

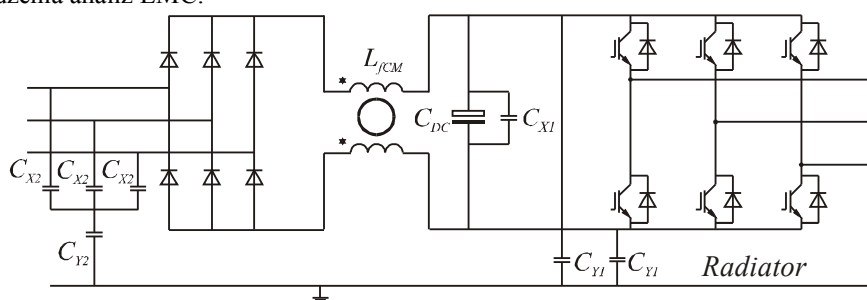
Robert SMOLEŃSKI¹
Adam KEMPSKI¹

ZABURZENIA PRZEWODZONE W ASYNCHRONICZNYCH NAPĘDACH GRUPOWYCH

W artykule przedstawiono wyniki pomiarów oraz analiz dróg rozplywu zaburzeń elektromagnetycznych przewodzonych generowanych przez dwa identyczne napędy asynchroniczne o regulowanej prędkości dla różnych konfiguracji połączeń. Badania wykonano zgodnie z normą PN-EN 61800-3, za pomocą sztucznej sieci stabilizującej impedancję, w pełnym paśmie zaburzeń przewodzonych. Uzyskane wyniki pokazały, że ze względu na wzajemne interakcje pomiędzy napędami trudno jest określić poziom zaburzeń sumarycznych w napędach grupowych.

1 ZABURZENIA PRZEWODZONE POJEDYNCZEGO ASYNCHRONICZNEGO NAPĘDU PRZEKSZTAŁTNIKOWEGO

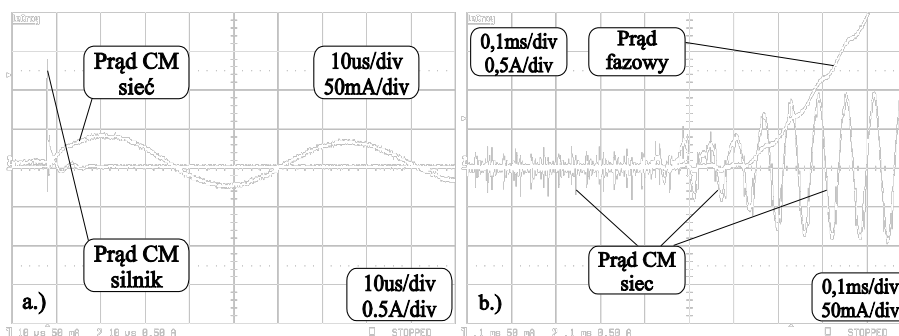
W badaniach wykorzystano układy napędowe z komercyjnie dostępnymi, przemysłowymi przemiennikami częstotliwości, z niesterowanymi prostownikami wejściowymi. Silniki o mocy 1 kW zasilono z przekształtników czterożyłowymi kablami silnikowymi o długości 2 m. Na rys.1 przedstawiono schemat zastosowanych przemienników częstotliwości z zaznaczonymi elementami obwodu istotnymi z punktu widzenia analiz EMC.



Rys.1. Schemat przemiennika częstotliwości stosowanego w badaniach.

¹ Instytut Inżynierii Elektrycznej, Uniwersytet Zielonogórski, ul. Podgórna 50, 65-246 Zielona Góra, tel.: +48 0683282377, e-mail: R.Smolenski@iee.uz.zgora.pl, A.Kempski@iee.uz.zgora.pl

Na rys.2 przedstawiono przebiegi prądów zaburzeń wspólnych (CM) po stronie sieci i silnika (należy zwrócić uwagę na różne podziałki dla prądów po stronie sieci i silnika) oraz prąd zaburzeń wspólnych z wejściowym prądem prostownika.



Rys.2. a.) Prąd zaburzeń CM po stronie sieci i silnika, b.) prąd zaburzeń CM po stronie sieci i prąd fazowy prostownika

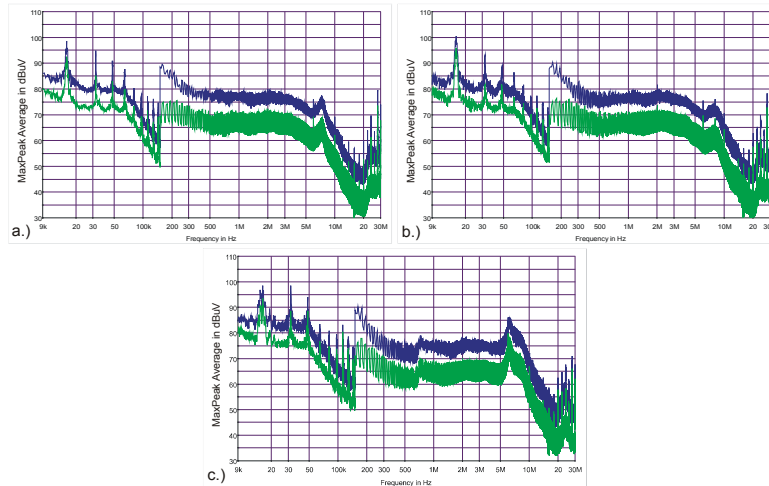
Na podstawie wyników przedstawionych w pracach [2-4] można przyjąć, że jedynym znaczącym źródłem przewodzonych prądów CM w układzie jest napięcie zaburzeń wspólnych na wyjściu falownika. Niewielki, w stosunku do prądu zaburzeń po stronie silnika, prąd zaburzeń po stronie sieci zasilającej płynie pod wpływem spadku napięcia na pojemności pomiędzy radiatorem a obwodem pośredniczącym prądu stałego. Droga tego prądu, do źródła w falowniku, wiedzie przez impedancję sieci, prostownik przekształtnika i obwód DC. W znormalizowanym układzie pomiarowym wysokoczęstotliwościowa impedancja sieci zasilającej kształtowana jest za pomocą sztucznej sieci stabilizującej impedancję (LISN).

W prądzie CM po stronie sieci dominuje słabo tłumiona składowa niskiej częstotliwości, kształtowana znaczną indukcyjnością sieci i dławika L_{ICM} , obserwowana jedynie w momentach, w których przewodzą diody prostownika. Składowe wysokiej częstotliwości, płyną w dużym stopniu, niezależnie od stanu pracy diod, przez ich pasożytnicze pojemności oraz przez pojemności kondensatorów wejściowych.

2 ZABURZENIA PRZEWODZONE W ASYNCHRONICZNYCH NAPĘDACH GRUPOWYCH

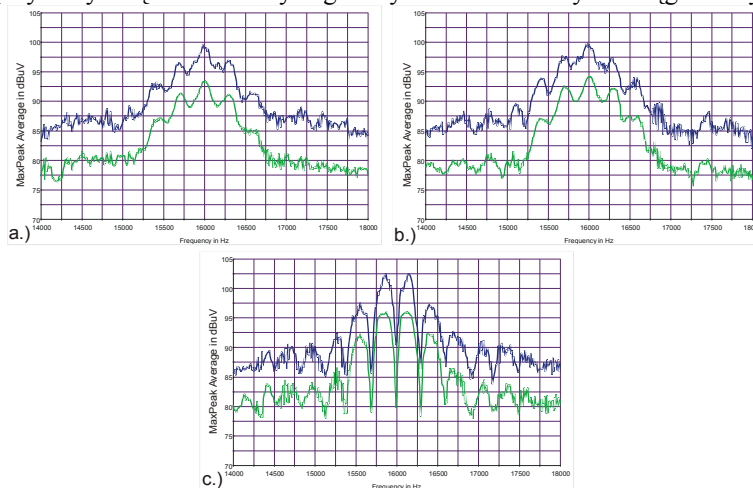
Na rys.3 przedstawiono zaburzenia przewodzone generowane przez napędy składające się z „takich samych” silników, przemienników częstotliwości i okablowania. Zaburzenia przewodzone wprowadzane do sieci przez poszczególne napędy oraz zaburzenia sumaryczne zmierzono zgodnie z PN-EN 61800-3.

Zaburzenia te nie sumują się arytmetycznie. Sumaryczne zaburzenia oscylacyjne o częstotliwościach megahercowych są znacznie większe niż 6dB w porównaniu do zaburzeń w pojedynczych napędach. W paśmie niższych częstotliwości zaburzenia sumaryczne są natomiast mniejsze niż w pojedynczym napędzie, co jest spowodowane bocznikowaniem impedancji LISN przez filtr wejściowy, przyłączonego równolegle, przekształtnika.



Rys.3. Zaburzenia przewodzone generowane przez: a.) napęd pierwszy, b.) napęd drugi, c.) oba napędy naraz.

Na rys.4 przedstawiono widmo zaburzeń przewodzonych generowanych przy częstotliwości łączeń falowników przez dwa identyczne napędy zasilone równolegle ze sztucznej sieci stabilizującej impedancję, w różnych stanach pracy. W widmach pojedynczych przekształtników można zidentyfikować harmoniczną główną oraz harmoniczne wstęg bocznych [1,2] powstające w wyniku modulowania częstotliwości łączeń falownika (16 kHz) pulsacją wejściowego mostka prostownikowego. Zaburzenia sumaryczne pomimo niezmiennych dróg rozprawy prądów po stronie sieci, również nie są sumą arytmetyczną harmonicznym głównym i harmonicznym wstęg bocznych.



Rys.4. Zaburzenia przy częstotliwości łączeniowej gdy oba przemienniki są włączone oraz: a.) przelączone są łączniki pierwszego przekształtnika, b.) przelączone są łączniki drugiego przekształtnika, c.) pracują oba przekształtniki.

3 WNIOSKI

Przewidziane w standardach pomiary zaburzeń elektromagnetycznych dotyczą zazwyczaj pojedynczych urządzeń. Niekiedy zalecane są, jedynie, badania w miejscu zainstalowania tzw. badania *in situ*. Jak pokazują przedstawione w pracy wyniki badań, ze względu na skomplikowane interakcje między elementami systemów, trudno jest ocenić jakie poziomy zaburzeń przewodzonych wystąpią w systemie wskutek sumowania się zaburzeń od poszczególnych urządzeń.

Zaprezentowane wyniki badań wskazują, że dodatkowe, dogłębne analizy EMC stają się konieczne w systemach zawierających kilka przekształtników pracujących równocześnie. Możliwe jest bowiem wystąpienie problemów związanych z zapewnieniem kompatybilności systemów, pomimo zastosowania w nich urządzeń spełniających wymagania odnośnych standardów.

4 LITERATURA

1. Holmes G.D., Lipo T.A.: *Pulse width modulation for power converters. Principles and practice*, IEEE Press, 2003.
2. Kempski A.: *Elektromagnetyczne zaburzenia przewodzone w układach napędów przekształtnikowych*, Oficyna Wydaw. Uniwersytetu Zielonogórskiego, 2005.
3. Kempski A., Smoleński R., Strzelecki R.: *Common mode current paths and their modeling in PWM inverter-fed drives*, PESC'02, Cairns, vol.3, pp. 1551 - 1556.
4. Ogasawara S., Akagi H.: *Modeling and damping of high-frequency leakage currents in PWM inverter-fed ac motor drive systems*, IEEE Trans. Ind. Appl., vol. 32, no.5, pp. 1105 - 1114, 1996.

CONDUCTED INTERFERENCES IN ASYNCHRONOUS GROUP DRIVES

In the paper the results of the conducted emission measurements in the asynchronous group drives have been presented. The obtained results have shown that due to the complicated interactions between the drive system elements it is difficult to evaluate the level of the conducted emission resulted from an addition of the interferences generated by each drive. Thus, the in-depth EMC study are required in the systems consist of the group of converters working simultaneously. The problems with the internal electromagnetic compatibility may appear in spite of the fact that the each installed device fulfill the standard requirements.