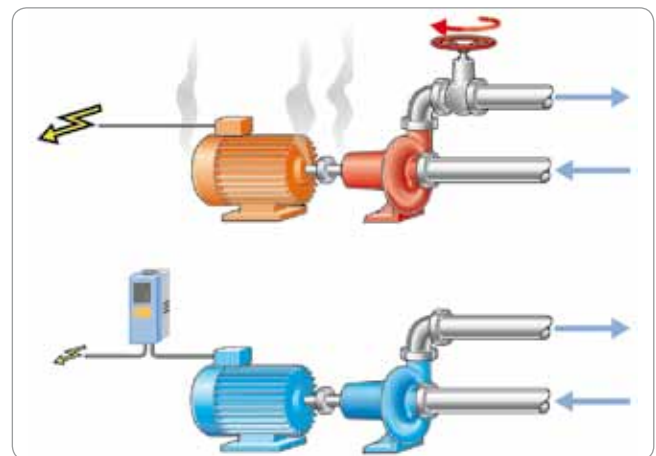


Frekvenčné meniče šetria energiu

Stúpajúce ceny energie nútia podniky a spoločnosti stále častejšie vyvíjať úsilie vedúce k úspore energií a znižovať tak náklady. Diskusie v tejto oblasti sa dnes zameriavajú predovšetkým na alternatívne zdroje energie a nové technologické riešenia šetrenia energiou. Existujúcim technickým riešeniam, ktoré ponúkajú možnosti veľkých úspor v podstate okamžite, sa venuje relatívne málo pozornosti. Osvedčené a ekonomicky výhodné riešenie je použitie frekvenčných meničov (FC) na reguláciu otáčok v aplikáciách vykurovania, vetrania a klimatizácie (HVAC). Iba málo iných technológií sa zaplatí ako táto, za dobu kratšiu ako jeden rok. Táto alternatíva súčasne ponúka veľa ďalších predností zlepšenou reguláciou systému HVAC.

Úspora energie reguláciou otáčok s FC

Zariadenia pre objemový prúd ako sú ventilátory, čerpadlá a kompresory sa ešte stále často používajú bez regulácie otáčok. Namiesto toho sa prietok kontroluje konvenčným spôsobom pomocou škrtenia, ventilov alebo klapiek. Ak však nie je objemový prúd regulovaný variabilnými otáčkami motora, beží motor kontinuálne s plnou rýchlosťou. Pretože systémy HVAC len málokedy potrebujú maximálne prietochné množstvo, systém bez regulácie otáčok premrhá väčšinu času značné množstvo energie. Regulácia otáčok motora s FC poskytuje možnosť úspory energie až 70 %. Obr. 1 objasňuje základný princíp.



Obr. 1 Princíp úspory energie reguláciou otáčok s FC

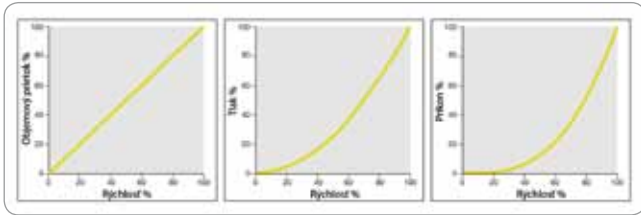
Čo je pohon s variabilným kmitočtom?

U väčšiny elektromotorov, ktoré sa používajú v systémoch HVAC a vo vodovodných systémoch, sa jedná o asynchrónne motory s kotvou nakrátko, známe tiež ako indukčné alebo asynchrónne motory. Ich popularita súvisí s relatívne výhodnou cenou, nízkymi nákladmi na údržbu a vysokou spoľahlivosťou. Jediná možnosť kontroly otáčok motora však u týchto modelov spočíva v tom, že sa zmení kmitočť vstupného prúdu (striedavý prúd). A tu prichádza do hry princíp FC.

Frekvenčné meniče sú známe pod mnohými názvami, ako invertory, Variable Speed Drives (VSD), Variable Frequency Drives (VFD), prevodníky kmitočtu alebo meniče frekvencie. Všetky tieto označenia sú pre ten istý princíp: elektronické zariadenie na plynulú reguláciu otáčok elektromotorov. Dnešné VFD systémy však ponúkajú ďalšie užitočné vlastnosti, ako sú regulačné a ochranné funkcie pre iné komponenty v rámci systému.

Zákony afinity

Vzťah medzi premennými ako je tlak, prietochné množstvo, otáčky hriadeľa a spotreba elektrického prúdu je možné vyjadriť podľa zákonov afinity. Tieto zákony platia nielen pre radiálne, ale aj pre axiálne ventilátory a čerpadlá (obr. 2).



Obr. 2 Zákony afinity popisujú vzťah medzi rýchlosťou pohonu a inými veličinami

Z týchto zákonov je možné spoznať, že objemový prúd stúpa priamo úmerne s otáčkami, zatiaľ čo tlak sa správa proporcionálne ku kvadrátu otáčok. Najdôležitejší bod s ohľadom na úsporu energie je ten, že spotreba elektrického prúdu je proporcionálna k tretej mocnine otáčok. To znamená, že už minimálna redukcia otáčok môže viesť k veľkým úsporám spotreby elektrického prúdu. Z obr. 2 je tak napr. zrejme, že pri 75 % otáčok sa dosiahne 75 % prietochného množstva, ale spotreba elektrického prúdu, ktorý by bol potrebný pre plné prietochné množstvo, je len 42%. Ak sa prietok obmedzí na 50%, redukuje sa tým spotreba elektrického prúdu na 12,5%.

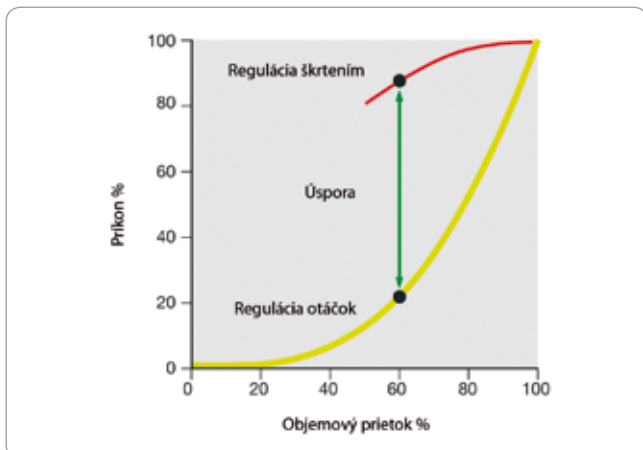
Porovnanie regulácie otáčok s inými metódami regulácie objemového prúdu

Iné typické možnosti regulácie objemového prúdu sú:

- škrtenie pomocou klapiek alebo ventilov,
- použitie prírodných posúvačov v radiálnych ventilátoroch pre obmedzenie prúdu vzduchu vo ventilátore,
- použitie viskózných alebo vírivých spojok na reguláciu krútiaceho momentu medzi ventilátorom a motorom,
- regulácia zap./vyp.,
- prestavenie sklonu lopatiek axiálnych ventilátorov: zmení sa uhol listov ventilátora, aby sa reguloval objemový prúd.

Nevýhoda týchto konvenčných spôsobov kontroly prietoku pozostáva v tom, že žiaden z nich nemá priamy vplyv na spotrebu elektrického prúdu. Pri niektorých z týchto komponentov existujú možnosti redukovania spotreby elektrického prúdu, ale vo vzťahu k spotrebe energie, nie je žiadna z nich tak efektívna, ako použitie regulácie otáčok s FC, pretože motor napriek tomu beží ďalej na plný výkon. Regulácia Zap./Vyp. spôsobuje kvôli zvýšenému počtu zapnutí a vypnutí navyše vysoké mechanické zaťaženie a tlakové špičky v napájaní prúdom, keď sa motor štartuje bez FC.

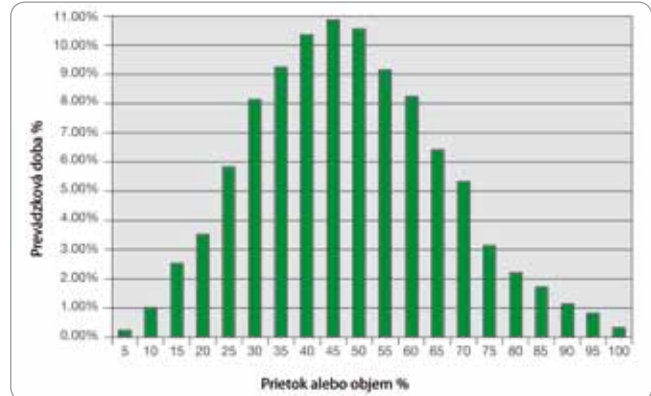
Obr. 3 porovnáva spotrebu prúdu pri použití regulačných ventilov alebo klapiek so spotrebou prúdu pri použití regulácie otáčok.



Obr. 3 Porovnanie medzi kontrolou škrtением a reguláciou otáčok so 60 % prietochným množstvom

Profil zaťaženia typického systému HVAC

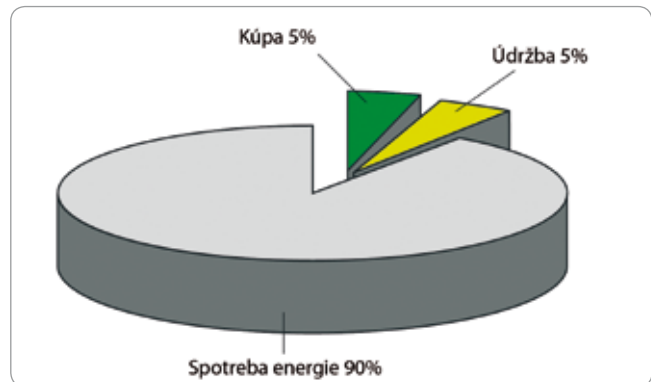
Typický systém je dimenzovaný na špičkové zaťaženie, ktoré je počas prevádzky málokedy potrebné. To teda znamená, že ventilátory a čerpadlá sú pre veľkú časť svojej prevádzkovej doby „predimenzované“. Obr. 4 ukazuje, že normálny prevádzkový bod systému HVAC leží väčšinou pod 100% vyťažením. Na základe zákona afinity je možné doceliť značné úspory, ak boli otáčky hnacieho motora čerpadla, prípadne ventilátora, regulovateľné. Obrázok dolu tiež ukazuje, že prietochné množstvo leží počas viac ako 90% prevádzkovej doby pod 70%.



Obr. 4 Typický profil zaťaženia systému HVAC

Náklady na životný cyklus ventilátorov resp. čerpadiel

Nákupná cena je len malou časťou celkových nákladov na životný cyklus ventilátorov a čerpadiel. Podstatná časť nákladov je údržba, veľká časť prevádzkových nákladov však vyplýva zo spotreby energie. Obr. 5 zobrazuje typické náklady na životný cyklus čerpadla. Tu je zrejme, že úspory energie vo výške až 70 %, majú značný vplyv na náklady počas životného cyklu. Typické náklady na životný cyklus ventilátorov sú ostatne veľmi podobné zobrazeným nákladom na čerpadlá.



Obr. 5 Typické náklady na životný cyklus čerpadiel

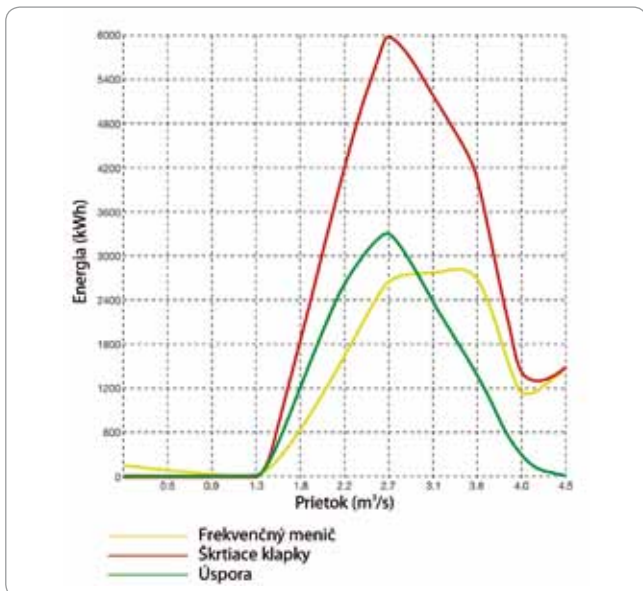
Špeciálne funkcie pre ďalšiu úsporu energie

Dnešné moderné frekvenčné meniče ponúkajú funkcie, ktoré optimalizujú spotrebu energie čerpadiel a ventilátorov. Normálne pracujú FC systémy na základe priamo úmerného vzťahu kmitočet-napätie. To znamená, že sa pri zvýšení kmitočtu/otáčok motora o 10 % zvýši aj napätie o 10%. Niektoré frekvenčné meniče však disponujú automatickou funkciou, tzv. „Optimalizácia Flux“, ktorá prispôbením tohto pomeru môže optimalizovať úroveň napätia. Táto funkcia môže viesť k dodatočnej úspore energie až 5 %.

Okrem toho disponujú možnosťou vypnúť vlastný chladiaci ventilátor, ak nebude potrebný. To vedie k ďalšej nemaléj úspore energie a predlžuje životnosť jediného pohyblivého dielca v FC.

Úspory energie pri aplikáciách ventilátorov

Príklad ukazuje výpočet úspor pre typický radiálny ventilátor s výkonom 5,5 kW v aplikácii úpravy vzduchu. Porovnáva sa regulácia prietoku pomocou škrtiacich klapiek s reguláciou otáčok pomocou FC.



Obr. 6 Kalkulácia úspory energie u ventilátora s výkonom 5,5 kW

Pre kalkuláciu sú potrebné nasledujúce údaje:

- Údaje privádzaného plynu: pri aplikácii HVAC sa môžu ponechať štandardné hodnoty, pretože sa jedná o cirkuláciu vzduchu.
- Údaje ventilátora: menovitý objemový prúd a menovitý prírastok tlaku sú zrejme z listu s údajmi ventilátora.
- Účinnosť:
 - podľa možnosti použiť reálne hodnoty; inak poskytujú štandardné hodnoty dobré odhady.
 - Ventilátor, ktorý je k dispozícii, má priamy pohon, účinnosť prenosu je teda 1.
 - Frekvenčné meniče majú normálne účinnosť 0,98.
- Ako cena energie by sa mala zadať skutočná cena, aby sa podľa možnosti dosiahla presná kalkulácia.
- Prevádzkové hodiny za rok sa vždy odhadnú. Táto kalkulácia vychádza z 80 % využitia za rok s typickými prevádzkovými cyklami pre aplikácie úpravy vzduchu.
- Pri diferencii nákladov v tejto kalkulácii sa jedná o odhadnutú diferenciu pre FC a systém so škrtiacou klapkou tejto veľkosti.

Z výpočtu vyplýva ročný potenciál úspor nákladov na energiu vo výške 992 EUR a doba amortizácie 0,65 roku pre investíciu do systému FC.

Úspory nákladov s malými frekvenčnými meničmi v čerpadlových aplikáciách

V nasledujúcom texte je hrubá kalkuláciu pre porovnanie investičných nákladov priamo pripojeného a pomocou FC riadeného čerpadlového systému.

Alternatíva 1, priamo pripojené čerpadlo (DOL = Direct Online)

Čerpadlo a motor (~3 kW) – 1000 EUR

Inštalácia – 1000 EUR

Celkové náklady na DOL – 2000 EUR

Spotreba energie za 15 rokov

Spotreba s DOL – 394 200 kWh

Náklady na energiu s DOL (9 cent/kWh) - 35 478 EUR

Alternatíva 2, riešenie s VFD

Čerpadlo a motor (~3 kW) – 1000 EUR

VFD – 800 EUR

Inštalácia – 1200 EUR

Celkové náklady s VFD - 3000 EUR

Spotreba energie za 15 rokov (pri odhadnutej úspore energie 30 %)

Spotreba s VFD – 275 940 kWh

Náklady na energiu s VFD (9 cent/kWh) – 24 834 EUR

Úspora energie za 15 rokov – 118 260 kWh

Úspora nákladov na energiu za 15 rokov 10 643 EUR

Úspora nákladov na energiu za 1 rok – 709 EUR

Zhrnutie

Použitie frekvenčných meničov k regulácii otáčok prúdových strojov ako sú čerpadlá, ventilátory a kompresory nie je žiadna nová myšlienka. Nové technológie v tejto oblasti však robia túto alternatívu na základe nízkych nákladov ešte atraktívnejšou. Použitie elektromotorov s variabilnou reguláciou otáčok v systémoch HVAC ponúka veľký potenciál energetických úspor. Táto technológia je preto schopná poskytnúť podstatný prínos pri dodržiavaní lokálnych a medzinárodných dohôd a noriem v oblasti politiky šetrenia energiou a zníženia vypúšťania CO₂.

Tom Ristimäki

produktový manažér

CentraLine c/o Honeywell GmbH