikasnosti EC motora.

Prednosti EC+ programa:

- Slobodan odabir tipa motora: PM ili asinhroni sa istim frekventnim pretvaračem
- Instalacija i upravljanje pretvaračem ostaju nepromenjeni
- Izbor svih komponenti nezavisan od proizvođača
- Superiorna efikasnost sistema zahvaljujući kombinaciji najefikasnijih pojedinačnih komponenti.
- Moguća adaptacija postojećih sistema.
- Širok opseg nominalnih snaga za standardne i PM motore.



Ključni faktor za štednju energije u zgradama je promena brzine pogona kompresora, pumpi i ventilatora. Ovde su dva presudna faktora: visoka efikasnost radne mašine i motora, i upravljanje brzinom pogona na energetski efikasan način.

Pored sve šire primene asinhronih motora povećane efikasnosti, motori sa permanentnim magnetima na rotoru se koriste u sve većem broju aplikacija, zahvaljujući njihovoj visokoj energetskej efikasnosti. Motori ovog tipa se često nazivaju „EC motori“ u HVAC sektoru. Rad ovih motora bazira se na principu rada jednosmernog motora bez četkica (BLDC, brushless DC). Tipična primena ovih motora je u ventilatorima sa spoljašnjim rotorom sa malim protokom vazduha.

Danfoss je unapredio svoj provereni VVC+ algoritam upravljanja motorom, i optimizovao ga da se može koristiti sa sinhronim motorima sa pobudom od stalnih (permanentnih) magneta. Tako je korisnicima omogućeno da iskoriste prednosti visoke energetske efikasnosti EC tehnologije u svim oblastima. Sinhroni motori sa permanentnim magnetima, koji se često skraćeno nazivaju PM motori, imaju približno istu energetskej efikasnost kao EC motori. Sa druge strane, za razliku od EC motora, mehanička konstrukcija ovih motora je ista kao i konstrukcija IEC standardnih motora, tako da se mogu lako integrisati u nove, ali i u postojeće sisteme.

Na ovaj način, Danfoss je značajno pojednostavio puštanje u rad sistema sa PM motorima. Sada je procedura podjednako jednostavna kao i puštanje u rad standardnih asinhronih motora napajanih iz frekventnog pretvarača.

Prednosti za korisnika:

Rad sa poznatom opremom

Velikom broju korisnika dobro je poznat rad sa standardnim motorima koji se napajaju i upravljaju pomoću frekventnih pretvarača serije VLT® HVAC Drive. Podešavanje parametara pretvarača ostaje praktično isto. Korisnik treba samo da unese nominalne podatke PM motora. Upravljanje pogonom od strane centralnog sistema za upravljanje zgradom takođe ostaje nepromenjeno. Stoga je lako upravljati različitim tipovima motora u okviru istog sistema. Takođe je moguće zameniti standardni asinhroni motor, motorom sa permanentnim magnetima. Potrebna obuka korisnika za korišćenje PM motora je minimalna.

Slobodan izbor proizvođača opreme

Korisnici će imati korist od maksimalne fleksibilnosti koju im pruža mogućnost izbora različitih proizvođača obaveznih standardnih komponenti. Ukoliko, na primer, nastanu teškoće u nabavci rezervnih delova, ista komponenta se može nabaviti od drugog proizvođača.

Optimalna efikasnost sistema

Jedini način na koji se može postići optimalna efikasnost sistema je korišćenje najboljih pojedinačnih komponenti. Korisnicima koji žele uštedu značajnih količina energije, potrebno je više od energetski efikasnih pojedinačnih komponenti – potreban im je efikasan celokupni sistem.

Mali troškovi održavanja

Česta mana integrisanih sistema je da se pojedinačne komponente ne mogu zameniti. Komponente koje se habaju, kao što su ležajevi motora, ne mogu se uvek zameniti bez zamene celog motora, što može biti skupo. Kao suprotnost tome, EC+ program je baziran na standardnim komponentama, koje korisnik može pojedinačno menjati i kombinovati. Na taj način se troškovi održavanja svode na minimum.

Vaš račun za struju: Da li plaćate za komponente ili za ceo sistem?

Poboljšanje efikasnosti je jednostavan način za smanjenje potrošnje energije. Shodno tome, Evropska unija je uvela standarde minimalne energetske efikasnosti koje određeni uređaji moraju ispunjavati. Najbolji primer u oblasti elektromotornih pogona je uvođenje Standardnih Minimalnih Performansi Efikasnosti (engl. Minimum Efficiency Performance Standards, MEPS) za trofazne asinhronne motore. Motori koji se koriste na prostoru Evropske unije moraće da ispune minimalne zahtevane vrednosti energetske efikasnosti, prema definisanim datumima primene.

Datum primene	Opseg snage	MEPS	Alternativno
Od 16. juna 2011.	0,75–375 kW	IE2	–
Od 1. januara 2015.	0,75–7,5 kW	IE2	–
	7,5–375 kW	IE3	IE2 + frekventni pretvarač
Od 1. januara 2017.	0,75–375 kW	IE3	IE2 + frekventni pretvarač

Nijedan novi trofazni motor neće moći biti isporučen na prostor Evropske unije nakon navedenih datuma, ukoliko nema odgovarajuću oznaku IE klasifikacije.

Korisnici sistema, međutim, moraju uvek razmatrati sistem u celini, da bi obezbedili uštede energije. Kao jednostavan primer mogu se uzeti pogoni kojima je relativno vreme rada manje od 80%. Zahtevane minimalne performanse efikasnosti ne važe za ove pogone, jer česta pokretanja i zaustavljanja dovode do veće potrošnje energije, ukoliko su primenjeni IE2 motori, od ušteta koje se ostvaruju tokom rada. Isto važi i za aplikacije kao što su ventilatori i pumpe, gde se više energije može uštedeti primenom frekventnog pretvarača za podešavanje brzine nego što bi se dobilo korišćenjem čak i najefikasnijeg motora.

$$\eta_{\text{sistema}} = \eta_{\text{pretvarača}} \times \eta_{\text{motora}} \times \eta_{\text{spojnice}} \times \eta_{\text{ventilatora}}$$

Efikasnost sistema se računa prema VDI DIN 6014 kao proizvod efikasnosti pojedinih komponenti.

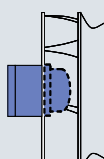
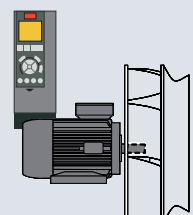
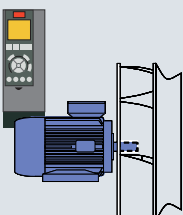
2 x 2 = 4?

Razlika je u finesama

Odlučujući faktor za korisnike nisu efikasnosti pojedinih komponenti, već efikasnost sistema kao celine.

Kao primer iz prakse može poslužiti verzija radialnih ventilatora sa EC motorima sa spoljnim rotorom. Da bi postigli izuzetno kompaktnu konstrukciju, motor zauzima deo usisnog prostora ventilatora. Ovo umanjuje efikasnost ventilatora, a time i celokupne ventilatorske jedinice. Kao rezultat, visoka efikasnost motora ne dovodi do povećanja efikasnosti sistema.

Primer izračunavanja efikasnosti za elektromotorni pogon radialnog ventilatora 450mm

		
EC motor + integrirana elektronika + ventilator	Asinhroni motor + frekventni pretvarač + direktno spojen ventilator	PM/EC motor + frekventni pretvarač + direktno spojen ventilator
$\eta_{\text{pogona}} = 89\%$	$\eta_{\text{pogona}} = 83\%$	$\eta_{\text{pogona}} = 89\%$
$\eta_{\text{ventilatora}} = 68\%$	$\eta_{\text{ventilatora}} = 75\%$	$\eta_{\text{ventilatora}} = 75\%$
$\eta_{\text{sistema}} = 60\%$	$\eta_{\text{sistema}} = 63\%$	$\eta_{\text{sistema}} = 66\%$

Navedene vrednosti za efikasnost pogona (η frekventnog pretvarača x η motora) su određene merenjima, dok je efikasnost ventilatora preuzeta iz kataloga proizvođača. Zahvaljujući direktnom spajanju ventilatora η spojnice = 1.

Šta su EC motori?

U oblasti klimatizacije, grejanja i hlađenja (HVAC) termin „EC motor“ se najčešće koristi za „specifičan tip motora“, što većina korisnika povezuje sa kompaktnom konstrukcijom i visokom energetsom efikasnošću. EC motori se baziraju na korišćenju elektronske komutacije (engl. electronic commutation, EC) umesto konvencionalnih komutatora sa grafitnim četkicama kakvi su se koristili kod jednosmernih motora. Proizvođači ovog tipa motora zamenjuju rotorski namotaj sa permanentnim magnetima i ugrađuju elektronska komutaciona kola. Magneti podižu efikasnost, dok elektronski komutator eliminiše mehaničko habanje grafitnih četkica.

Pošto je princip rada zasnovan na principu rada jednosmernog motora, EC motori se nazivaju i jednosmerni motori bez četkica (engl. BrushLess DC, BLDC)

Upotreba ovih motora je najčešća u području malih snaga, do nekoliko stotina vati. U HVAC aplikacijama, ovi motori su najčešće sa spoljnim rotorom i pokrivaju širok opseg snage, danas čak i do oko 6kW.

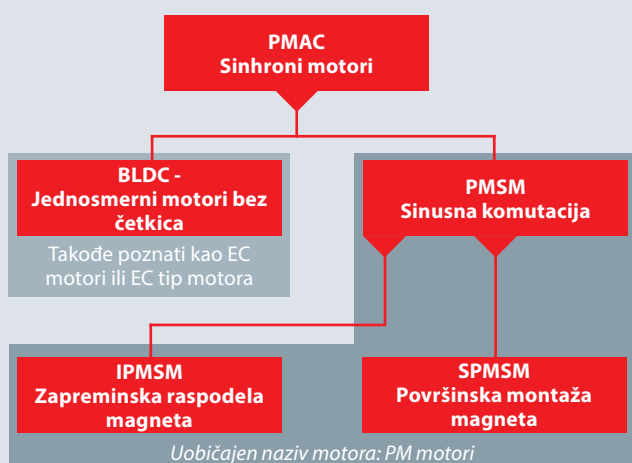
Tehnologija

Zahvaljujući ugrađenim permanentnim magnetima, PM motorima nije potreban poseban pobudni namotaj. Međutim, potrebna im je elektronika koja proizvodi obrtno polje (elektronski komutator). Rad ovih motora direktno priključenih na mrežu u principu nije moguć, a ukoliko je moguć, motori imaju nisku efikasnost.

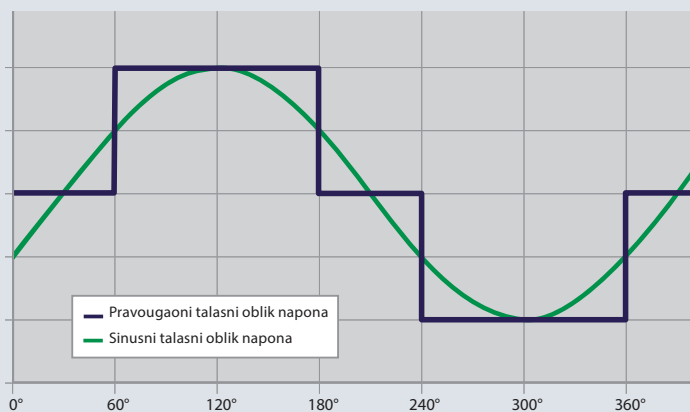
Da bi upravljao motorom, kontroler (na pr. frekventni pretvarač) mora u svakom trenutku da raspolaže informacijom o trenutnom položaju rotora. Upravljanje se može realizovati na dva načina, sa ili bez povratne veze po trenutnoj poziciji rotora, dobijene pomoću senzora ili enkodera.

Osnovna razlika između različitih tipova motora sa permanentnim magnetima je u talasnom obliku kontra elektromotorne sile (EMS). Kada radi kao generator, na krajevima namotaja motora sa permanentnim magnetima indukuje se napon, koji se naziva EMS. Da bi se obezbedilo optimalno upravljanje PM motorom, pretvarač koji upravlja motorom mora da prilagodi talasni oblik izlaznog napona pretvarača što približnije talasnom obliku kontra EMS. U slučaju jednosmernih motora bez četkica (BLDC), proizvođači koriste pravougaoni talasni oblik napona prilagođen trapeznom talasnom obliku kontra EMS.

Sinhroni motori sa permanentnim magnetima (PMSM) imaju sinusni talasni oblik kontra EMS, tako da rade sa sinusnim talasnim oblikom napona. Detaljnija podela motora sa sinusnim talasnim oblikom EMS i napona vrši se na bazi načina montaže permanentnih magnetata. Ukoliko su magneti montirani (zalepljeni) po površini rotora, skraćena oznaka tih motora je SPMSM, a ukoliko su magneti raspoređeni po zapremini rotora, oznaka motora je IPMSM. Zbog ovih donekle nerazumljivih skraćenih oznaka, često se termin „PM motori“ koristi za sve motore sa sinusnim talasnim oblikom kontra EMS.



PMAC = Motori za naizmjeničnu struju sa permanentnim magnetima (Permanent Magnet AC);
BLDC = Jednosmerni motori bez četkica (Brushless DC);
PMSM = Sinhroni motori sa permanentnim magnetima (Permanent Magnet Synchronous Motor);
IPMSM = Sinhroni motori sa permanentnim magnetima montiranim po zapremini rotora (Interior PMSM (embedded magnets));
SPMSM = Sinhroni motori sa permanentnim magnetima montiranim po površini rotora (Surface PMSM (magnets mounted on rotor))



PM motori – alternativa za EC motore?

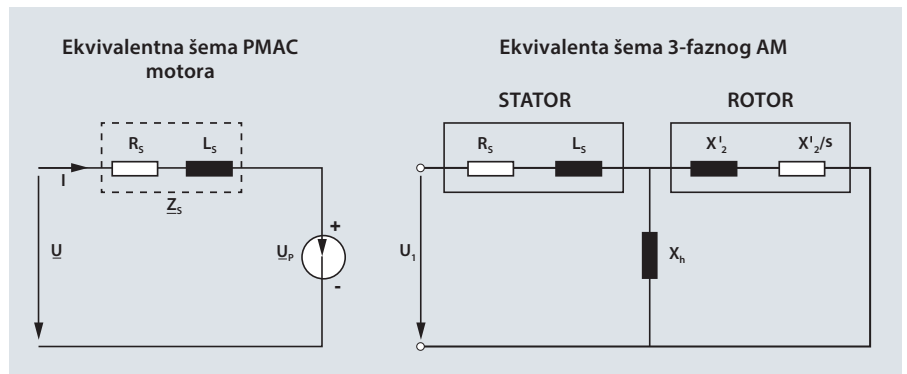
Kao i u drugim oblastima, svaki tip motora sa permanentnim magnetima ima svoje karakteristične prednosti i mane. PM motori sa sinusnim talasnim oblikom se lakše mogu proizvesti (konstrukcija je jednostavnija) ali im je potrebna složenija upravljačka elektronika. Suprotno važi za EC motore: Konstrukcija motora sa pravougaonim talasnim oblikom kontra EMS je složenija, ali je struktura upravljačke elektronike jednostavnija.

Međutim, neželjene pulsacije momenta motora su veće kod EC motora, usled pravougaonog talasnog oblika napona, a i gubici u gvožđu su veći. Dodatno, struja je 1,22 puta veća od struje PM motora, jer se koriste samo dve faze, umesto tri.

Energetska efikasnost

Korišćenje permanentnih magneta na rotoru praktično eliminiše gubitke u rotoru motora. Zbog toga se dobija veća energetska efikasnost.

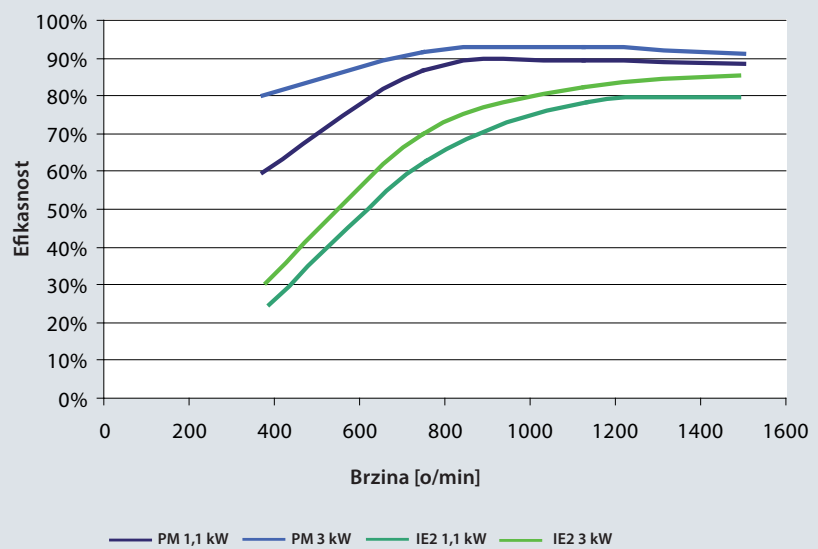
Bolja energetska efikasnost EC motora u odnosu na često korišćene motore sa zasenčenim polom i monofazne asinhronne motore posebno je značajna kod malih motora, u opsegu snage do nekoliko stotina vati. U opsegu malih snaga, EC motori imaju veoma visoku energetska efikasnost. Trofazni asinhronni motori se najčešće koriste u opsegu snage preko 750W. U poređenju sa trofaznim motorima, energetska efikasnost EC motora nije značajno veća, a razlika se smanjuje sa povećanjem snage motora. Elektromotorni pogoni sa EC ili PM motorima (pretvarač plus motor), ukoliko su slične konfiguracije (napajanje, EMC filter i dr.) imaju slične vrednosti energetske efikasnosti.



AM – Asinhronni motor

Upoređenjem uprošćenih ekvivalentnih šema vidi se da PM i EC motori nemaju rotorske gubitke, zbog čega imaju bolju energetska efikasnost u poređenju sa trofaznim asinhronnim motorima.

Poređenje PM/EC sa IE2



Dijagram pokazuje vrednosti merene u nezavisnoj studiji jednog univerziteta.

Gubici u energetskim pretvaračima su uračunati u prikazane vrednosti efikasnosti.

PM motori sa standardnim IEC dimenzijama

Trofazni asinhroni motori sa standardnim ugradnim merama i veličinama kućišta, navedenim u standardima IEC EN 50487 ili IEC 72 se danas koriste u velikom broju aplikacija. Međutim, većina PM motora je projektovana na drugi način. Servo motori su tipičan primer. Koriste se kompaktna kućišta i izduženi rotori da bi se postigle bolje dinamičke performanse u regulaciji brzine i pozicije.

Da bi se omogućilo korišćenje motora sa stalnim magnetima u postojećim sistemima, na tržištu se sada mogu naći PM motori sa standardnim ugradnim merama prema IEC standardu. Sada je moguće zameniti stari model standardnog trofaznog asinhronog motora u postojećem sistemu, novim, efikasnijim tipom motora.

Trenutno postoje dve mogućnosti ugradnje PM motora sa standardizovanim dimenzijama prema IEC-u.

I mogućnost:

Ista veličina kućišta

PM/EC i trofazni AM imaju istu veličinu kućišta.

Primer:

Trofazni AM snage 3kW može se zameniti EC/PM motorom iste veličine kućišta.

II mogućnost:

Optimizovana veličina kućišta

PM/EC motor i trofazni motor imaju istu nominalnu snagu. Pošto su PMSM motori po pravilu sa manjim dimenzijama kućišta u odnosu na trofazne asinhronne motore, koristi se motor sa manjom standardnom veličinom kućišta.

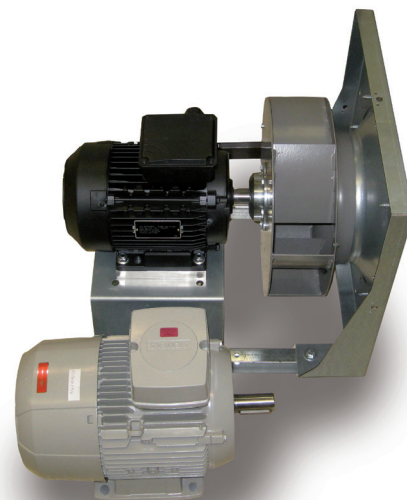
Primer:

Trofazni AM snage 3kW može se zameniti EC/PM motorom čija veličina kućišta odgovara trofaznom asinhronom motoru snage 1,5kW.

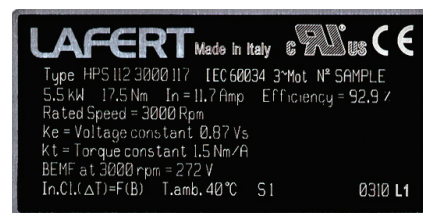
EC+: nova tehnologija u poznatom okruženju

Danfossov EC+ program je zamišljen tako da ispuni veliki broj zahteva korisnika. Programom je omogućeno je da se PM motori koriste sa Danfosovim standardnim frekventnim pretvaračima. Korisnicima je omogućen slobodan izbor motora, od proizvođača kojeg takođe slobodno biraju. Na taj način postignuto je da korisnici postignu efikasnost EC tehnologije, sa relativno niskom cenom, uz zadržavanje mogućnosti optimizacije celokupnog sistema prema sopstvenim potrebama.

Kombinovanje najboljih pojedinačnih komponenti u istom sistemu pruža veliki broj prednosti. Korišćenje standardnih komponenti oslobađa korisnike zavisnosti od proizvođača opreme i obezbeđuje mogućnost nabavke rezervnih delova u dužem vremenskom periodu u budućnosti. Nikakva adaptacija ugradnih mera neće biti potrebna pri kasnijim promenama ili proširenjima. Procedura puštanja u rad je slična sa procedurom puštanja u rad trofaznog asinhronog motora. Jedina, mala razlika postoji u parametrima motora. To znači da neće biti potrebe za dodatnom obukom osoblja za puštanje u rad ili servisera.



Upoređenje veličine standardnog trofaznog asinhronog motora (donji motor) i PM motora sa optimizovanim kućištem (gornji motor)



Parametri frekventnog pretvarača su uneti na osnovu podataka sa pločice motora i na osnovu tehničke dokumentacije motora.

Ušteda energije: pitanje od životne važnosti ili samo marketinški trik?

Dva zaključka se mogu izvesti kada se razmatra ušteda energije. Svaki novi uređaj ili novo rešenje štede više energije i bolji su prema životnoj sredini nego prethodni. Takođe, iz ovoga se može zaključiti da ne postoji jedinstveno, konačno rešenje za koje će obezbediti maksimalnu uštedu energije.

Dobar odnos prema životnoj sredini promoviše racionalnu upotrebu energije

Dugi niz godina unazad, cena energije nije bila velika, tako da mnoga preduzeća i potrošači nisu imali ekonomskih razloga da štede energiju. Pristup korišćenju energije je počeo da se menja tek nakon što su cene energije naglo porasle, zbog čega je energija postala skupa roba.

Termostatski radijatorski ventili koji su danas standardna oprema u zgradama, dobar su pokazatelj promene u pristupu trošenja energije. Kada je Danfoss prvi put predstavio ove ventile pedesetih godina prošlog veka, nisu izazvali veliko interesovanje. Tek kada je počela energetska kriza početkom sedamdesetih, sa rastućim cenama energije i potražnja za termostatskim ventilima je porasla.

Današnja potražnja je povećana zahvaljujući visokim cenama energije, ali i kao posledica svesti o potrebi zaštite životne sredine i nekim političkim merama. Uvođenje obaveznih minimalnih nivoa energetske efikasnosti, pored ostalog i za elektromotorne pogone, zamišljeno je kao mera koja će podići nivo energetske efikasnosti svih tehničkih uređaja.

Ima li jednostavnih rešenja?

Značajne uštede se mogu ostvariti sasvim jednostavno u mnogim oblastima. Ostvarivanje nekih ušteda zahteva veća ulaganja i specijalizovano znanje. Primer su štedljive sijalice. Zamenom sijalica sa užarenom niti štedljivim sijalicama, obično se ostvaruje smanjenje potrošnje energije. Sa druge strane, postoji više vrsta štedljivih sijalica, sa različitim cenama, što pokazuje da nisu svi proizvodi isti. Smetnje koje izazivaju na mreži, spektar boja svetla izvora, dozvoljeni proces uključenja i problemi sa bezbednim odlaganjem samo su neki od „neželjenih efekata“ koji se pokazuju tek kasnije.

Važno je razmotriti sistem ili aplikaciju u celini

Ukoliko postavite štedljivu sijalicu u prostoriju koja se ne koristi stalno, (na pr. podrum), nameće se pitanje da li je to isplativo sa ekonomske ili ekološke tačke gledišta. Iako važi generalno pravilo da treba povećati energetske efikasnosti pojedinačnih komponenti, to možda neće dati rezultat u pogledu celog sistema. Danfoss je prikazao analizu važnih pitanja o uštedi energije u elektromotornim pogonima u brošuri „Smart Savings in Automated Systems“. Analize se odnose na širok spektar aplikacija elektromotornih pogona, uključujući i najvažnije aplikacije u zgradama.



Šta treba uzeti u obzir pri regulaciji brzine ventilatora i pumpi? Ova i druge analize mogućnosti uštede energije u sistemima elektromotornih pogona nalaze se u brošuri „Smart Savings in Automated Systems“

1,5 milion

frekventnih pretvarača serije VLT®. HVAC Drives rade širom sveta – i ostvaruju uštedu energije veću nego što je potrošnja energije 60 miliona domaćinstava.

Šta je proslavilo oznaku VLT®

Preduzeće Danfoss Drives zauzima vodeće mesto u svetu među proizvođačima elektromotornih pogona – i nastavlja da povećava zastupljenost na tržištu.

Zaštita životne sredine

Proizvodi sa oznakom VLT® se proizvode u skladu sa zaštitom prirodne, ali i društvene životne sredine.

Sve aktivnosti se planiraju i izvršavaju uzimajući u obzir svakog zaposlenog pojedinca, radno okruženje i prirodnu životnu sredinu. Proizvodnja se vrši bez buke, dima ili drugog vida zagađenja, a bezbedno odlaganje proizvoda je garantovano.

UN Global Compact

Preduzeće Danfoss je potpisnik globalne socijalne i ekološke inicijative UN Global Compact; sve naše kompanije širom sveta preuzimaju odgovornost prema životnoj i radnoj sredini u zemljama u kojima se nalaze.

Ispunjava EU direktive

Sve fabrike imaju sertifikate u skladu sa ISO 14001 standardom i ispunjavaju direktive EU za Odbačenu električnu i elektronsku opremu (Waste Electrical and Electronic Equipment – WEEE), Direktivu opšte sigurnosti proizvoda (General Product Safety directive – GPSD) i Direktivu o opremi (Machinery Directive). Sve serije proizvoda preduzeća Danfoss Drives ne koriste olovo, i ispunjavaju RoHS direktivu (zabrana upotrebe opasnih materija).

Efekti upotrebe

Frekventni pretvarači sa oznakom VLT® proizvedeni u toku jedne godine, uštede energiju ekvivalentnu proizvodnji energije jedne nuklearne termoelektrane. Bolje upravljanje tehnološkim procesom u isto vreme poboljšava kvalitet proizvoda i smanjuje otpad, kao i habanje opreme.

Posvećeni elektromotornim pogonima

Posvećenost je ključna reč još od 1968. godine, kada je Danfoss prvi u svetu predstavio masovnu proizvodnju elektromotornog pogona sa promenljivom brzinom za motore naizmenične struje – i nazvao ga VLT®. Dve hiljade zaposlenih razvija, proizvodi, prodaje i servisira frekventne pretvarače i soft-startere u više od stotinu zemalja.

Inteligentan i inovatorski

Konstruktori u Danfoss Drives su u potpunosti usvojili principe modularnosti u razvoju, kao i u projektovanju, proizvodnji i konfigurisanju. Mogućnosti sutrašnjice se razvijaju paralelno na specijalizovanim tehnološkim platformama. Ovim se postiže da se svi elementi istovremeno razvijaju, što skraćuje vreme do pojave na tržištu i obezbeđuje da kupci uvek uživaju u prednostima najnovijih tehničkih dostignuća.

Podrška stručnjaka

Mi preuzimamo odgovornost za sve elemente u našim proizvodima. Činjenica da stalno razvijamo nove funkcionalne mogućnosti, kao i da sami razvijamo i proizvodimo hardver, softver, energetske module, štampane ploče i pribor vam je garancija neprevaziđene pouzdanosti naših proizvoda.

Lokalna podrška – globalno

Uređaji za upravljanje elektromotornim pogonima sa oznakom VLT® rade u aplikacijama širom sveta. Možete se osloniti na naše stručnjake prisutne u više od 100 zemalja, spremne da vas podrže, pruže savete u vezi primene ili servisne usluge. Stručnjaci iz Danfoss Drives će se zaustaviti samo kada je kupac u potpunosti zadovoljan radom elektromotornog pogona.

