Frekvenčné meniče radu PowerFlex

Václav Kožíšek

Renomovaný producent priemyselnej automatizácie, americká spoločnosť Rockwell Automation, je tiež skúseným a známym výrobcom frekvenčných meničov. V minulom roku táto spoločnosť predstavila svoj nový rad frekvenčných meničov PowerFlex a práve im je venovaný nasledujúci príspevok.

Nová generácia frekvenčných meničov PowerFlex, vyrábaná firmou Allen-Bradley, pokrýva celý výkonový rad štandardných aplikácií. Pre oblasť nízkeho napätia sú určené meniče PowerFlex 4, 40, 70 a 700. Pre menej bežné aplikácie VN pohonov sú to meniče PowerFlex 7000.

Malý kompaktný frekvenčný menič PowerFlex 4 je určený pre aplikácie od 0,2 do 3,7 kW a pre napätie 230 a 480 V. PowerFlex 4 sa vyrába v krytí IP 20 s možnosťou montáže na panel alebo DIN lištu. Jednou z hlavných predností je konštrukčné vyhotovenie tohto meniča umožňujúce ľahký prístup ku všetkým svorkovniciam, ale najmä možnosť "tesnej" montáže s vylúčením vetracej medzery pri inštalácii viacerých meničov. Tak sa dá podstatným

spôsobom minimalizovať inštalačná plo-

cha. Návrh a usporiadanie výkonových obvodov spĺňa všetky požiadavky európskych noriem.

PowerFlex 4 disponuje intuitívnym ovládacím panelom s dotykovou klávesnicou, s potenciometrom a LED displejom zabudovaným priamo v meniči. Programovateľné parametre umožňujú jednoduché nastavenie meniča, funkciu quick start, ktorá umožňuje nastavenie parametrov pre rýchly a ľahký štart meniča. Na účely ďalšej komu-



PowerFlex 4

nikácie, ako aj pre ľahké nastavovanie

a programovanie meniča pomocou softvéru DriveExplorer™ a DriveExecutive™, je menič vybavený vnútornou komunikáciou RS 485. Je vhodný na použitie v celom rade aplikácií, ako sú napríklad ventilátory, čerpadlá, dopravníky a pod.

Vďaka svojim prednostiam budú meniče PowerFlex 4 po svojom uvedení na český trh určite patriť medzi prvky využívané často a v širokom spektre aplikácií.

PowerFlex 40 rozširuje úspešný rad meničov PowerFlex 4 v podobe kompaktného frekvenčného meniča, určeného pre aplikácie od 0,37 do 7,5 kW, pre vstupné napätie 100 ... 120 V, 200 ... 240 V a 380 ... 480 V. PowerFlex 40 sa vyrába v krytí IP 20 a je možné montovať ho na panel alebo DIN lištu. Konštrukčné vyhotovenie tohto meniča umožňuje ľahký prístup ku všetkým svorkovniciam,



PowerFlex 40

ale najmä možnosť "tesnej" montáže s vylúčením vetracej medzery pri inštalácii viacerých meničov. Menič nevyhrieva vnútorný priestor rozvádzača, takže sa podstatným spôsobom dá ušetriť inštalačná plocha.

Na základné riadenie a nastavovanie meniča PowerFlex 40 slúži intuitívny ovládací panel s LED displejom, dotykovou klávesnicou a s potenciometrom, ktorý je zabudovaný priamo v meniči. Programovateľné parametre

umožňujú jednoduché nastavenie meniča i vďaka funkcii quick start, ktorá pomocou 10 najpoužívanejších parametrov zoradených v jednej skupine zjednodušuje zadávanie základných parametrov pre rýchly a ľahký štart meniča. Na účely ďalšej komunikácie, ako aj pre rýchle nastavovanie a programovanie meniča pomocou softvérov DriveExplorer™ a DriveExecutive™, menič disponuje vnútornou komunikáciou RS 485 s novým komunikačným protokolom DSI (drive serial interface). Vďaka týmto možnostiam sa dá menič PowerFlex 40 prevádzkovať i po sieti Modbus RTU. PowerFlex 40 ďalej umožňuje použitie komunikačného modulu na priamu komunikáciu s nadradeným systémom po protokole DeviceNet. Štandardnou záležitosťou je i možnosť pripojenia vzdialených zariadení ako "remote keypad module", ktorý umožňuje umiestniť ovládací panel na dvere rozvádzača alebo "copycat keypad", ktorý slúži na rýchle nahrávanie a prehrávanie všetkých parametrov meniča.

Výstupná frekvencia sa dá zadávať externe, pomocou digitálneho alebo analógového vstupu. Pri analógovom zadávaní rýchlosti je rešpektovaný signál 0 ... 10 V, 4 ... 20 mA alebo externý potenciometer. Samozrejmosťou pri frekvenčných meničoch je možnosť výberu z 8 prednastavených frekvencií, nastaviteľná frekvencia PWM, nastavenie dvoch rozbehových a dobehových rámp, riadenie rozbehu a dobehu po tzv. S-krivke, brzdenie jednosmerným prúdom, funkcia letmého štartu, automatický reštart, ľahká diagnostika a odstránenie chýb. Meniče určené pre jednofázové aplikácie pri vstupnom napätí 240 V štandardne disponujú interným odrušovacím filtrom umiestnenom v meniči. Pre výkonové rozsahy od $0,75~\mathrm{kW}$ sú meniče vybavené vlastným dynamickým brzdením. Ďalšia z množstva funkcií je i možnosť prevádzkovať meniče PowerFlex 40 v siefach IT.

typ konštrukcie	120 V AC – 1f (kW)	240 V AC – 1f (kW)	240 V AC – 3f (kW)	480 V AC – 3f (kW)	rozmery V x Š x H (mm)	váha (kg)
В	0,4 0,75 1,1	0,4 0,75 1,5	0,4 0,75 1,5 2,2 3,7	0,4 0,75 1,5 2,2 4,0	180 x 100 x 136	2,2
С		2,2	5,5 7,5	5,5 7,5	260 x 130 x 180	4,3

Tab.1 Rozmery a hmotnosť meniča

PowerFlex 40 ponúka elektronickú nadprúdovú ochranu motora, ktorá neustále monitoruje stav meniča, zaisťuje jeho plynulý chod a chráni motor pred poškodením.

Meniče PowerFlex 70 a 700 rozširujú, prípadne dopĺňajú možnosti súčasných meničov. Medzi ich štandardné vlastnosti patrí tzv. funkcia "sensorless vector", vďaka ktorej menič dosahuje vysokú presnosť nastavenia otáčok bez nutnosti fyzickej spätnej väzby. Skalárne riadenie U/f je vhodné pre jednoduché aplikácie, nenáročné na moment. Vďaka tranzistorom IGBT na výstupe bola dosiahnutá vyššia účinnosť frekvenčného meniča, zníženie hlučnosti i mechanickej rezonancie. Samozrejmosťou je nastaviteľná výstupná frekvencia s možnosťou troch zakázaných pásiem kmitočtu a nastaviteľná frekvencia modulácie PWM. Z ďalších funkcií treba spomenúť auto-ekonomizér, funkciu letmého štartu, pamäť chýb so záznamom časov, nastaviteľný reštart meniča po chybe alebo "test points" (priamy prístup k vnútorným premenným meniča) atď. Brzdenie záťaže je možné jednosmerným prúdom alebo pomocou vstavanej dynamickej brzdy. Tá spolu so zabudovaným sieťovým odrušovacím filtrom zjednodušuje a zlacňuje zapojenie meniča v rozvádzači. Meniče navyše disponujú zabudovanou elektronickou nadprúdovou ochranou motora, ktorá neustále monitoruje stav meniča, zaisťuje jeho plynulý chod a chráni motor pred poškodením.

Pri riešení jednoduchých regulačných alebo polohovacích aplikácií je výhodné namiesto externého regulátora využiť zabudovaný regulátor PI.

Presnému a precíznemu riadeniu napomáha možnosť digitálneho programovania. Meniče PowerFlex môžu byť programované buď miestne, z panela ovládacieho modulu, alebo cez sériové komunikačné rozhranie pri použití PC. Na on-line editovanie a monitorovanie parametrov je určený funkčný softvér DriveExplorer™, DriveTools32™ a nový softvér DriveExecutive™. Ovládací modul HIM (human interface module), pomocou ktorého obsluha vykonáva jednoduché nastavenie a ovládanie meniča, tiež zaznamenal podstatné zmeny. Modul je ponúkaný v niekoľkých verziách, vždy ale so širokou viacjazyčnou podporou. Priamo v menu modulu si môže používateľ vybrať zo siedmich svetových jazykov (holandčina, angličtina, francúzština, taliančina, nemčina, portugalčina a španielčina). Vyhotovenie ovládacích panelov je možné rozdeliť na dva hlavné druhy – LCD HIM, ktorý zobrazuje stavové hlásenie meniča na 7 riadkoch, s 21 charakteristickými a logicky usporiadanými oknami a LED HIM modul s jednoriadkovým, šesťznakovým LED displejom. Je však zachovaná možnosť pripojenia (cez prepájací kábel) súčasných komunikačných modulov HIM frekvenčných meničov firmy Allen-Bradley (1336 PLUS, 1336 PLUS II, 1336 IMPACT, 1336 FORCE).

Na pripojenie vonkajších signálov disponuje menič vstupno-výstupnou (I/O) jednotkou programovateľných vstupov a výstupov, ktorá uľahčuje priame pripojenie podľa požiadavky používateľa. Štandardne I/O jednotka obsahuje 6 logických vstupov, 2 reléové výstupy, 2 analógové vstupy a 1 analógový výstup.

Pre logické vstupy je možné voliť úroveň 24 V DC a 115 V AC, analógové ovládanie rešpektuje štandardný signál 0 ... 10 V, 4 ... 20 mA alebo externý potenciometer.

Aby bolo možné menič ovládať a monitorovať priamo z riadiaceho systému, disponuje PowerFlex ďalšími možnosťami komunikácie. Priamo do meniča integrované moduly umožňujú komunikáciu po sieti Ethernet, DeviceNet, ControlNet, Universal Remote I/O, RS 232/485, Profibus, Interbus-S, Modbus či Modbus+. Naďalej je však zachovaná kompatibilita so súčasnými modulmi SCANport.

Frekvenčné meniče nového radu **PowerFlex 70** sú vyrábané vo výkonovom rade od 0,37 do 15 kW a pre napätie: 200 ... 240 V, 380 ... 480 V, 500 ... 600 V. Menič je navrhnutý tak, aby uspokojil nielen požiadavky na jeho vonkajšie rozmery, ale aj na jedno-

duchosť a spoľahlivosť v širokom spektre aplikácií. Je ponúkaný v štyroch konštrukčných realizáciách, v každom s minimálnymi rozmermi. Hoci je výrobcom americká spoločnosť, návrh a usporiadanie výkonových obvodov spĺňa všetky požiadavky európskych noriem.



Medzi ďalšie, dosiaľ nespomínané parametre PowerFlexu 70 patrí:

- Digitálne alebo analógové monitorovanie prevádzkových stavov meniča, motora a chybových hlásení.
- Ovládacie a programovacie LCD alebo LED HIM modul (human interface module), ktoré sú vynímateľné za chodu meniča.
- Vynikajúce momentové vlastnosti a stabilita chodu motora pri všetkých rýchlostiach.
- Nastaviteľná frekvencia modulácie PWM (2 ... 10 kHz).
- AutoTune (optimalizácia pohonu podľa motora a záťaže).
- Zmena rýchlosti motora podľa S-krivky.
- Voliteľný rozsah kmitočtu v pásme 0 ... 400 Hz.
- Ovládanie miestne alebo diaľkovo komunikácia po sériovej linke s riadiacim systémom.
- Nový komunikačný štandard DPI (drive peripheral interface).

Nemenej zaujímavé je aj riešenie chladiča frekvenčného meniča, ktorý je umiestnený mimo rozvádzača. V tomto prípade menič nevyhrieva rozvádzač, preto nie je nutný prídavný ventilátor. Tak sa šetrí nielen miesto v rozvádzači, ale i jeho celková cena.

Frekvenčné meniče PowerFlex 70 sú ideálnym riešením na riadenie napríklad mechanických výťahov, prietokových čerpadiel, dopravníkov, odstrediviek, výrobných liniek a pre množstvo ďalších aplikácií.

Frekvenčný menič **PowerFlex 700** firmy Allen-Bradley je ďalším členom typového radu PowerFlex. Vyniká jednoduchou obsluhou a ovládaním – k jeho výhodám patrí aj kompatibilita

a rovnaké ovládanie a riadenie ako pri meničoch radu PowerFlex 70. Výkonový rad tohto meniča v prvej etape začína pri 0,37 kW a končí pri 30 kW pre napätie: 200 ... 240 V, 380 ... 480 V, 500 ... 600 V.

PowerFlox
Sci
ra
lo
te
no
control
te
k
20
control
te
no

PowerFlex 700

PowerFlex 700 disponuje navyše funkciou "flux vector" využiteľnou v širokom rade aplikácií, zmenou rýchlosti motora podľa S-krivky, detekciou výpadku siete a indikáciou straty záťaže. Navyše majú pamäťový rad ôsmich posledných "alarmových" udalostí, pamäť pre 3 sady parametrov nastaviteľných podľa konkrétnej aplikácie, možnosti pre logické vstupy voliť úroveň 24 V DC a 115 V AC. Menič je možné dodať

i vo vyhotovení DC BUS version, ktorá umožňuje zapojenie meniča na jeho jednosmerný obvod, štandardne odrušovacím "FERIT" (common mode core) na výstupe meniča. Zaujímavé je i konštrukčné vyhotovenie meniča umožňujúce jeho "tesnú" montáž s vylúčením vetracej medzery pri inštalácii viacerých meničov. Tak sa dá podstatným spôsobom minimalizovať inštalačná plocha.

Meniče, samozrejme, majú rad ochrán ako napríklad inteligentnú elektronickú monitorovaciu činnosť meniča, aktívny tepelný manažér, ktorý meniču umožňuje reagovať na chybu preťaženia, a tým zabrániť prehriatiu a poškodeniu meniča, ochranu prepätia, podpätia atď.

Štandardné NN meniče patria dnes medzi bežné produkty, vyrábané množstvom spoločností na celom svete. Naproti tomu VN meniče frekvencie patria k "hi-tech" zariadeniam s obmedzeným počtom výrobcov. Jedným z nich je i spoločnosť Allen-Bradley, súčasť Rockwell Automation.

Nový rad VN meničov radu **PowerFlex 7000** sa vyrába pre výkony 373 až 6.340 kW pre 2,4 kV, 3,3 kV, 4,16 kV a 6,6 kV. Ich nespornou výhodou je ľahké použitie, vysoká spoľahlivosť a nízka celková cena. Kompaktné modulové vyhotovenie zvýrazňuje jedinečný dizajn a výnimočné vlastnosti VN meničov radu PowerFlex 7000. VN meniče radu PowerFlex 7000 majú novú technológiu výkonových polovodičových súčiastok SGCT (symmetrical gate commutated thyristor), vďaka ktorým došlo k zníženiu strát vznikajúcich spínaním a ktoré zároveň zvyšujú spoľahlivosť celého zariadenia.

Frekvenčný menič Allen-Bradley radu PowerFlex 7000 je principiálne prúdový striedač s pulzne šírkovou moduláciou výstupného prúdu. Obsahuje dva riadené mostíky:

- 18-(6-)*) pulzný tyristorový usmerňovač s vonkajšou (prirodzenou) komutáciou, s možnosťou chodu meniča v motorickom režime a v brzdnom režime s rekuperáciou do napájacej siete. Štandardne je tiež ponúkané vyhotovenie s plne riadeným usmerňovačom PWM modulácie, pričom jeho vyhotovenie je identické ako pri invertore, opísanom v ďalšom odstavci.
- Plne riadený striedač (invertor) osadený tyristormi (SGCT, symmetrical gate commutated thyristors) pre generovanie napájania motora s nízkym obsahom vyšších harmonických frekvencií.

*) Voľba medzi 6- alebo 18-pulzným usmerňovačom, ovplyvňujúcim úroveň vyšších harmonických emitovaných meničom do siete, závisí od konkrétnej aplikácie. 6-pulzný usmerňovač doplnený filtrom vyšších harmonických je vhodný do aplikácií, ktoré predstavujú malé percento z celkového inštalovaného výkonu technológie. Naproti tomu 18-pulzný usmerňovač (doplnený vstupným transformátorom) sám osebe spĺňa požiadavky normy IEEE 519-1992 a dá sa aplikovať kdekoľvek.

Bloky výkonových modulov v usmerňovači a striedači skracujú montážne časy, umožňujú ľahký prístup k hlavným výkonovým komponentom a ich rýchlu výmenu. Medzi výhody patrí zjedno-



dušenie alebo vylúčenie tlmiacich komponentov, zníženie počtu komponentov, a tým i zvýšená spoľahlivosť a znížená cena i veľkosť.

Medzi štandardné vlastnosti tohto VN meniča patrí riadiaca metóda sensorless direct vector control (full vector control optional), vstupná ochrana (metal oxid varistory), riadenie synchrónnych i asynchrónnych motorov, autotuning, sprievodca spustením, štvorkvadrantové vyhotovenie, rekuperácia energie do napájacej siete pri brzdení záťaže s veľkým momentom zotrvačnosti atď. Zabudovaný sínusový filter na strane výstupu vyhladzuje priebeh napätia a prúdu motora pre plný rozsah otáčok a záťaže. Harmonické skreslenie výstupného napä-

tia je typicky 3 %, v najhoršom prípade menšie ako 5 % (spĺňa IEEE 519-1992). Preto sa dá využiť štandardný motor bez redukcie výkonu a ohrozenia kvality izolácie motora a kábla v dôsledku vysokého pomeru du/dt, di/dt. Inými slovami, takmer sínusový priebeh U, I v celom rozsahu otáčok a záťaže má za následok to, že sa nevyžaduje motor so špeciálnou izoláciou. Menič je preto ideálny pre retrofitné aplikácie, kde nie je nutná výmena motora alebo kábla. (Ten navyše môže mať takmer neobmedzenú dĺžku. Existuje aplikácia až s 15 km vzdialenosťou pohon – menič.)

V záujme zaistenia maximálnej úrovne bezpečnosti a šumovej imunity sú riadiace a výkonové obvody oddelené optickými káblami.

Riadiace obvody môžu byť k meniču pripojené pomocou analógových vstupov (1 izolovaný a 3 neizolované), analógových výstupov (1 izolovaný a 7 neizolovaných), 24 logických vstupov a 24 logických výstupov. Na pripojenie riadiaceho systému je možné využiť širokú škálu komunikačných rozhraní (RS 232, Universal Remote I/O, DeviceNet, ControlNet, Modbus, Modbus+, Ethernet).

Na manuálne nastavenie a ovládanie je určený zabudovaný LCD panel (PanelView 550). Displej, rozdelený do 16 riadkov po 40 písmenách, umožňuje ľahké nastavenie všetkých parametrov, monitorovanie meniča a vyhľadávanie porúch.

Meniče frekvencie PowerFlex 7000 sú ideálne do všetkých VN aplikácií, kde je nutné regulovať otáčky pohonu, jeho výkon a pod. Zvlášť v dnešnej dobe, keď cena elektrickej energie rastie, sa tieto aplikácie stávajú ešte atraktívnejšími. Návratnosť takýchto investícií sa skracuje, preto sú uvedené meniče pre mnoho podnikov stále zaujímavejšie.



ControlTech

Václav Kožíšek

ControlTech, s. r. o.

Spartakovská 38, 917 01 Trnava Tel.: 033/550 51 00, -11 Fax: 033/550 51 00, kl. 22 e-mail: info@controltech.sk http://www.controltech.sk

