

Nové striedavé rekuperačné meniče od ABB

Peter Šuda

Snahy vývojových tímov spoločnosti ABB neustále smerujú k urýchleniu cesty produktu z vedeckého laboratória do priemyselnej praxe.

Veľký krok vpred urobili v oblasti štandardných frekvenčných meničov, no rekuperačné frekvenčné meniče dnes už ponúkajú oveľa viac než len energeticky výhodný spôsob brzdenia.

Úvod

Nasadzovanie frekvenčných meničov je v priemyselných podnikoch nevyhnutné v záujme udržania výrobných nákladov na prijateľnej úrovni. Táto často nemalá investícia sa vyplatí vzhľadom na veľmi rýchlu návratnosť prostriedkov a energetický prínos. Jednoducho vyčísliteľné sú prínosy, ktoré súvisia priamo s reguláciou otáčok a prínosy z energie, ktorá môže byť z poháňanej technológie vrátená späť do siete.

V tomto článku prinášame viac informácií o spôsoboch brzdenia motorov napájaných frekvenčnými meničmi ako o možnom zdroji úspor. Reč bude aj o nepriamych (resp. menej známych) vplyvoch frekvenčných meničov v brzdnom režime na prevádzku a napájaciu sieť.

Spôsoby dynamického brzdenia

V princípe každý pohon, ktorý znižuje svoju rýchlosť, brzdí. Zatažovací moment poháňaného zariadenia je mnohokrát dostatočne veľký na to, aby po znížení príkonu elektromotora spôsobil jeho samovoľné zabrzdenie. Niekedy je potrebné ubrzdiť za pomerne krátku dobu značné momenty zotrvačnosti, a preto musíme energiu z pohybujúcej sa hmoty „odobrať a premiestniť niekam inam“. Táto energia sa dá ďalej využiť alebo sa zmení na odpad (premení sa na teplo v brzdnych odporoch). V pohónárskej terminológii sa obidvom spôsobom brzdenia hovorí „dynamické brzdenie“, pretože dosiahneme rovnaký efekt – rýchle ubrzdzenie poháňaného zariadenia. Technické a ekonomické aspekty tejto problematiky sa však líšia. Z technického hľadiska nie je vždy možné premieňať energiu na teplo, ktoré hlavne pri častom alebo dlhom brzdení môže spôsobovať problémy vyplývajúce z nadmerne rastúcej okolitej teploty. Z ekonomického pohľadu

treba brať do úvahy rozdiel medzi zbytočne spálenou elektrickou energiou a nadobúdacou cenou riešenia, ktoré by túto energiu dokázalo efektívne využiť.

Na využitie brzdného výkonu nie je vždy nutné použiť rekuperačný menič. V prípade sekčných pohonov (multipohonov), kde na jednu usmerňovaciu jednotku je zapojených niekoľko striedačov, môže byť brzdná energia dodávaná do jednosmerného obvodu, odkiaľ je priamo čerpaná ostatnými striedačmi. Tento spôsob brzdenia sa využíva napríklad v metalurgickom a papierenskom priemysle, keď pohon navíjačky využíva brzdnú energiu odvíjačky. Pri spúšťaní bremena môže žeriav brzdnou energiou poháňať svoj pojazd a mačku. Ďalším spôsobom využitia brzdného výkonu je napríklad brzdíaca odstredivka, ktorá môže pomáhať pri rozbehu inej odstredivky.

Rekuperačné meniče majú veľký význam najmä pri vysokovýkonných polohovacích zariadeniach, kde je dynamické brzdenie bežným prevádzkovým stavom. Ešte dnes sa na tento účel používajú tyristorové usmerňovacie rekuperačné jednotky, no ich vlastnosti sú už podľa súčasných kritérií prekonané.

Spoločnosť ABB bola jedným z najvýznamnejších dodávateľov takýchto zariadení, ale v týchto dňoch sa ich výroba zastavuje. Výhody rekuperačných usmerňovačov so spínacími prvkami IGBT (známych aj pod názvom sínusový usmerňovač) sú veľké. Usmerňovacia jednotka používa to isté riadenie DTC, ktoré umožňuje



extrémne rýchlu reakciu na akúkoľvek zmenu v prevádzke meniča alebo na zmeny pomerov v sieti. Zmena z nominálneho motorického výkonu do rekuperačného trvá len jednotky milisekúnd.

Frekvenčný menič vie udržať nominálne výstupné napätie na výstupe aj pri poklese napájacieho napätia o 15 %. Umožňuje to udržanie hladkého krútiaceho momentu motora aj v prípadoch kolísania napájacieho napätia. Táto vlastnosť sa dosiahne použitím špeciálneho vstupného filtra LCL a prispôbeným algoritmom riadenia DTC. Princíp indukčnej pumpy sa dá využiť aj na zvýšenie výstupného napätia nad úroveň napájacieho napätia, čo umožňuje posunúť odbudzovacieho bodu motora nad nominálnu frekvenciu. Tým sa otvára ďalší priestor na optimálny návrh pohonu, pri ktorom môže byť použitý motor, momentovo o jeden stupeň menší (cca o 10 %). Vplyv na sieť a prostredie je pri frekvenčnom meniči s usmerňovačom IGBT omnoho priaznivejší.

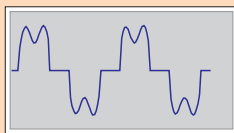
Vplyv na sieť a prostredie

Účinník rekuperačného meniča s usmerňovačom IGBT je regulovaný a nastavený na hodnotu, ktorá sa presne rovná jednej.

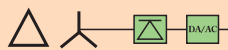
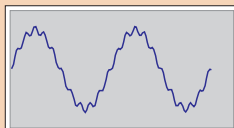
Pohon s takýmto meničom teda odoberá zo siete iba činný výkon. Harmonické skreslenie je potlačené na veľmi nízku úroveň (obr. 1). Samotný spôsob riadenia (DTC) potláča zložky nízkych frekvencií (do 1 kHz) a filter LCL potláča zložky stredných a vyšších frekvencií. Takto sú splnené prísne požiadavky noriem, ako napríklad IEEE 519 1992 alebo EA G5/4.

Zvlášť chceme zdôrazniť význam nízkej hodnoty harmonického skreslenia a účinník rovny jednej. V súvislosti s energetickými úsporami pohonov regulovaných frekvenčnými meničmi sa väčšinou (či už úmyselne alebo neúmyselne) nespomínajú energetické straty vznikajúce na napájacom vedení, vo vinutiach, v železe transformátorov a kompenzačných súpravách.

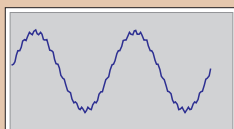


6-pulzné usmernenie

- $I_{thd} < 30\%$
- $U_{thd} < 6 - 16\%$
- jednoduchý transformátor

**12-pulzné usmernenie**

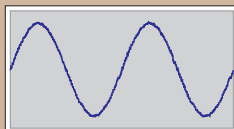
- $I_{thd} < 12\%$
- $U_{thd} < 3 - 8\%$
- transformátor s dvoma sekundárnymi vinutiami

**18-pulzné usmernenie**

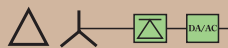
- $I_{thd} < 6\%$
- $U_{thd} < 2 - 5\%$
- transformátor s troma sekundárnymi vinutiami

**6-pulzné usmernenie**

IGBT rekuperačný usmerňovač



- $I_{thd} < 5\%$
- $U_{thd} < 5\%$
- jednoduchý transformátor

**Obr.1**

Spôsobujú ich samotné frekvenčné meniče a dajú sa vyčíslit len veľmi ťažko. Pri tomto type usmerňovača (z obr. 1 je zrejmé, prečo sa mu hovorí sínusový) sú tieto straty zanedbateľne malé.

V niektorých prípadoch, kde je dominantnou požiadavkou nízkeho harmonického skreslenia, je dokonca výhodné použiť takýto rekuperačný frekvenčný menič aj vtedy, keď sa nevyžaduje rekuperácia. Je to preto, že staršie riešenie s 12, 18, alebo 24-pulzným usmerňovačom nie je výhodné vzhľadom na cenu meniča, špeciálneho typu transformátora a komplikovanej kabeláže.

Veľkou výhodou riadenia DTC z hľadiska siete je premenlivá frekvencia spínania výkonových prvkov. Eliminuje sa tým prípadné riziko vzniku rezonancií, ktoré môže v nepriaznivých prípadoch spôsobiť výpadok napájacej sústavy podniku, a tým značné hospodárske škody.

Nové oblasti využitia

Je známe, že ABB je najvýznamnejším dodávateľom zariadení pre veterné elektrárne, kde sa rekuperačné frekvenčné meniče s usmerňovačmi IGBT začínajú stále častejšie uplatňovať. Z energetického hľadiska môže byť výhodnejšie optimálne nastavenie lopatiek turbíny (a teda premenlivá frekvencia otáčania), prevod na jednosmerné napätie a následný prevod na striedavé napätie synchronizované na frekvenciu siete. To isté platí pre vodné turbíny a podobné aplikácie.

Záver

Problematika brzdenia striedavých motorov je veľmi široká a zďaleka nemohla byť v tomto článku vyčerpaná. Samotné rekuperačné brzdenie, ako aj dimenzovanie takéhoto pohonu už presahuje obsahový rámec tohto článku. Našou ambíciou bolo poukázať na stále narastajúci význam týchto meničov v dobe, keď technická úroveň výrobkov začína diktovať priemyslu nové riešenia, a nie naopak, ako to bolo v nedávnej minulosti.

ABB vyrába rekuperačné frekvenčné meniče s usmerňovačom IGBT v rozsahu výkonov od 15 kW do 4 300 kW, pričom najmodernejšie technológie umožnili zmenšenie rozmerov na úroveň 50 % oproti predošlej generácii. Označenie frekvenčných meničov je nasledovné:

- ACS 800-11-xxxx-y pre nástenné vyhotovenie a rozsahy výkonov od 15 – 55 kW,
 - ACS 800-17-xxxx-y pre skriňové vyhotovenie a rozsahy výkonov od 75 kW,
- kde xxxx je nominálny príkon a y označuje úroveň napájacieho napätia.

ABB Elektro, s. r. o.

Ing. Peter Šuda, PhD.
Dúbravská cesta 2
841 04 Bratislava
e-mail: peter.suda@sk.abb.com

14