

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Systematické šetření energiemi EC+ znamená inteligentní trend v oblasti technologie pohonů HVAC

EC+

Optimální efektivita systému.
prostřednictvím kombinace
standardní technologie
elektromotorů s vysokou
účinností EC technologie na bázi
elektromotorů s permanentními
magnety (PM).



www.danfoss.com/drives

VLT[®]
THE REAL DRIVE

Zvýšená účinnost prostřednictvím optimalizovaných komponent

Koncept Danfoss EC+

Koncept Danfoss EC+ umožňuje používání PM elektromotorů s rozměry dle IEC spolu s měniči kmitočtu Danfoss VLT®. Společnost Danfoss začlenila do stávajících měničů řady VLT® nezbytný regulační algoritmus pro pohon PM motorů. Z pohledu provozovatele se vlastně nic nemění - po vložení příslušných dat motoru zaznamená uživatel přínos v podobě vyšší efektivity, kterou EC technologie přináší.

Výhody konceptu Danfoss EC+

- Volný výběr typu elektromotoru: PM nebo asynchronní motor se stejným měničem kmitočtu
- Instalace i způsob provozování zařízení zůstává beze změny
- Veškeré komponenty lze zaměňovat nezávisle na jejich výrobcích.
- Vysoká účinnost celého systému díky kombinaci jednotlivých komponent s optimální účinností
- Jednoduchý upgrade stávajících systémů na účinnější
- Široká nabídka jmenovitých výkonů pro standardní i PM elektromotory



Klíčovým faktorem energetických úspor v oblasti vybavení budov je použití pohonů s regulací otáček pro kompresory, čerpadla a ventilátory. Jsou zde dva rozhodující faktory: vysoká účinnost elektromotorem poháněného stroje a energeticky účinná regulace dané aplikace.

Vedle častějšího využívání indukčních elektromotorů s vyšší účinností se vzhledem k téže vlastnosti stále více používají motory s rotorem s permanentními magnety. Motory na bázi této technologie jsou v oblasti vytápění, ventilace a klimatizace (HVAC) známy především jako „EC elektromotory“. Jejich základem je bezkartáčový stejnosměrný elektromotor (BLDC). Typické je jejich využití u ventilátorů s vnějším rotorem o nízkém průtoku vzduchu.

S cílem umožnit uživatelům vytěžit maximum z vysoké účinnosti elektromotorů na bázi technologie EC společnost Danfoss dále zdokonalila svůj již vyzkoušený a osvědčený algoritmus VVC+ a optimalizovala jej pro provozování trvale buzených synchronních elektromotorů (PNSM). Tyto motory, které se často zkráceně nazývají elektromotory s permanentními magnety (PM), jsou co do účinnosti na stejné úrovni jako EC elektromotory. Na rozdíl od nich jsou k dispozici ve stejném mechanickém provedení jako standardní elektromotory IEC a jako takové je lze snadno začleňovat jak do nových, tak i stávajících systémů.

Tímto způsobem společnost Danfoss významně zjednodušila proces uvádění do provozu PM motorů (motorů s permanentními magnety). Nyní je to stejně jednoduché jako provozování standardního indukčního elektromotoru s měničem kmitočtu.

Výhody pro uživatele:

Známa a vyzkoušená technologie

Mnozí uživatelé jsou již seznámeni s provozováním standardních elektromotorů s pohony VLT® v HVAC aplikacích. Uvedení do provozu je prakticky stejné. Uživatel potřebuje jediné: zadat technická data daného PM elektromotoru. Princip regulace motorů z nadřazených řídicích systémů pro ovládání budov také zůstává beze změny. Je tedy velmi snadné vyměnit standardní indukční motor za nový na bázi technologie PM. Pro technologii PM tedy není nutné žádné složité školení.

Nezávislost na výrobc

Uživatelé profitují z maximální flexibility vzhledem k možnosti výběrů nezbytných standardních komponent od různých výrobců. Tak například v případě potíží s dodávkou jednoho komponentu jej lze objednat i u jiného výrobce.

Optimální účinnost systému

Jediný způsob, jak dosáhnout optimální účinnosti systému, spočívá ve využití těch nejlepších možných jednotlivých komponent. Uživatelé, kteří chtějí ušetřit významné množství energie, potřebují něco více než pouze efektivní komponenty – potřebují efektivní systém jako celek.

Levný servis

Integrované systémy mívají jednu nevýhodu: jednotlivé komponenty nelze vyměňovat. Komponenty, které se opotřebují, například ložiska elektromotoru, nelze vždy jednotlivě vyměňovat. Může to přijít dost draho. Naproti tomu využívá koncept EC+ standardní komponenty, které uživatel může vyměňovat i jednotlivě. A pak jsou náklady na údržbu minimální.

Váš účet za energie: Platíte za komponenty, nebo za váš systém?

Zvyšování účinností je snadnou cestou ke snížení spotřeby energií. Evropská unie zavedla standardy minimální efektivity pro určité technická zařízení. Nejlepším příkladem je v oblasti technologie pohonů zavedení standardů minimální efektivity (MEPS) pro třífázové indukční elektromotory. Motory prodávané v Evropské unii musí k určitým datům splňovat stanovené minimální hladiny účinnosti.

Termín	Výkon	MEPS	Alternativní MEPS
od 16. června 2011	0,75–375 kW	IE2	–
od 1. ledna 2015	0,75–7,5 kW	IE2	–
	7,5–375 kW	IE3	IE2 + měnič
od 1. ledna 2017	0,75–375 kW	IE3	IE2 + měnič

Bez této IE klasifikace se v EU po uvedených datech nesmějí prodávat žádné nové třífázové elektromotory.

$$\eta_{\text{systému}} = \eta_{\text{měniče}} \times \eta_{\text{motoru}} \times \eta_{\text{spojky}} \times \eta_{\text{ventilátoru}}$$

Účinnost systému se podle normy VDI DIN 6014 vypočte vynásobením účinností jednotlivých komponent.

Provozovatelé systémů však musí vždy brát v úvahu systém jako celek, chtějí-li dosáhnout efektivní úspory energie, a to z prostého důvodu: že například elektromotory se zatěžovacím cyklem pod 80 % jsou z tohoto požadavku vyjmuty. Časté spouštění a zastavování zapříčiňuje při tomto zatěžovacím cyklu zvýšenou spotřebu energie na straně elektromotorů IE2, které převládají úspory za provozu. To platí i pro takové aplikace, jakými jsou ventilátory a čerpadla. Zde lze ušetřit více energie s využitím měniče kmitočtu k regulaci rychlosti otáček než v případě i toho neúčinnějšího elektromotoru.

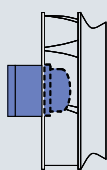
2 x 2 = 4?

Ďábel je ukrytý v detailu

Z pohledu uživatele není rozhodujícím faktorem účinnost jednotlivých komponent, ale účinnost celého systému.

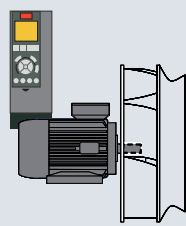
Praktický příklad lze spatřit u EC varianty radiálních ventilátorů s motory s vnějším rotorem. Za účelem dosažení kompaktního provedení, těleso motoru zasahuje až do sacího prostoru oběžného kola. To má za následek zhoršení účinnosti ventilátoru, a následně i celé ventilátorové jednotky. V důsledku toho nevede vysoká účinnost elektromotoru k vysoké účinnosti systému.

Příklad výpočtu účinnosti systému pohonu s radiálním ventilátorem 450 mm



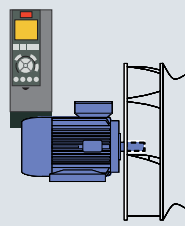
EC motor + integrovaná elektronika + ventilátor

$$\begin{aligned} \eta_{\text{pohonu}} &= 89\% \\ \eta_{\text{ventilátoru}} &= 68\% \\ \eta_{\text{systému}} &= 60\% \end{aligned}$$



Indukční motor + měnič + přímo poháněný ventilátor

$$\begin{aligned} \eta_{\text{pohonu}} &= 83\% \\ \eta_{\text{ventilátoru}} &= 75\% \\ \eta_{\text{systému}} &= 63\% \end{aligned}$$



PM/EC motor + měnič + přímo poháněný ventilátor

$$\begin{aligned} \eta_{\text{pohonu}} &= 89\% \\ \eta_{\text{ventilátoru}} &= 75\% \\ \eta_{\text{systému}} &= 66\% \end{aligned}$$

Uvedené hodnoty účinnosti pohonu (měniče x elektromotoru) vycházejí z naměřených hodnot, avšak hodnoty účinnosti ventilátorů pocházejí z katalogu výrobce. Vzhledem k přímo poháněnému ventilátoru je $\eta_{\text{spojky}} = 1$.

Co jsou EC elektromotory?

Na trhu se vzduchotechnikou se pod pojmem „EC motor“ běžně rozumí elektromotor specifického typu, který mnozí uživatelé spojují s kompaktním provedením a vysokou účinností. Základem EC motorů je koncept elektronické komutace (EC – electronic commutation), který u stejnosměrných elektromotorů nahrazuje klasickou komutaci s využitím uhlíkových kartáčů. Za tím účelem nahrazují výrobci těchto motorů rotorové vinutí permanentními magnety a doplňují zařízení komutačními obvody. Magnety zvedají účinnost, zatímco elektronická komutace

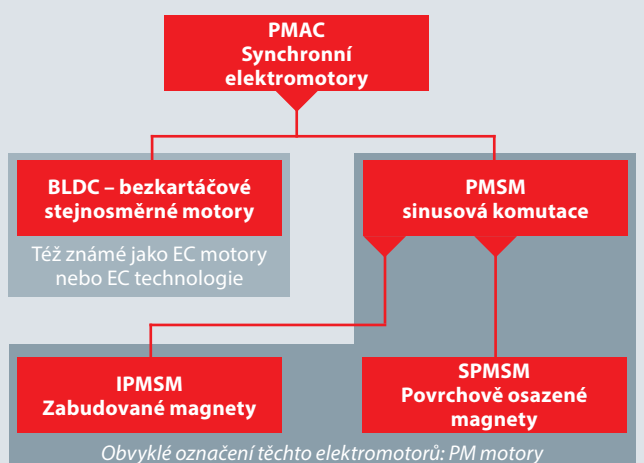
vylučuje potřebu uhlíkových kartáčů podléhajících mechanickému opotřebení. Jelikož princip činnosti je stejný jako u běžných stejnosměrných elektromotorů, nazývají se EC motory také bezkartáčovými stejnosměrnými motory (BLDC).

Tyto elektromotory se běžně používají v oblasti nízkých výkonů, řádově stovek wattů. V segmentu vzduchotechniky se používají elektromotory s vnějším rotorem. Vyrábějí se v široké škále výkonů, v současnosti do zhruba 6 kW.

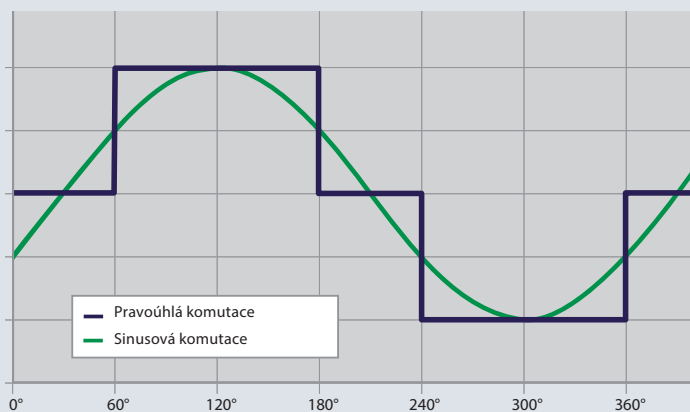
Technologie

Vzhledem k vestavěným permanentním magnetům nepotřebují trvale buzené elektromotory žádné zvláštní budící vinutí. Potřebují však elektronický regulátor, který generuje točivé pole. Provoz přímo ze sítě nebývá možný. Pokud ano, pak mnohdy pouze se sníženou účinností.

Aby regulátor (např. měnič kmitočtu) mohl řídit motor, musí být schopen neustále určovat okamžitou polohu rotoru. K tomu se využívá dvou metod, jedné se zpětnou vazbou, druhé bez ní, přičemž okamžitou polohu rotoru zjišťuje příslušné čidlo nebo enkodér.



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



Základní rozdíl spočívá u trvale buzených elektromotorů v časovém průběhu veličiny „zpětná EMF“ (back EMF, back Electro Motive Force, zpětná elektromagnetická síla). Pracuje-li elektromotor s permanentními magnety jako generátor, objevuje se na svorkách napětí známé jako EMF. Z hlediska optimalizace řízení elektromotoru tohoto typu musí být regulátor přizpůsoben průběhu napájecího napětí a co nejpřesněji aproximovat průběh EMF. V případě elektromotorů typu BLDC využívají výrobci komutace na bázi pravoúhlého průběhu, a to vzhledem k lichoběžníkovému průběhu napětí.

Trvale buzené synchronní elektromotory (PMSM) vykazují sinusový průběh EMF, díky čemuž pracují se sinusovým napětím (sinusovou komutací). Dále se u sinusově komutovaných elektromotorů rozlišuje způsob osazení permanentních magnetů: zda jsou přilepeny k rotoru zvenčí (SPMSM) nebo zabudovány do rotorových plechů (IPMSM). Vzhledem k těmto poněkud matoucím zkratkám se často v praxi používá termín „PM motory“ a rozumějí se jím elektromotory se sinusovou komutací.

PM motory alternativou konceptu EC?

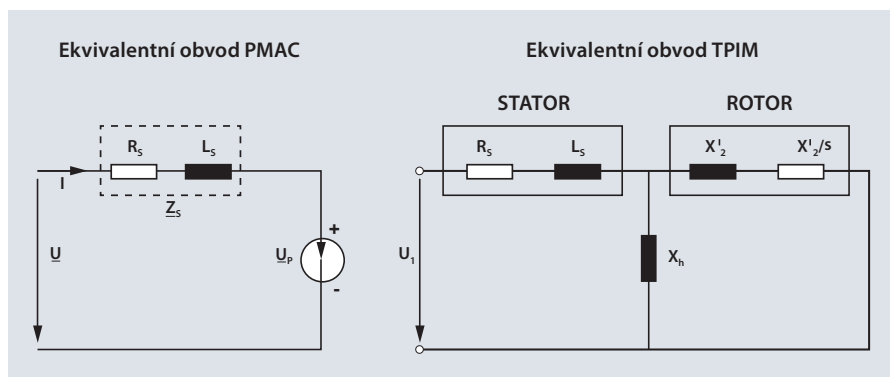
Stejně jako u všech ostatních technologií má každé provedení elektromotoru s permanentními magnety své specifické výhody i nevýhody. Sinusově komutované PM motory se z konstrukčního hlediska snáze vyrábějí, ale jejich řídicí obvody jsou složitější. Opak je pravdou u EC motorů: vygenerovat EMF pravouhloúhého průběhu je sice obtížnější, řídicí obvody jsou však co do struktury jednodušší.

Na druhé straně je zvlněním průběhu krouticího momentu EC technologie vzhledem k pravouhlé komutaci horší, což lze říci i o ztrátách v železe. Navíc je odběr 1,22krát větší než u PM motorů, protože se proud dělí do dvou fází namísto tří.

Účinnost

Využitím permanentních magnetů v rotoru se v něm prakticky eliminují ztráty, což se odrazí ve zvýšené účinnosti.

Výhody EC motorů z hlediska účinnosti jsou ve srovnání s běžně používanými elektromotory se stíněnými póly a 1-fázovými indukčními elektromotory obzvláště významné ve výkonové řadě v oblasti několika set wattů. Třífázové indukční motory nacházejí typické uplatnění v oblasti vyšších jmenovitých výkonů nad 750 W. Ve srovnání s těmito motory je však zde zvýhodnění co do účinnosti méně významné a de facto s rostoucím výkonovým dimenzováním klesá. Systémy s EC a PM motory (motor i s elektronikou) ve srovnatelné konfiguraci (síťové napájení, EMC filtr atd.) pracují s podobnou účinností.

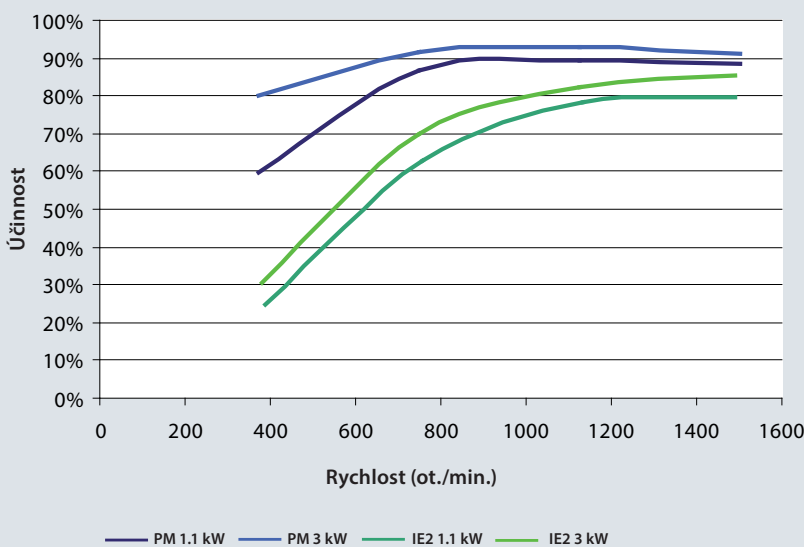


TPIM = Třífázové indukční elektromotory

Z porovnání těchto zjednodušených ekvivalentních obvodů je zřejmé, že PM/EC motory nevykazují žádné ztráty v rotoru.

To vede k vyšší hladině účinnosti ve srovnání s třífázovými elektromotory.

Porovnání PM/EC a IE2 (VT)



Graf znázorňuje hodnoty, které naměřilo nezávislé univerzitní pracoviště. V průbězích jsou zahrnuty i ztráty, ke kterým dochází v řídicí elektronice.

PM motory o standardních rozměrech dle IEC

Třífázové indukční elektromotory o standardizovaných montážních rozměrech a velikostech rámu specifikovaných v normě IEC EN 50487 nebo IEC 72 se nyní používají v mnoha oblastech. Avšak většina PM motorů je a byla jiného provedení. Typickým příkladem toho jsou servomotory. Při kompaktním provedení a dlouhém rotoru jsou optimalizovány pro vysoce dynamické procesy.

Vzhledem k možnosti využití vysoké účinnosti trvale buzených elektromotorů v rámci stávajících systémů jsou nyní k dispozici i PM motory s rámy o standardní velikosti dle IEC. To umožňuje náhradu standardních třífázových indukčních elektromotorů starších typů (TPIM) účinnějšími motory v rámci stávajících systémů.

V současné době jsou k dispozici PM motory o rozměrech dle IEC dvojího typu:

Verze č. 1:

Stejná velikost rámu PM/EC a TPIM mají rám stejné velikosti.

Příklad:

3 kW elektromotor TPIM lze nahradit EC/PM elektromotorem stejné velikosti.

Verze č. 2:

Optimalizovaná velikost rámu PM/EC a TPIM mají stejný jmenovitý výkon. Jelikož elektromotory typu PMSM bývají kompaktnější než odpovídající TPIM o stejném jmenovitém výkonu, je u nich použit rám dle IEC menší velikosti než v případě TPIM.

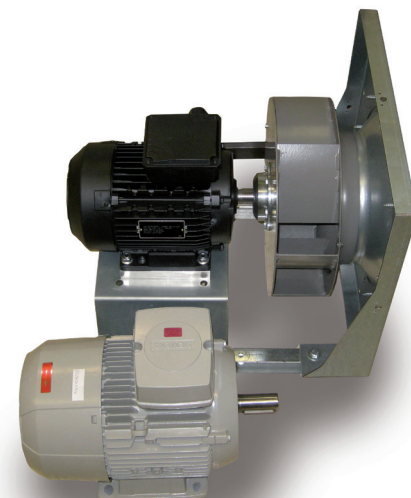
Příklad:

3 kW elektromotor TPIM lze nahradit EC/PM elektromotorem o velikosti rámu pro 1,5kW elektromotor typu TPIM.

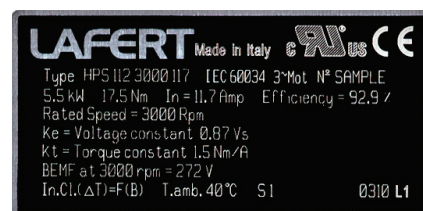
EC+: Nová technologie ve známém prostředí

Koncept Danfoss EC+ má svým určením plnit četné požadavky uživatelů. Umožňuje využití PM motorů spolu se standardními měniči kmitočtu Danfoss. Je na samotném uživateli vybrat si vhodný motor od výrobce, kterého si sám zvolí. Uživatelé pak mohou za poměrně nízkou cenu využívat účinnosti motorů na bázi EC technologie a přitom mít možnost optimalizace celého systému, pokud taková potřeba vyvstane.

I možnost zkombinování těch nejlepších jednotlivých komponent v rámci téhož systému představuje četné výhody. Díky využití standardních komponent nejsou uživatelé závislí na jednom konkrétním výrobci. Dlouhodobě je tak zajištěna dostupnost náhradních dílů. Následné změny či doplňování systému nejsou spojeny s nezbytným přizpůsobováním návazných rozměrů. Uvádění do provozu je podobné jako u běžných třífázových indukčních elektromotorů. Pouze parametry motoru jsou poněkud jiné. Stejně jako v případě použití standardních komponent i tohle znamená, že není potřebné žádné speciální školení pro techniky ani pro obslužný personál.



Rozměrové porovnání standardního třífázového indukčního motoru (dole) s optimalizovaným PM motorem (nahore)



Parametry motoru musí být uloženy do měniče dle štítku motoru a eventuelně podrobnější parametry dle datového listu motoru.

Úspora energie: něco životně důležitého pro budoucnost nebo jen marketingový tah?

Je několik témat, na která uživatelé narážejí ještě častěji než na energetické úspory. Každé nové zařízení, instalace či řešení ušetří více energie a je ekologicky příznivější než to poslední. Z toho je však zřejmé, že v oblasti zvyšování energetických úspor žádné konečné řešení neexistuje.

Vysoká míra uvědomění podporuje obezřetné využívání cenné energie

Po dlouhou dobu byla energie čímsi velmi levným, a tak mnohé firmy i jednotliví spotřebitelé neměli žádné ekonomické důvody k šetření energiemi. Postoje k využívání energií se začaly měnit až po prudkém nárůstu cen v této oblasti, které z energií udělaly drahou komoditu.

Termoregulační ventily na radiátorech ústředního topení, které jsou nyní v budovách již standardem, jsou dobrým příkladem tohoto trendu. Když je společnost Danfoss v padesátých letech poprvé uvedla na trh, příliš zájmu opravdu nebudily. Poptávka po nich se náhle drasticky zvýšila až s nástupem energetické krize na začátku sedmdesátých let a s nárůstem cen za energii.

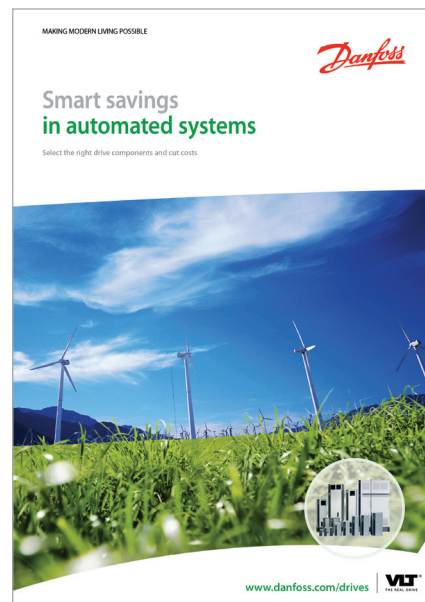
Dnes poptávku posilují stejnou měrou ceny energií, stejně jako vysoká míra ekologického uvědomění a politická opatření. Smyslem zavedení povinných minimálních hladin účinnosti – mj. i pro systémy pohonů – je zvýšit energetickou účinnost technických výrobků.

Existují nějaká jednodušá řešení?

Značných úspor lze v mnoha oblastech dosáhnout docela prostě, jiné úspory předpokládají vynaložení většího úsilí a odborné znalosti. Příkladem toho jsou energeticky úsporné žárovky. Spotřeba energie se obvykle sníží náhradou obyčejných žárovek energeticky úspornými. Avšak to, že energeticky úsporné žárovky různých typů jsou k dispozici za různé ceny, svědčí o tom, že všechny tyto výrobky nejsou stejné. Rušení šířící se po síti, barevné spektrum světla těchto lamp, různé startovací procesy a problémy s likvidací vzhledem k obsahu rtuti, to jsou jen některé průvodní jevy, které se objeví až později.

Záleží na oblastech využití a systémech

Dáte-li energeticky úspornou žárovku do místnosti, kde je potřeba světlo velmi zřídka (např. do sklepa), je otázkou, zda se takové opatření z ekologicko-ekonomického hlediska vyplatí. Přestože je vesměs žádoucí zvyšovat účinnost jednotlivých komponent, nemusí to mít smysl v kontextu systému jako celku. Danfoss popisuje řadu důležitých aspektů energetických úspor v oblasti systémů elektrických pohonů ve své publikaci „Chytré spojení v automatizaci“. Týká se to široké řady aplikací technologie pohonů včetně stěžejních oblastí využití v rámci obslužných systémů budov.



Na co musí uživatelé pamatovat v souvislosti s regulací otáček ventilátorů a čerpadel? Tyto i jiné aspekty energetických úspor řeší v oblasti systémů pohonu publikace „Chytré spojení v automatizaci“.

1,5 milionu

instalovaných VLT®
pohonů
v HVAC aplikacích
po celém světě – ušetří
více, než činí roční
spotřeba energie 60
milionů domácností.

Co znamená značka VLT®

Firma Danfoss VLT Drives je největší světový výrobce špičkových měničů kmitočtu – a její podíl na trhu se dále zvyšuje.

Chráníme životní prostředí

Produkty VLT® jsou vyráběny s ohledem na ochranu životního i sociálního prostředí.

Všechny výrobní činnosti jsou pečlivě plánovány a prováděny s ohledem na ochranu jednotlivých zaměstnanců firmy, pracovního i životního prostředí v okolí továrny. Výroba probíhá bez znečištění okolního prostředí kouřem, hlukem a dalšími nebezpečnými látkami a je zajištěna i bezpečná likvidace použitých produktů.

Globální dohoda OSN o ochraně životního prostředí

Firma Danfoss podepsala Globální dohodu OSN o ochraně životního a sociálního prostředí a naše firma jedná vždy zodpovědně vůči místním komunitám.

Danfoss plní směrnice EU

Všechny továrny Danfoss mají certifikát ISO 14001 a splňují Směrnici EU o bezpečném nakládání s odpady z elektrických a elektronických přístrojů (WEEE), Obecnou směrnici o bezpečnosti výrobků (GPSD) a Směrnici EU o strojírenských výrobcích. Firma Danfoss VLT Drives postupně přestává používat olovo ve všech svých produktech a splňuje směrnici RoHS.

Přínos produktů Danfoss

Jednoroční výroba měničů kmitočtu VLT® ušetří energii odpovídající produkci jedné atomové elektrárny. Lepší kontrola provozu díky měničům kmitočtu Danfoss zároveň zlepšuje kvalitu vyráběných produktů, snižuje množství odpadů a prodlužuje životnost zařízení.

Oddanost zákazníkům

Oddanost zákazníkům se stalo heslem firmy Danfoss od okamžiku, kdy jako první zahájila v roce 1968 masovou výrobu měničů kmitočtu pro střídavé motory s měnitelnou rychlostí pod značkou VLT®.

Na vývoji, výrobě a prodeji měničů kmitočtu a softstartérů a poskytování servisních služeb ve více než 100 zemích světa se podílí dva tisíce zaměstnanců Danfoss.

Inteligentní a inovativní řešení

Vývojoví pracovníci firmy Danfoss VLT Drives využívají novou modulární koncepci nejen při vývoji měničů, ale i při navrhování designu, výrobě a sestavování zákaznických konfigurací.

Nové funkce jsou vyvíjeny na bázi existujících technologických platform. To umožňuje souběžný vývoj více různých prvků a zároveň zkrácení

doby potřebné pro uvedení inovací na trh a tím je zajištěno, že naši zákazníci mohou vždy využívat nejmodernější dostupné technologie.

Spoléháme se na odborníky

Ručíme za kvalitu všech součástí našich výrobků. Skutečnost, že vyvíjíme a vyrábíme svůj vlastní hardware, software, výkonové moduly, desky plošných spojů a volitelné doplňky, je zárukou spolehlivosti našich výrobků.

Globální servisní služby na místě

Měniče kmitočtu VLT® se používají v aplikacích po celém světě a servisní experti Danfoss VLT Drives ve více než 100 zemích světa jsou připraveni poskytnout našim zákazníkům aplikační podporu a servisní služby přímo na místě.

Odborníci firmy Danfoss Drive se nikdy nezastaví dříve, než vyřeší všechny problémy našich zákazníků.



<http://driveconfig.danfoss.com/>