

## ANALIZA HARMONICZNYCH ZA POMOCĄ REJESTRATORA WARTOŚCI CHWILOWYCH NAPIĘĆ I PRĄDÓW

Eugeniusz Ziółkowski<sup>1</sup>, Krzysztof Smyksy, Aleksander Fedoryszyn, Marcin Brzeziński  
 AGH Akademia Górniczo-Hutnicza. Wydział Odlewnictwa.  
 ul. Reymonta 23, 30-059 Kraków  
<sup>1</sup>[ez@agh.edu.pl](mailto:ez@agh.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** algorytm FFT, analiza harmoniczných, pomiary parametrów energetycznych;

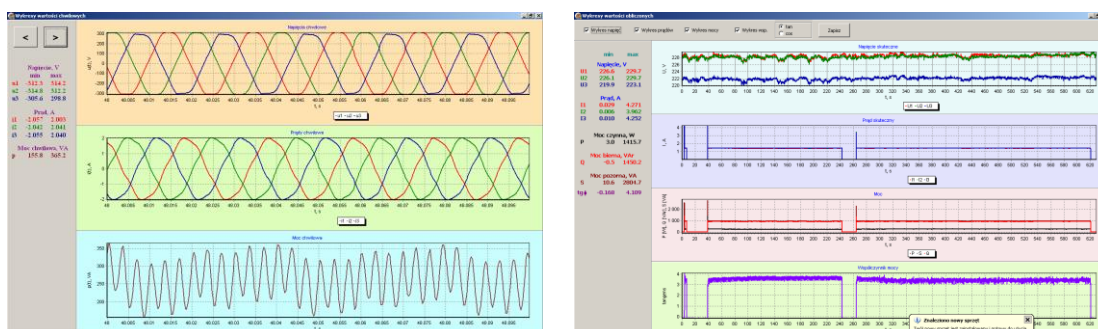
### 1. Wprowadzenie

W artykule przedstawiono zagadnienie wyposażenia prototypowego, mikroprocesorowego systemu monitorowania elektrycznych układów zasilania maszyn i urządzeń odlewniczych w moduł analizy harmonicznej (bazujący na szybkiej transformacji Fouriera FFT). W zarysie omówiono zagadnienie analizy harmonicznej jako narzędzia do oceny pracy napędów elektrycznych oraz wpływ występowania harmonicznych na pracę sieci elektroenergetycznej. Przedstawiono przykładową analizę harmoniczną sygnałów zarejestrowanych podczas pracy laboratoryjnej mieszarki krążnikowej w dwóch wariantach układu zasilania: bez kompensacji i z kompensacją mocy biernej.

### 2. Realizacja pomiarów i obliczeń

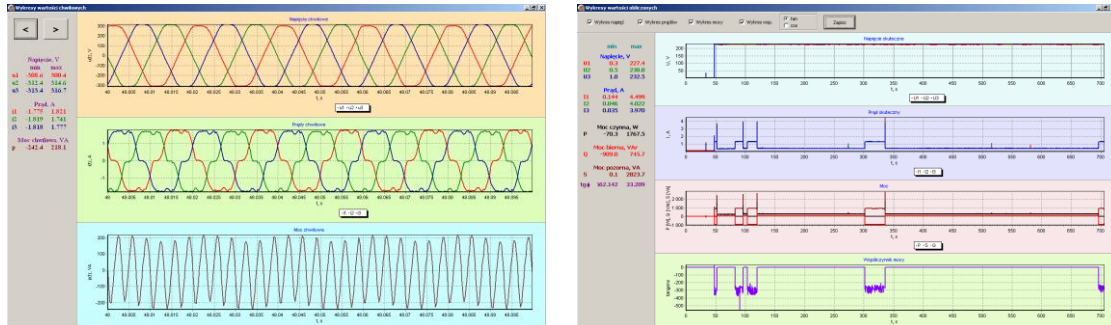
Pomiary wartości chwilowych napięć i prądów wykonano opisanym między innymi w pracach [1-3] prototypowym systemem mikroprocesorowym rejestratora. W tym rejestratorze przewidziano implementację algorytmu FFT. Opracowane oprogramowanie umożliwia graficzne przedstawienie wyników rejestracji lub przesłanie danych do innych programów na przykład arkusza Excel.

Celem pomiarów była ocena wpływu zmian w systemie zasilania układu napędowego mieszarki laboratoryjnej krążnikowej (spowodowanych wprowadzeniem układu kompensacji mocy biernej) na występowanie harmonicznych w wybranych, zarejestrowanych sygnałach elektrycznych. Na rysunku 1 przedstawiono przykładowe okna programu obsługującego mikroprocesorowy system pomiarowy z wartościami chwilowymi i skutecznymi wielkościami charakteryzującymi pracę napędu mieszarki krążnikowej.



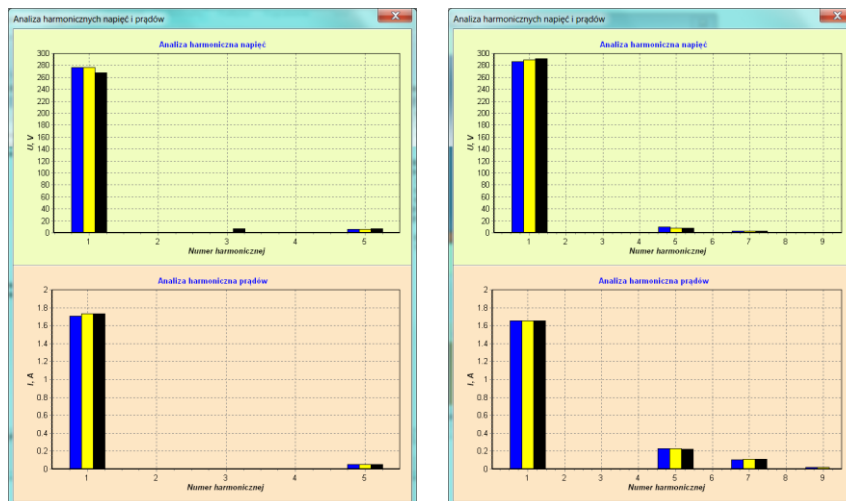
**Rys. 1.** Widok okienek programu obsługi rejestratora z przebiegami wartości chwilowych napięć, prądów i mocy oraz wykresami zmian wartości skutecznych napięć, prądów, wszystkich składników mocy oraz współczynnika mocy tgφ w układzie zasilania badanej mieszarki bez kompensacji poboru mocy biernej

Na rysunku 2 przedstawiono wyniki zarejestrowanych wartości chwilowych napięć, prądów i mocy oraz obliczonych na ich podstawie wartości skutecznych napięć, prądów, mocy czynnej, biernej i pozornej oraz współczynnika mocy  $\text{tg}\varphi$  w układzie zasilania mieszarki laboratoryjnej krążnikowej, z dołączoną baterią kondensatorów kompensujących pobór mocy biernej.



**Rys. 2.** Widok okienek programu obsługi rejestratora z przebiegami wartości chwilowych napięć, prądów i mocy oraz wykresami zmian wartości skutecznych napięć, prądów, wszystkich składników mocy oraz współczynnika mocy  $\text{tg}\varphi$  w układzie zasilania badanej mieszarki z kompensacją poboru mocy biernej

Z analizy porównawczej przebiegów pokazanych na rysunkach 1 i 2 wynika, że dołączenie w układzie zasilania badanej mieszarki baterii kondensatorów kompensujących spowodowało istotną poprawę wartości współczynnika  $\text{tg}\varphi$ , kosztem zniekształcenia przebiegów chwilowych prądów w każdej fazie układu zasilania. Potwierdzeniem tego wzrostu jest wykonana (za pomocą zaimplementowanej w rejestratorze procedury FFT) analiza harmonicznych, której efekty przedstawiono na rysunku 3.



**Rys. 3.** Widok okienek programu obsługi rejestratora z analizą harmoniczną zrealizowaną za pomocą algorytmu FFT w układach zasilania badanej mieszarki bez kompensacji i z kompensacją poboru mocy biernej

Jak można łatwo zauważyć, wprowadzenie baterii kompensującej pobór mocy biernej spowodowało istotny wzrost amplitud 5 i 7 harmonicznej w przebiegach prądów w każdej fazie. Takiego wzrostu amplitud harmonicznych nie odnotowano w przypadku przebiegów napięć w układzie zasilania mieszarki. Wprowadzenie prawidłowej kompensacji poboru mocy biernej pozwala istotnie poprawić wartość współczynnika  $\text{tg}\varphi$ , do zakładanego w przedziale od 0 do 0,4, jednak wymaga równoczesnej filtracji wyższych harmonicznych (w tym przypadku 5 i 7). Realizacja kompensacji z prawidłową filtracją wyższych harmonicznych ma szczególne znaczenie ekonomiczne (niższe opłaty za zużytą energię elektryczną), eksploatacyjne (przebiegi prądowe z wyższymi harmonicznymi powodują między innymi silniejsze przegrzewanie się silników napędowych i przez to skrócenie czasu ich bezawaryjnej

pracy) oraz ekologiczne związane z wytwarzaniem, dystrybucją i zużyciem energii elektrycznej.

#### **4. Wnioski**

Rozszerzenie możliwości funkcjonalnych rejestratora wartości chwilowych napięć i prądów o procedurę analizy harmonicznych (bazującą na algorytmie FFT) umożliwia ocenę prawidłowej pracy badanego urządzenia zasilanego z sieci elektroenergetycznej. Przeprowadzone badania pracy układu zasilania mieszarki laboratoryjnej krążnikowej potwierdziły przydatność opracowanego systemu pomiarowego w układach bez kompensacji i z kompensacją poboru mocy biernej.

#### **Podziękowania**

Praca finansowana w ramach umowy AGH nr 11.11.170.318 – Zadanie nr 6.

#### **Literatura**

1. Ziółkowski E., Wrona R., Smyksy K.: Monitoring jakości energii elektrycznej zasilającej urządzenia odlewnicze. Archives of Foundry Engineering, 2008 vol. 8, spec. iss. 2, pp. 143–148.
2. Smyksy K., Wrona R., Ziółkowski E.: Comparative analysis of power measurement results in the testing of sand mixers. Archives of Foundry Engineering, 2013 vol. 13 iss. 3, s. 119–122.
3. Ziółkowski E., Smyksy K., Wrona R.: Pomiarы poboru mocy przez mieszarki masy formierskiej. Archives of Foundry Engineering, 2013 vol. 13, spec. iss. 3, pp. 191–196.