



Produkt Roku 2020

# Typoszereg falownikowych napędów samochodowych FNS

Zbigniew Gołębiwski

Pierwsze samochody elektryczne skonstruowano już w XIX wieku. Jednak m.in. brak odpowiedniej technologii magazynowania energii elektrycznej w pojazdach oraz jej przetwarzania przyczyniły się do spowolnienia prac nad powszechnym wykorzystaniem napędu elektrycznego na wiele dziesięcioleci. Dopiero obecnie stosowane akumulatory litowo-jonowe, rozwój energoelektroniki oraz narastające problemy klimatyczne spowodowały zintensyfikowanie prac nad upowszechnieniem pojazdów elektrycznych w transporcie indywidualnym, jak i publicznym.

Jednym z kluczowych elementów pojazdu elektrycznego jest przekształtnik energoelektroniczny (tzw. falownik bądź inwerter). Falownik przetwarza napięcie stałe uzyskiwane z baterii akumulatorów na napięcie przemiennie o żądanej amplitudzie i częstotliwości. Kontrolując wartość napięcia i wartość prądu, inwerter steruje pracą silnika elektrycznego w taki sposób, aby zapewnić zadany moment obrotowy i prędkość.

Opracowany przez Zakład Energoelektroniki TWERD Sp. z o.o. typoszereg Falownikowych Napędów Samochodowych FNS charakteryzuje się m.in. zaawansowanym algorytmem sterowania i kompaktową obudową. Przeznaczony jest do zasilania i sterowania pracą silników synchronicznych z magnesami trwałymi PMSM (ang. *Permanent Magnet Synchronous Motor*) oraz silników bezszczotkowych prądu stałego BLDC (ang. *Brushless DC*). Silniki te znajdują szerokie zastosowanie w napędach pojazdów osobowych, ciężarowych, autobusów, jednostek pływających, a także innych pojazdów i maszyn.

Typoszereg składa się z falowników FNS60 o mocach 43 kW, 75 kW i 100 kW (rys. 1) przeznaczonych głównie do zastosowania w pojazdach osobowych i dostawczych oraz falowników FNS70 o mocach 150 kW i 200 kW (rys. 2) przeznaczonych przede wszystkim do zastosowania w pojazdach ciężarowych i autobusach. Falowniki mogą być także zastosowane w napędach łodzi i statków z opcją sterowania bezczujnikowego

silnikiem synchronicznym PMSM, a także innych pojazdach i maszynach elektrycznych, w tym górniczych i rolniczych. Ze względu na opcję montażu układów pomiarowych możliwe jest wykonanie specjalne wersji laboratoryjnej dla jednostek badawczo-rozwojowych. W opracowanym rozwiązaniu zaimplementowano autorski obserwator stanu umożliwiający pracę bezczujnikową silnika PMSM w napędach jednostek pływających niewymagających precyzyjnej regulacji momentu oraz pracy przy prędkości bliskiej zeru.

FNS może pracować z silnikami PMSM trójfazowymi, jak i sześciofazowymi w różnych wariantach konfiguracyjnych:

- jeden falownik FNS60 lub FNS70 – jeden silnik trójfazowy;
- dwa falowniki FNS60 lub dwa falowniki FNS70 – jeden silnik sześciofazowy z dwoma oddzielnymi uzwojeniami połączonymi w gwiazdę na stojanie;
- jeden falownik FNS70 – jeden silnik sześciofazowy z dwoma oddzielnymi uzwojeniami połączonymi w gwiazdę na stojanie.

Algorytm sterowania bazuje na metodzie FOC (ang. *Field Oriented Control*) z wykorzystaniem punktów pracy silnika zapisanych w tablicach (tzw. *Lookup table*).

Komunikacja ze sterownikiem wewnątrz pojazdu odbywa się poprzez magistralę CAN z protokołem zgodnym z CanOpen. Inwerter może pracować w dwóch trybach: momentowym i prędkościowym. Zakres zadawanego



Rys. 1. Falownik FNS60



Rys. 2. Falownik FNS70

momentu wynosi od 0% do 200% momentu znamionowego. Zakres prędkości wynosi od 0 do 10 000 rpm w wartości bezwzględnej.

Opracowany produkt został przetestowany w Laboratorium Maszyn Elektrycznych Instytutu Napędów i Maszyn KOMEL oraz w środowisku zbliżonym do naturalnego, tj. w samochodzie elektrycznym Fiat Panda z silnikiem IPMSM produkcji polskiej marki KOMEL i w samochodzie Ford Connect z silnikiem BLDC.

Przeprowadzone badania wykazały poprawne działanie inwerterów w zainstalowanych pojazdach. ■

mgr inż. Zbigniew Gołębiwski  
Zakład Energoelektroniki TWERD Sp. z o.o.