

Problematika regulácie asynchrónnych motorov veľkých výkonov pomocou meničov frekvencie VONSCH

Pavol Šperka

Regulácia otáčok asynchrónnych motorov veľkých výkonov (nad 315 kW) pomocou meničov frekvencie si vyžaduje osobitný prístup pri technickom návrhu diela. Z hľadiska možností súčasnej techniky je táto problematika riešiteľná viacerými spôsobmi, pričom je možné dosiahnuť rovnaký výsledný efekt. Pri realizácii treba zohľadňovať a rešpektovať aj príslušný legislatívny proces SR.

V tomto článku chceme rozobrať najmä technickú problematiku regulácie otáčok asynchrónnych motorov pre veľké výkony v rozsahu 315 kW až 10 MW a možnosti realizácie vstupných obvodov meniča z hľadiska požiadaviek EMC. Technické možnosti vyplývajú aj z faktu, že veľké výkony asynchrónnych motorov boli a sú realizované pomocou napájania 6 kV, ktorým sa podstatne redukovujú záberové prúdy pri rozbehoch týchto motorov.

Technické možnosti

1. Realizácia regulácie pomocou vn meničov frekvencie

Táto regulácia sa uplatňuje (zatiaľ z cenových dôvodov) najmä v oblasti výkonov nad 2,5 MW, pri ktorých sú zvládnuté technológie meničov frekvencie pomocou vysokonapäťových prvkov vcelku úspešne.

Prvzvládnutá možnosť vo svete je použitie meničov s klasickým vektorovým riadením napäťového typu, pričom ako spínacie prvky sa používajú vypínateľné tyristory GTO, IGCT, resp. moderné vysokonapäťové IGBT tranzistory. Pri frekvenčných meničoch tohto napäťového typu sa na výstup meniča obvykle vyžaduje zapojiť výstupný filter obmedzujúci prepäťové špičky na motore, ktoré vznikajú v dôsledku spínania výkonových prvkov, ako aj vplyvov kapacity prepájacieho kábla menič – motor. Napäťové špičky na motore dosahujú minimálne 9 kV, pri dlhších kábloch a iných nepriaznivých pomeroch môžu tieto špičky presiahnuť niekoľko desiatok kV. Vývojom výkonových prvkov sa postupne prechádza aj na realizácie nižších výkonov, hoci cena kompletného zariadenia je podstatne vyššia než pri iných technických riešeniach. Navyše pri tomto spôsobe regulácie treba zväziť ovplyvňovanie napájacej siete vyššími harmonickými prúdmi a napätiami (najmä skreslenie 5, 7, 9, 11 harmonickou). Bez vstupných filtrov a tlmiviek pri neriadenom usmerňovači nie je možné dosiahnuť hranicu stanovenú normou. Veľkosť týchto skreslení významne ovplyvňuje skratová odolnosť vn sústavy. Návrh a realizáciu týchto riešení musia posudzovať aj odborníci vo vn sústavách aj z hľadiska kmitania sústavy.

Druhou možnosťou je použitie meničov prúdového typu. Ako spínacie prvky sa opäť používajú vypínateľné tyristory GTO, IGCT, resp. moderné vysokonapäťové IGBT tranzistory. Pri frekvenčných meničoch prúdového typu sa na výstup nevyžaduje výstupný filter, pretože je súčasťou meniča a motoru je vnucovaný príslušný prúd. K takýmto meničom zaznamenali návrat aj niektoré renomované firmy práve z dôvodov realizácie výstupnej strany meniča. Pri tomto type je možné použiť aj dlhé káblkové trasy k motorom bez problémov. To, čo bolo povedané o ovplyvňovaní napájacej siete vyššími harmonickými prúdmi a napätiami, platí aj v tomto prípade, to znamená, že bez vstupných filtrov a tlmiviek nie je možné dosiahnuť prijateľné hranice stanovené normou. V prípade, že sa v prúdovom meniči použije na vstupe klasický riadený usmer-

ňovač (nie usmerňovač typu PFC), problematika zanášania vyšších harmonických do siete sa ešte viac skomplikuje.

Tretou, v súčasnosti už najmenej používanou možnosťou, je použitie meniča typu nn s tým, že sa realizuje transformácia vn strany na nn sústavu, ktorá napája menič na nízke napätie, a potom sa vykoná opätovná transformácia výstupu meniča na vn stranu pomocou výstupného transformátora. Táto možnosť sa používa v prípade, ak nie je možné vymeniť vn motor za motor nn, resp. existujú iné technické prekážky. Účinnosť tohto systému je pomerne nízka vzhľadom na dvojnásobnú transformáciu napätí. Zároveň tu je možné dosiahnuť vysokú regulačnú schopnosť kvôli výstupnému transformátoru. Relatívnou výhodou je pomerne dobré zatlmenie rušivých signálov ako VF rušenie a vyššie harmonické vďaka indukčnosťam transformátorov.

2. Realizácia regulácie pomocou nn meničov frekvencie

Táto regulácia sa uplatňuje (tiež najmä z cenových dôvodov) v oblasti výkonov do 2 MW. V prípade, že je k dispozícii motor a napájacia sústava typu nn, je možné použiť menič frekvencie k regulácii priamo s rešpektovaním noriem EMC.

V prípade, že je k dispozícii sieť vn a motor nn (čo je v praxi najčastejšie vyskytujúci sa prípad), na napájanie meniča nn sa použije znižovací transformátor príslušnej napäťovej a výkonovej kategórie. Najčastejšie sa vyskytujúca transformácia je 6 kV/400 V, resp. 6 kV/690 V. Vyšší napäťový prevod sa uplatní najmä pri vyšších výkonoch z dôvodov nižších prúdových namáhání. Toto riešenie, vzhľadom na najčastejší výskyt rozoberieme podrobnejšie, najmä z hľadiska noriem EMC.

Najpoužívanejšie metódy napojenia vstupu meniča pri rešpektovaní noriem EMC sú najmä tieto:

a) Viacimpulzný vstupný usmerňovač meniča a špeciálny transformátor

Pri tejto metóde sa na napájanie meniča použije špeciálny transformátor s viacerými nezávislými vinutiami (najčastejšie dve vinutia), ktoré sú usporiadané na jadre transformátora tak, že po spojení príslušných cievok vinutí sa dosiahne fázový posun medzi vinutiami. Pri transformátore s dvomi vinutiami je to napr. posun o 30 st. elektrických. V meniči sa potom samostatne spracuje dodávaný prúd z každého posunutého vinutia nezávislým usmerňovačom. Pred usmerňovačmi sa v záujme lepšieho potlačenia harmonických obvykle používajú komutačné tlmivky. Týmto sa dosiahne výrazné potlačenie vyšších harmonických prúdov aj napätia na strane vn! Takto zapojená sústava je typu IT – izolovaná sústava, kde sa na ochranu zariadenia využíva odpojenie od zdroja napájania po porušení izolačného stavu voči uzemňovaču. Izolačný stav sa vyhodnocuje špeciálnym prístrojom určeným na spoluprácu s meničom frekvencie. Určitou nevýhodou tohto prepojenia pri použití viacerých meničov v rozvodniach, kde sa stretávajú viaceré typy sietí IT a TN-C, je možnosť prieniku kapacitných prúdov a napäťových rázov do zariadení IT, pretože sa na uzemnenie používa spoločný uzemňovač sústav. Takto navrhované zariadenia musia byť podložené znalosťou celej sústavy na konkrétnom mieste nasadenia. Ďalej je to vyššia náchylnosť k prepäťovým špičkám zo strany siete na menič a možné fluktuácie napätia. Z tohto dôvodu



musia byť vstupné obvody istenia a ochrán meniča na jednotlivých usmerňovačoch dokonale vyriešené. Výstup meniča je najčastejšie napojený na výstupné tlmivky a motor sa prepojí s meničom z dôvodov splnenia EMC tienovým káblom.

b) 6-impulzný vstupný usmerňovač meniča, transformátor a TRAP filter

Pri tejto metóde sa na napájanie meniča použije transformátor s jedným vinutím (klasický transformátor). Za týmto transformátorom je napojená komutačná tlmivka, cez ktorú sa napája aj menič frekvencie a zároveň je za touto tlmivkou paralelne napojený tzv. TRAP filter, ktorý zabezpečuje také fázové natočenie vyšších harmonických na vstupe meniča, aby sa vykompenzovali s tvorenými harmonickými na meniči frekvencie. Keďže ide o pasívny filter, výhodne sa dá použiť aj na filtráciu prepätových špičiek a fluktuácií napätí prichádzajúcich na vstup meniča zo strany siete. Ďalšou výhodou je bezproblémové odpínanie a spínanie na strane vn transformátora (za chodu aj naprázdno) bez poškodenia meniča. Takto zapojená sústava je typu TN-S s vyvedeným stredom transformátora, ktoré je pripojené na uzemňovaciu sústavu. Všetky potenciály sú vyrovnané voči tomuto bodu a aj pri zapojovaní viacerých meničov v jednej rozvodni sú rušivé špičky z iných zdrojov spoľahlivo odfiltrované prepätovými ochranami voči vzťažnému bodu. Toto je dôležitá vlastnosť najmä z hľadiska celkovej spoľahlivosti zariadenia. Pri tomto systéme sa dosahuje veľmi dobrý pomer vlastností/cena. Výstup meniča je podobne ako v predchádzajúcom prípade napojený na výstupné tlmivky a motor sa prepojí s meničom v záujme splnenia EMC tienovým káblom s príslušným prierezom.

c) Riadený vstupný usmerňovač meniča typu PFC, klasický transformátor

Pri tejto metóde sa, podobne ako v predchádzajúcom prípade na napájanie meniča, použije transformátor s jedným vinutím

(klasický transformátor). Za týmto transformátorom je napojený tzv. riadený vstupný usmerňovač typu PFC, ktorý pomocou svojich spínacích prvkov (rýchle IGBT tranzistory) a príslušných tlmiviek na vstupe zabezpečuje také fázové pomery pri práci meniča frekvencie, že odoberaný prúd zo siete je takmer čistý. Ide o najmodernejšie riešenie problematiky EMC pri meničoch frekvencie. Jeho nevýhodou je vysoká cena.

VONSCH má zrealizované viaceré aplikácie v SR metódou uvedenou pod bodom b) v rozvodniach s rôznym typom sústav a tam, kde sa vyžaduje odpínanie a pripínanie sústavy za prevádzky zariadenia, prípadne sa vyskytujú časté výpadky napájania a menič frekvencie musí na tieto stavy inteligentne reagovať. Naposledy realizovanou zákazkou tohto typu bola regulácia obehových čerpadiel s výkonom 800 kW, ktorá nám opäť potvrdila, že toto napojenie sa vyznačuje robustnosťou s minimom vplyvov iných spínaných zariadení na menič a navyše s minimalizáciou vplyvu na napájaciu sieť. Týmto príspevkom sme chceli rozšíriť znalosti technických pracovníkov a ozrejmiť technické možnosti nasadzovania meničov frekvencie väčších výkonov v praxi a zároveň upozorniť na novinky v tejto oblasti, najmä so zameraním na rešpektovanie noriem EMC.



Vonsch, spol. s r. o.

Ing. Pavol Šperka
Budovateľská 13, 977 03 Brezno
Tel./fax: 048/612 29 44, 612 27 96
e-mail: vonsch@vonsch.sk
http://www.vonsch.sk

19

