

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Johdonmukaista energiansäästöä EC+ on fiksu trendi HVAC Drive -taajuusmuuttajatekniikassa

EC+

Optimaalista tehokkuutta vakiomootoritekniikan ja tehokkaiden EC-pohjaisten kestmagneettimootoreiden yhdistelmällä. Voit valita vapaasti mitä moottoria, taajuusmuuttajaa, puhallinta tai pumppua käytät ja siten valita tehokkaimmat komponentit kuhunkin järjestelmään.



www.danfoss.fi

VLT[®]
THE REAL DRIVE

Parempi hyötysuhde optimoiduilla komponenteilla

Danfoss EC+ -konseptin

ansiosta IEC-mitotettuja kesto- magneettimoottoreita (PM) voidaan käyttää Danfoss VLT® -taajuusmuuttajien kanssa. Danfoss on integroinut tarvittavat säätöalgoritmit nykyisiin VLT®-taajuusmuuttajiin. Se tarkoittaa, ettei käyttäjältä edellytetä mitään muutoksia. Moottoritietojen syöttämisen jälkeen käyttäjä voi nauttia EC-moottoritekniikan tasoisesta korkeasta hyötysuhteesta.

EC+-konseptin edut

- Moottoritekniologia vapaasti valittavissa: PM-moottori tai oikosulkumoottori samalla taajuusmuuttajalla
- Ei muutoksia laiteasennuksessa tai toiminnassa
- Kaikki komponentit ovat vapaasti valittavissa
- Ylivoimainen kokonaishyötysuhde yksittäisten komponenttien vapaan valinnan ansiosta
- Voidaan jälkiasentaa olemassa oleviin järjestelmiin
- Laaja tehoalue vakio- ja kestmagneettimoottoreille



Tärkeä energiaa säästävä tekijä on taajuusmuuttajien käyttö kompressoreissa, pumpuissa ja puhaltimissa. Tähän liittyy kaksi merkittävää tekijää: moottorin ja pyöritettävän laitteen korkea hyötysuhde sekä sovelluksen ohjauksen energiatehokkuus.

Hyvähyötysuhteisten oikosulkumoottoreiden käytön lisääntyessä myös kestmagneettimoottorit yleistyvät. Tämä johtuu niiden korkeasta hyötysuhteesta. Kiinteistötekniikkalalla (HVAC) käytettävät kestmagneettimoottorit ovat yleensä EC-moottoreita. Ne toimivat harjatoman tasavirtamoottorin (BLDC) periaatteella. Niitä käytetään yleensä matala läpivirtaus ulkoroottoripuhaltimissa, joissa ilmankierto on pieni.

Mahdollistaakseen korkeahyötysuhteisen moottoritekniikan käyttäjille, Danfoss on kehittänyt tutkittua ja testattua VVC+ -algoritmiaan lisää ja optimoinut sitä kestmagneettimoottorikäytössä. Näitä moottoreita kutsutaan usein myös PM-moottoreiksi, ja ne ovat yhtä energiatehokkaita kuin EC-moottorit. Toisin kuin EC-moottoreita, niitä on saatavana samalla mekaanisella rakenteella kuin IEC-vakiomoottoreita, jolloin ne voidaan integroida helposti sekä uusiin että olemassa oleviin järjestelmiin.

Näin Danfoss yksinkertaistaa merkittävästi PM-moottoreiden käyttöönottoa. Se on yhtä helppoa kuin tavallisen oikosulkumoottorin ohjaus taajuusmuuttajalla.

Edut käyttäjille:

Tuttua tekniikkaa

Monet käyttäjät tuntevat VLT® HVAC taajuusmuuttajien käytön oikosulkumoottorisovelluksissa. Parametointi on yhtä helppoa kuin ennen, käyttäjä tulee syöttää vain PM-moottorin tiedot. Tämä ei myöskään vaadi muutoksia rakennusautomaatiojärjestelmään. Niinpä eri moottorikonseptien ohjaus samassa järjestelmässä on erittäin helppoa. Tavallisen oikosulkumoottorin vaihtaminen PM-moottoriin on myös mahdollista. Uudesta PM-moottoritekniikasta aiheutuva koulutustarve on erittäin vähäinen.

Vapaus valita valmistaja

Järjestelmä on erittäin joustava, sillä eri valmistajien vakiokomponentit voi valita vapaasti. Mikäli komponenttien saannissa ilmenee ongelmia, voidaan vastaavia hankkia toiselta valmistajalta.

Optimaalinen kokonaishyötysuhde

Järjestelmän paras mahdollinen kokonaishyötysuhde voidaan saavuttaa vain käyttämällä parhaita mahdollisia erilliskomponentteja. Kun järjestelmä koostuu parhaista komponenteista, voidaan saavuttaa merkittäviä energiansäästöjä.

Edullinen ylläpito

Integroitujen järjestelmien haittapuolena on usein se, ettei yksittäisiä komponentteja voi vaihtaa. Kuluvat osat kuten moottorin laakerit eivät aina ole vaihdettavissa erikseen. Se saattaa tulla kalliiksi. Sen sijaan EC+-konsepti perustuu vakiokomponentteihin, jotka käyttäjä voi vaihtaa. Näin huoltokustannukset voidaan minimoida.

Tutki sähkölaskua: maksatko komponenteista vai koko järjestelmästä?

Hyötysuhteen parantaminen on helppo tapa pienentää sähkölaskua. Euroopan unioni onkin ottanut käyttöön minimihyötysuhdestandardin tietyille teknisille laitteille. Paras esimerkki taajuusmuuttajien kohdalla on minimitehokkuusstandardien (MEPS) käyttöönotto kolmivaiheisissa oikosulkumoottoreissa. Euroopan unionin alueella myytävien moottoreiden on vastattava määriteltyjä hyötysuhdetasoja tiettyyn päivämäärään mennessä.

Aikataulu	Teho	MEPS	Vaihtoehtoinen MEPS
16.6.2011 alkaen	0,75–375 kW	IE2	–
1.1.2015 alkaen	0,75–7,5 kW	IE2	–
	7,5–375 kW	IE3	IE2 + taajuusmuuttaja
1.1.2017 alkaen	0,75–375 kW	IE3	IE2 + taajuusmuuttaja

Uusien kolmivaiheisten oikosulkumoottoreiden markkinointi on kielletty EU:n alueella tiettyjen päivämäärien jälkeen ilman asianmukaista IE-luokitusta.

$$\eta_{\text{järjestelmä}} = \eta_{\text{taajuusmuuttaja}} \times \eta_{\text{moottori}} \times \eta_{\text{välitys}} \times \eta_{\text{puhallin}}$$

Järjestelmän kokonaishyötysuhde lasketaan VDI DIN 6014 :n mukaan kertomalla yksittäisten komponenttien hyötysuhteet keskenään.

Esimerkki taajuusmuuttajakäytön hyötysuhteen laskemisesta 450 mm:n radiaalipuhaltimella

EC-moottori + integroitu elektronikka + puhallin	Oikosulkumoottori + VSD + suoravetoinen puhallin	PM/EC-moottori + VSD + suoravetoinen puhallin
$\eta_{\text{Drive}} = 89\%$	$\eta_{\text{Drive}} = 83\%$	$\eta_{\text{Drive}} = 89\%$
$\eta_{\text{Fan}} = 68\%$	$\eta_{\text{Fan}} = 75\%$	$\eta_{\text{Fan}} = 75\%$
$\eta_{\text{System}} = 60\%$	$\eta_{\text{System}} = 63\%$	$\eta_{\text{System}} = 66\%$

Ilmoitetut taajuusmuuttajan hyötysuhteet (taajuusmuuttaja x moottori) perustuvat mittauksiin, mutta puhallin tehot on poimittu valmistajan esitteistä. Suoravetoinen puhaltimen ansiosta $\eta_{\text{käytettä}} = 100\%$

Käyttäjän on kuitenkin aina otettava huomioon koko järjestelmä, jotta tehokas energiansäästö on mahdollista. Näiden vaatimusten ulkopuolelle jäävät esimerkiksi moottorit, joiden kuormitusuhde on alle 80 %. Usein toistuvat käynnistykset ja pysäytykset tällä kuormituksella johtavat sähkönkulutuksen lisääntymiseen IE2-moottoreissa, mikä ylittää säästöt käytön aikana. Tämä koskee esimerkiksi puhaltimia ja pumppuja. Näissä sovelluksissa voidaan säästää sähköä käyttämällä taajuusmuuttajaa nopeudensäätöön. Säästö on suurempi kuin käyttämällä pelkästään mahdollisimman hyvähyötysuhteista moottoria.

2 x 2 = 4?

Pienet asiat ovat usein niitä vaikeimpia

Käyttäjän kannalta tärkeintä ei niinkään ole yksittäisten komponenttien hyötysuhde, vaan järjestelmän kokonaishyötysuhde.

Käytännön esimerkkinä ovat ulkoroottorimoottoreilla varustettujen radiaalipuhaltimien EC-versiot. Kompaktin rakenteen saavuttamiseksi EC-moottori peittää osan juoksupyörän ilmanotto-osasta. Tämä heikentää puhaltimen tehoa ja sitä kautta kokonaishyötysuhdetta. Tällöin moottorin hyvällä hyötysuhteella ei ole haluttua vaikutusta järjestelmän kokonaishyötysuhteeseen.

Mitä EC-moottorit ovat?

HVAC-markkinoilla EC-moottoreita pidetään tietyn tyyppisinä moottoreina, joissa yhdistyvät yksinkertainen rakenne ja korkea hyötysuhde. EC-moottoreiden toimintaperiaate perustuu elektroniseen kommutaatioon (EC) perinteisen tasavirtamoottorin hiiliharjan sijaan. EC-moottoreiden valmistajat ovat korvanneet roottorin käämit kestopagneeteilla ja kommutaatiovirtapiirillä. Kestomagneeteilla saavutetaan korkea hyötysuhde ja elektroninen kommutointi eliminoi hiiliharjojen mekaanisen kulumisen. Koska toimintaperiaate on muutoin sama kuin tasavirtamoottoreissa, EC-moottoreita

kutsutaan myös harjattomiksi tasavirtamoottoreiksi (BLDC).

Näitä moottoreita käytetään yleensä alhaisella, muutaman sadan watin tehoalueella. EC-moottorit ovat HVAC-sovelluksissa ulkoroottorimoottoreita ja niiden tehoalue ulottuu tällä hetkellä noin 6 kilowattiin asti.

Tekniikka

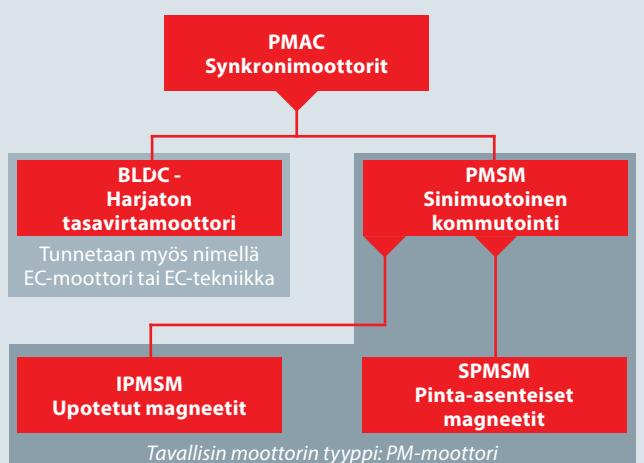
Roottoriin kiinnitettyjen kestopagneettien ansiosta kestopagneettimoottorit eivät tarvitse erillistä magnetointikäymistä. Ne kuitenkin tarvitsevat sähköisen säätimen, joka synnyttää pyörivän kentän. Käyttö

suoraan verkkoon kytkettynä ei yleisesti ottaen ole mahdollista ilman, että hyötysuhde laskee.

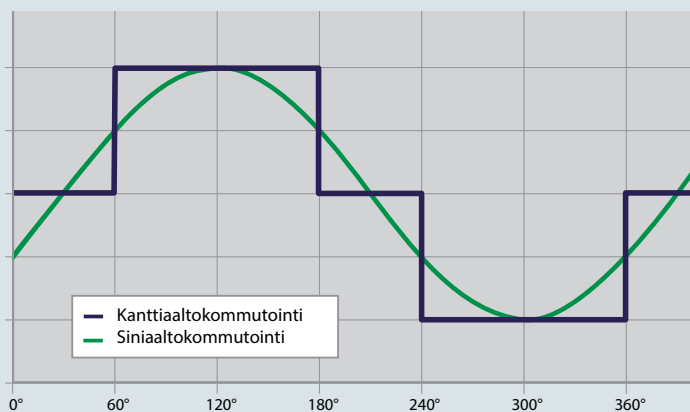
Moottorin pyörittämiseksi säätimen (esim. taajuusmuuttajan) on voitava jatkuvasti määrittää roottorin asento. Tähän voidaan käyttää mm. sensoria tai enkooderia.

Perusero kestopagneettimoottoreissa on vastasähkömotorisen voiman (Counter Electro Motive Force) aaltomuoto. Kestomagneettimoottorin toimiessa generaattorina se synnyttää jännitteen, joka tunnetaan vastasähkömotorisena voimana. Tämän tyyppisen moottorin optimaalisen toiminnan kannalta on tärkeää, että säädin ohjaa syöttöjännitteen ja vastasähkömotorisen voiman aallonmuodot mahdollisimman lähelle toisiaan. Harjattomien tasavirtamoottoreiden tapauksessa valmistajat käyttävät kanttiaaltokommutointia jännitteen puolisuunnikkaan muotoisen aallonmuodon vuoksi.

Kestomagneettisynkronimoottoreiden (PMSM) vastasähkömotorinen voima on siniaaltoja ja siksi niitä ohjataan sinimuotoisella jännitteellä (sinimuotoisten kommutointi). Sinimuotoista kommutointia käyttävissä moottoreissa on joko roottoriin liimatut magneetit (SPMSM) tai roottorin laminoiteihin integroidut magneetit (IPMSM). Moottorit, joiden kommutointi on sinimuotoista käytetään yleisemmin lyhennettä PM-moottori (permanent magnet).



PMAC = Permanent Magnet AC; BLDC = Brushless DC; PMSM = Permanent Magnet Synchronous Motor; IPMSM = Interior PMSM (embedded magnets); SPMSM = Surface PMSM (magnets mounted on rotor)



PM-moottorit, vaihtoehto EC:lle?

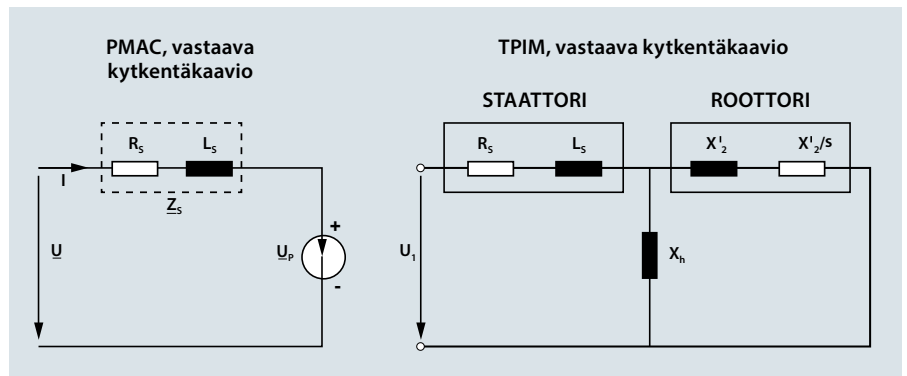
Kuten kaikissa teknologioissa, jokaisessa kestopagneettimoottorityypissä on omat etunsa ja haittansa. Sinimuotoisesti kommutoitvien PM-moottoreiden toteutus on helpompaa rakenteellisesti ajateltuna, mutta niiden ohjauspiirit ovat monimutkaisempia. EC-moottoreiden kohdalla asia on toisin päin: Kanttiaallon tuottaminen on vaikeampaa, mutta ohjauspiirin rakenne on yksinkertaisempi.

Akselimomentti on kuitenkin EC-tekniikassa huonompi kanttiaallon kommutoinnista ja sitä myötä korkeammista rautahäviöistä johtuen. Lisäksi virta on 1,22 kertaa suurempi kuin PM-moottoreissa, sillä se jakautuu kahdelle vaiheelle kolmen sijaan.

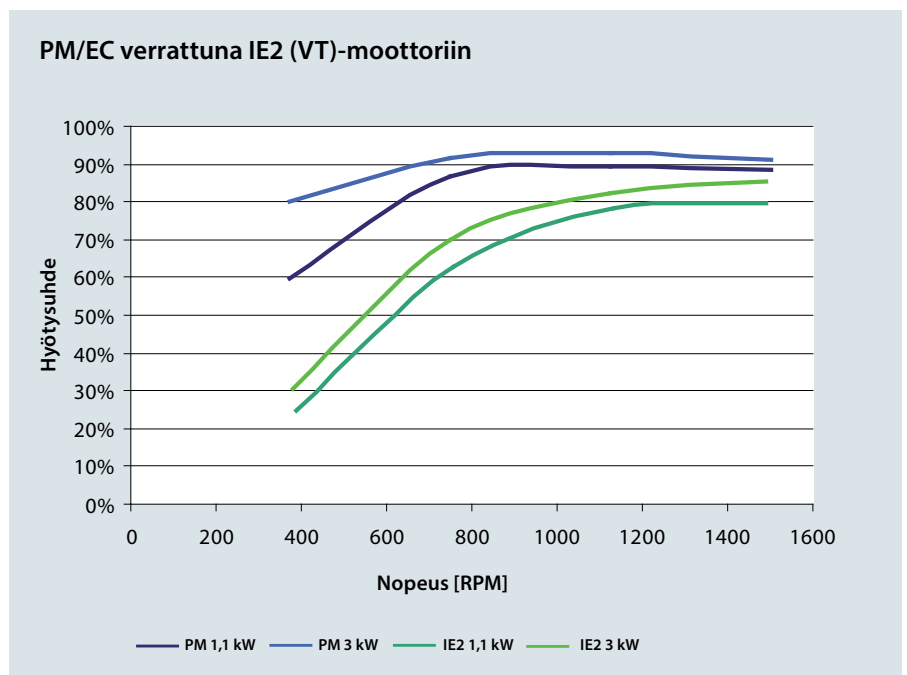
Hyötysuhde

Kestomagneettien käyttö eliminoi moottorin roottorihäviöt käytännössä kokonaan. Tuloksena on parempi hyötysuhde.

EC-moottoreiden hyötysuhde-edut verrattuna yleisesti käytettäviin sulkunapa- ja 1-vaiheinduktiomootoreihin ovat erityisen merkittävät muutaman sadan watin tehoalueella. Kolmivaiheisia oikosulkumoottoreita käytetään tyypillisesti korkeammilla tehoalueilla (yli 750 wattia). Näihin moottoreihin verrattuna hyötysuhde-etu on merkittävästi pienempi, ja se vähenee nimellistehon noustessa. EC- ja kestopagneettimoottorikäytöt (nopeuden säädin + moottori) ovat hyötysuhteeltaan samalla tasolla.



TPIM = Three-phase induction motors (kolmivaiheinen induktiomoottori)
Yksinkertaistettujen sijaiskytkentöjen vertailu osoittaa, että PM/EC-moottoreilla ei ole roottorihäviöitä. Se johtaa parempaan tehoastoon perinteisiin kolmivaihemoottoreihin verrattuna.



Kaaviossa on esitetty riippumattoman yliopiston mittaamat arvot. Ohjauselektronikan häviöt sisältyvät lukuihin.

PM-moottorit IEC-vakiomitoin

Kolmivaiheiset oikosulkumoottorit, joiden asennusmitat ja runkokoko on määritelty IEC-standardeissa, ovat tällä hetkellä käytössä monissa sovelluksissa. Useimmat kestopagneettimoottorit perustuvat kuitenkin toisenlaiseen kokoonpanoon. Servomoottorit ovat tästä tyypillinen esimerkki. Kompaktin kokonsa ja pitkien roottoreidensa ansiosta ne on optimoitu erittäin dynaamista prosessia silmällä pitäen.

Kestomagneettimoottoreita on nyt saatavilla myös IEC-mitoituksella, joten nykyisten järjestelmien oikosulkumoottorit voidaan korvata kestopagneettimoottoreilla, joissa on korkeampi hyötysuhde.

Tällä hetkellä saatavilla on kahdella IEC-mitoituksella olevia kestopagneettimoottoreita.

Vaihtoehto 1:

Sama runkokoko PM/EC- ja oikosulkumoottoreissa.

Esimerkki:

3 kW:n oikosulkumoottori voidaan korvata samankokoisella PM/EC-moottorilla.

Vaihtoehto 2:

PM/EC-moottorin optimoitu runkokoko samalla nimellisteholla. Koska kestopagneettimoottorit ovat yleensä kompaktimpia kuin saman tehoiset oikosulkumoottorit, voidaan valita pienempi IEC-runkokoko kuin oikosulkumoottorissa.

Esimerkki:

3 kilowatin oikosulkumoottori voidaan korvata PM/EC-moottorilla, jonka runkokoko on sama kuin 1,5 kilowatin oikosulkumoottorin.

EC+: uutta tekniikkaa tutussa ympäristössä

Danfoss EC+ -konsepti on suunniteltu täyttämään monenlaiset tarpeet. Se mahdollistaa kestopagneettimoottoreiden käytön Danfossin taajuusmuuttajien kanssa. Käyttäjä voi vapaasti valita moottorin valmistajan. Näin EC-tekniikkaan verrattavissa oleva hyötysuhde on saatavilla suhteellisen edullisesti ja koko järjestelmän optimointiin jää tarvittaessa mahdollisuus.

Parhaiden yksittäisten komponenttien yhdistely samassa järjestelmässä tuo myös mukanaan monia etuja. Vakiokomponentteja käyttämällä ei olla riippuvaisia tietyistä valmistajasta, ja varaosien saatavuus on varmistettu pitkälle tulevaisuuteen.

Käyttöönotto on samanlaista kuin kolmivaiheoikosulkumoottoreiden käyttöönotto. Ainoastaan moottorin parametrit eroavat hieman. Kuten vakiokomponentteja käytettäessä, myös tällöin käyttöönotto- tai huoltohenkilöstön lisäkoulutustarvetta ei ole.



Standardi kolmivaiheoikosulkumoottorin (alla) mitat ja optimoidun PM-moottorin mitat (yllä)



Taajuusmuuttajan parametrit asetellaan moottorin arvokilven ja teknisten tietojen mukaan.

Onko energiansäästö eilinehto vai markkinamiesten keksintöä?

On vain vähän aiheita, joista puhuttaisiin enemmän kuin energiansäästöistä. Jokainen uusi laite, asennus ja ratkaisu säästää yhä enemmän energiaa ja on edellistä parempi vaihtoehto ympäristön kannalta. Energiansäästöön ei kuitenkaan ole vain yhtä ainoata ratkaisua.

Asioihin perehtyminen lisää ympäristötietoutta ja säästää arvokasta energiaa

Energia oli pitkään erittäin halpaa, joten energiansäästöön ei ollut riittäviä taloudellisia kannustimia. Asenteet energiankäyttöä kohtaan muuttuivat vasta, kun energian hinta nousi rajusti ja siitä tuli kallis hyödyke.

Termostaattilla varustetut patteriventtiilit, joita käytetään käytännössä jokaisessa rakennuksessa, ovat hyvä esimerkki tästä suuntauksesta. Kun Danfoss toi ne markkinoille 50-luvulla, ne saivat osakseen vain vähän kiinnostusta. Vasta 70-luvun energiakriisin myötä havahduttiin energian hinnan rajuun nousuun.

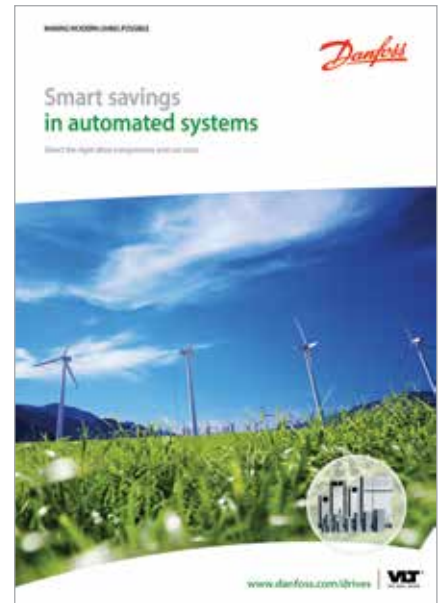
Nykyään markkinat edellyttävät energiatehokkuutta ja ympäristötietoisuutta. Pakollisten hyötysuhderajojen käyttöönotolla pyritään muun muassa taajuusmuuttajakäyttöjen kohdalla teknisten laitteiden ja järjestelmien energiatehokkuuden nousuun.

Onko yksinkertaisia ratkaisuja olemassa?

Merkittäviä säästöjä voidaan saada aikaan monilla osa-alueilla melko helpostikin, mutta osa säästöistä edellyttää enemmän paneutumista ja erikoistietoa. Hyvänä esimerkkinä ovat energiansäästölamput. Sähkönkulutus yleensä laskee, kun tavalliset hehkulamput vaihdetaan energiansäästölamppuihin. Eri energiansäästölamput ovat kuitenkin eri hintaisia, joka tarkoittaa sitä, että tuotteissa on eroja. Verkkovirran häiriöt, lamppujen väri, syttyminen ja elohopean aiheuttamat hävitysongelmat ovat osa "sivuvaikutuksista", jotka ovat paljastuneet vasta myöhemmin.

Sovelluksissa ja järjestelmissä on eroja

Jos energiansäästölamppu asennetaan huoneeseen, jossa valoa tarvitaan vain silloin tällöin (esimerkiksi kellariin), sen ympäristö- ja taloudelliset hyödyt ovat kyseenalaisia. Vaikka yleensä suositellaan lisäämään yksittäisten komponenttien tehoa, se ei ehkä ole järkevää järjestelmän kokonaisuuden kannalta. Danfoss esittelee muita tärkeitä energiansäästönäkökohtia esitteessä "Smart savings in automated systems". Esite käsittelee monia taajuusmuuttajien käyttökohteita, joista esimerkkinä kiinteistötekniikan yleisimmät sovellukset.



Mitä käyttäjän on otettava huomioon puhaltimien ja pumppujen nopeudensäädössä? Näitä ja muita sähkösäästönäkökohtia käsitellään esitteessä "Smart savings in automated systems".

1,5 miljoonaa

VLT® HVAC Drives
asennusta ympäri
maailmaa – vuotuinen
säästö vastaa yli 60
miljoonan kotitalouden
sähkönkulutusta

Mistä VLT® taajuusmuuttajissa on kyse

Danfoss VLT Drives on maailman markkinajohtaja taajuusmuuttajiin erikoistuneiden toimittajien joukossa – ja kasvattaa yhä osuuttaan.

Ympäristöystävällinen

VLT®-tuotteet on valmistettu ympäristöä, turvallisuutta ja hyvinvointia silmällä pitäen.

Kaikki toiminnot suunnitellaan ja suoritetaan ottaen huomioon yksittäinen työntekijä, työympäristö ja ympäristö. Tuotannossa on eliminoitu melu, savu ja muut saasteet. Myös tuotteiden ympäristön kannalta turvalliseen hävittämiseen on valmistauduttu.

YK:n Global Compact -aloite

Danfoss on allekirjoittanut YK:n Global Compact -aloitteen sosiaalisesta ja ympäristöllisestä vastuusta ja yhtiömme toimivat vastuullisesti paikallisia yhteisöjä kohtaan.

EU-direktiivit

Kaikki tehtaamme on sertifioitu ISO 14001 -standardin mukaisesti. Kaikki tuotteemme täyttävät EU:n tuoteturvallisuus- ja konedirektiivien vaatimukset. Danfoss VLT Drives toteuttaa kaikissa tuotesarjoissa tiettyjen vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta sähkö- ja elektroniikkalaitteissa annetun EU-direktiivin (RoHS) vaatimukset ja suunnittelee kaikki uudet tuotesarjat sähkö- ja elektroniikkalaiteromusta annetun EU-direktiivin (WEEE) mukaisesti.

Tuotteiden vaikutus

Yhden vuoden tuotannolla VLT® taajuusmuuttajat säästää energiaa suuren voimalaitoksen vuotuisen energiantuotannon verran. Samalla parempi prosessin hallinta parantaa tuotelaatua ja vähentää jätettä sekä laitteiston kulumista.

Omistautunut taajuusmuuttajille

Omistautuminen on ollut avainsana vuodesta 1968 lähtien, jolloin Danfoss toi markkinoille maailman ensimmäisen sarjatuotetun taajuusmuuttajan vaihtovirtamoottoreille – ja antoi sille nimeksi VLT®.

2500 työntekijää kehittää, valmistaa, myy ja huoltaa taajuusmuuttajia ja pehmoikäynnistimiä yli sadassa maassa keskittyen ainoastaan taajuusmuuttajiin ja pehmoikäynnistimiin.

Älykäs ja innovatiivinen

Danfoss VLT Drives -yhtiön kehittäjät ovat omaksuneet täydellisesti modulaariset periaatteet tuotekehityksessä samoin kuin suunnittelussa, niihin.

Tulevaisuuden toimintoja kehitetään rinnakkain käyttämällä erikoistuneita tekniikkaympäristöjä. Tämä mahdollistaa kaikkien elementtien kehittämisen rinnakkain ja samalla vähentää markkinoilletuontiaikaa ja varmistaa, että asiakkaat saavat aina nauttia uusimpien ominaisuuksien eduista.

Luota asiantuntijoihin

Otamme vastuun kaikista tuotteidemme osista. Se, että kehitämme ja tuotamme omat toimintomme, laitteemme, ohjelmistomme, tehomo-
duulimme, piirilevyemme ja lisävarusteemme, takaa asiakkaille luotettavat tuotteet.

Paikallinen tuki – maailmanlaajuisesti

VLT®-taajuusmuuttajat ja pehmoikäynnistimet toimivat sovelluksissa kaikkialla maailmassa ja Danfoss VLT Drives -yhtiön asiantuntijat yli 100 maassa ovat valmiita tukemaan asiakkaita, olivat nämä missä hyvänsä, sovellusohjeilla ja huollolla.

Danfoss VLT Drives -yhtiön asiantuntijat eivät lepää ennen kuin asiakkaan taajuusmuuttajaongelmat on ratkaistu.

