

FPGA a energeticky účinné riadenie motorov domácich spotrebičov

Srdcom každej modernej domácnosti sú rôzne elektrické a elektronické spotrebiče. Používatelia žiadajú, aby boli „inteligentné“, „zelené“ a samozrejme stále lacnejšie. Všetky tieto nároky a požiadavky nútia vývojárov tvoriť výnimočné, technologicky vyspelé zariadenia.

Inteligentné domáce spotrebiče už niekoľko rokov používajú všeobecne dostupné elektronické prvky, ako napr. jednotku mikroradiča (MCU) a bloky na digitálne spracovanie signálov (DSP). Tie umožňujú činnosť rôznych používateľských rozhraní či riadenie motorov. Výkon týchto zariadení je však obmedzený, pretože sú vytvorené na generickom hardvéri, pričom softvér predstavuje pre vývojára domácich spotrebičov jediný spôsob, ako vytvoriť funkcie špecifické pre danú aplikáciu.

FPGA (Field Programmable Gate Array - programovateľné hradlové polia) dáva naopak vývojárom domácich spotrebičov voľnosť pri vytváraní zákaznických funkcií, úplne prispôsobiteľných špecifickým požiadavkám danej aplikácie a to zo strany softvéru aj hardvéru pri veľmi nízkych nákladoch. Táto voľnosť otvára nové možnosti pri dosahovaní nových výkonov obzvlášť z hľadiska energeticky účinného riadenia motorov. 50 % spotreby energií v domácnosti pripadá na domáce spotrebiče (v rozvinutých priemyselných krajinách), pričom ceny energií každoročne rastú a zvyšujú sa aj požiadavky v podobe rôznych vyhlášok a zákonov na ochranu životného prostredia. FPGA dokážu vývojárom domácich spotrebičov pomôcť vytvárať „zelené“ produkty, ktoré môžu získať certifikácie či už podľa štandardu Energy Star alebo iných a navyše priniesť aj ich používateľom nezanedbateľné úspory.

V článku prezentujeme výhody, ktoré FPGA prináša vývojárom domácich spotrebičov a to najmä z hľadiska riadenia motora integrovaného na jednom mikroprocesore.

Riadenie motora v domácich spotrebičoch

Systémy riadenia motora sú srdcom v mnohých domácich spotrebičoch, ako je napr. práčka, umývačka riadu, sušička, chladnička, pričom spôsob riadenia motora závisí od jeho typu. Dvomi najčastejšie používanými typmi motorov v domácich spotrebičoch sú synchronne motory s permanentnými magnetmi (SMsPM) a indukčné motory (IM). Kvalita vyhotovenia domácich spotrebičov je z hľadiska spotreby elektrickej energie a hluku pre ich používateľov dôležitá a má priamy vplyv na cenovú konkurencieschopnosť. Dôležité je, aby domáce spotrebiče zároveň spĺňali aj zákony týkajúce sa ochrany životného prostredia a požiadavky výrobcov elektrickej energie. Podľa údajov Ministerstva energetiky Spojených štátov amerických môže použitie pohonov motorov s frekvenčnými meničmi v práčkach ušetriť ročne 140 kWh za rok a vplyvniť úspory vo výške ďalších 2374 kWh za rok súvisiacich s prípravou teplej vody [1].

Výhody využitia FPGA pri riadení motora

Riadenie motora je aplikácia s nelineárnymi parametrami premenlivými v čase, ktorá vyžaduje silné výpočtové prostriedky potrebné na zvládnutie rýchlej dynamiky toku prúdu v motore a elektronických spínačoch. V minulosti sa táto výpočtová kapacita riešila prostredníctvom softvérovej schémy riadenia motora bežiacaj na samostatnom MPU/DSP mikroprocesore, ktorý obsahoval generický blok typu „všetko v jednom“ pre šírko-impulznú moduláciu (PWM). Avšak takáto architektúra systému nedokáže dosiahnuť optimálny výkon či integráciu potrebnú v aplikáciách riadenia motora. V ďalšej časti je uvedené, aké výhody prináša cenovo dostupné FPGA a know-how v oblasti riadenia motorov pri tvorbe vysokovýkonných a energeticky úspornejších systémov riadenia motora pre domáce spotrebiče z hľadiska spotreby energie, výkonu, bezpečnosti, spoľahlivosti či ceny.

Výhody z hľadiska spotreby energií

Hlavnou časťou každej stratégie riadenia prúdu je ovládanie napätých riadiacich impulzov pomocou jednej z mnohých techník PWM. Technika PWM riadi stav výkonných tranzistorov s cieľom dosiahnuť priemernú hodnotu napätého riadiaceho impulzu. Táto technika dokáže znížiť straty v motore a vo výkonnom meniči pri súčasnej optimalizácii využitia napätia na jednosmernej zbernici.

Skutočnou výhodou FPGA je, že umožňuje zákazníkovi prispôbiť niečo, čo predtým nebolo možné a bolo pevne definované hardvérom v blokoch MCU a DSP. Navyše PWM jadro zapracované do FPGA, ktoré je špecifické pre danú aplikáciu, úplne optimalizuje energetickú účinnosť a keďže presne zohľadňuje parametre motora, môže nahradiť štandardný blok PWM nachádzajúci sa v mikroprocesore na riadenie motora (či už v rámci MCU alebo DSP). Na obr. 1 je znázornené, ako dokáže optimalizovaná PWM zrealizovaná na FPGA znížiť celkové harmonické skreslenie (CHS) takmer o 50 % pri vysokom koeficiente modulácie v porovnaní so štandardnou PWM bežiacou v blokoch MCU alebo DSP. Navyše sa znižujú straty v motore, počutelný hluk a zvyšuje sa celková spoľahlivosť motora.

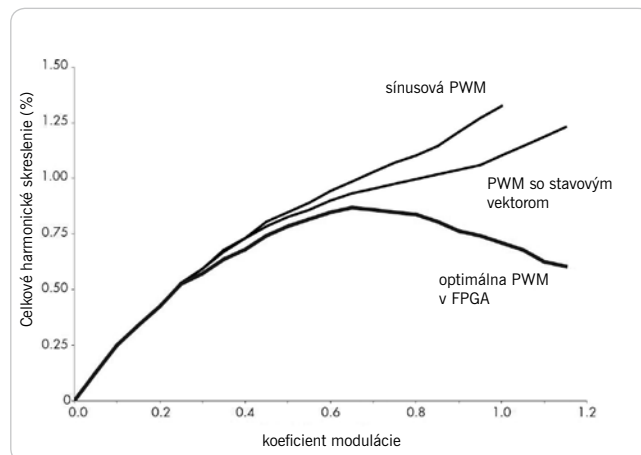
FPGA-based optimal PWM

– optimálna PWM v FPGA

Experimentálne overenie pri použití SMsPM ukázalo, že takéto zníženie celkového harmonického skreslenia môže viesť k 50 a 55 %-nému zníženiu strát v motore a meniči, čo znamená výrazný príspevok k celkovej účinnosti. Tieto výsledky napomáhajú domácim spotrebičom získať certifikáciu Energy Star a/alebo vývojárom umožňujú pridať nové vlastnosti, ktorými odlišia svoje produkty od konkurencie, ako napr. vylepšené rozhranie človek-zariadenie s vlastnosťami HDTV.

Výhody z hľadiska výkonu, bezpečnosti, spoľahlivosti a celkovej ceny

Programovateľnosť hardvéru FPGA umožňuje jednoduchú implementáciu jednocelových vysokovýkonných logických elektronických obvodov. Jednocelové logické elektronické obvody na riadenie prúdu a momentu motora umožňujú v porovnaní so spúšťaním programu na generických MCU alebo DSP blokoch využiť veľkú



Obr. 1.

šírku pásma pre vysokofrekvenčnú (viac ako 100 kHz) riadiacu slučku [2]. Takáto šírka pásma má vzhľadom na lepšiu možnosť regulácie pozitívny vplyv na kvalitu prúdu. Zároveň to regulátoru motora umožňuje získať dôležité informácie o stave motora počas prevádzky, ktoré môžu byť následne odoslané do hlavnej riadiacej jednotky domácich spotrebičov s cieľom upozorniť používateľa na možné riziko zlyhania motora a potrebu nastavenia parametrov riadenia motora, aby sa predišlo riziku výpadku a zvýšila sa bezpečnosť jeho prevádzky [3].

FPGA prinášajú aj výhody z hľadiska celkových nákladov. Jedným z prínosov využitia FPGA pri zvyšovaní výkonu aplikácií riadenia motorov je, že ponúkajú výbornú prispôbitelnosť úpravy komponentov, čo umožňuje prepojenie a beh funkcií zabezpečujúcich intenzívne výpočty s hlavnou schémou riadenia. Tieto funkcie môžu byť adaptívne, využívajúce parametre motora v reálnom čase a odhady stavu na zvýšenie výkonu riadenia motora a umožňujúce ich beh bez potreby snímačov rýchlosti či polohy (bezsnímačové riadenie).

Zavedenie takýchto funkcií do MCU alebo DSP blokov núti vývojárov robiť kompromisy z hľadiska výkonu riadenia motora, ako aj výkonu celého systému. V FPGA sú naopak tieto funkcie úplne nezávislé. Regulátor motora postavený na báze FPGA ponúka úplne deterministický výkon a v porovnaní s prístupom sériovo vykonávaných inštrukcií v MCU alebo DSP blokoch zlepšuje spoľahlivosť zariadenia [4].

Literatúra

[1] DOE/EE-0218: Assessment of High-Performance, Family-Sized Commercial Clothes Washers, 2000

[2] Monmasson E., Cirstea, M.: FPGA Design Methodology for Industrial Control Systems - A review, IEEE Trans. on Industrial Electronics, Vol. 54, No. 4, August 2007

<http://ieeexplore.ieee.org/iel5/41/4265775/04267891.pdf?arnumber=4267891>

[3] Le Roux, W., Harley, R.G., Habetler, T.G.: Detecting faults in rotors of PM drives, Industry Applications Magazine, IEEE, vol.14, no.2, pp.23-31, March-April, 2008, http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=4487121

[4] Parker, M.: FPGA vs. DSP Design Reliability and Maintenance, Altera white paper, May 2007,

www.altera.com/literature/wp/wp-01023.pdf

Zdroj textu a obrázkov: Perron, M., Joyce, J.: FPGAs Enable Energy-Efficient Motor Control in Next-Generation Smart Home Appliances, Altera white paper, november, 2008

Celý článok si môžete prečítať na www.atpjournal.sk

-tog-