

Wiktor Hudy, Kazimierz Jaracz

Wspomagane komputerowo przybliżone obliczanie wartości skutecznych przebiegów sinusoidalnych o zmieniającej się amplitudzie

Przebiegi prądów lub napięć rejestrowane przez karty pomiarowe współpracujące z komputerem PC są funkcjami czasowymi. Z uwagi na występowanie fazy początkowej, operowanie takimi danymi nie jest wygodne. Najwygodniejsze jest wykorzystywanie wartości skutecznych tych wielkości zamiast ich wartości chwilowych do celów badawczych. W niniejszej pracy porównano często stosowane metody wyznaczania wartości skutecznych, tj. metodę klasyczną polegającą na obliczaniu pierwiastka całki z kwadratu sygnału, wykrywania obwiedni danego przebiegu oraz metodę wykorzystującą filtrację *Dynamic Particles* (DP) [3].

Porównanie metod obliczania wartości skutecznych przebiegów prądu

Obliczenia wartości skutecznej prądu metodą klasyczną dokonujemy na podstawie powszechnie znanej relacji

$$I_{sk} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (i(t))^2 dt} \quad (1)$$

gdzie: $i(t)$ – badany przebiegu prądu, I_{sk} – wartość skuteczna przebiegu $i(t)$, T – okres drgań przebiegu $i(t)$.

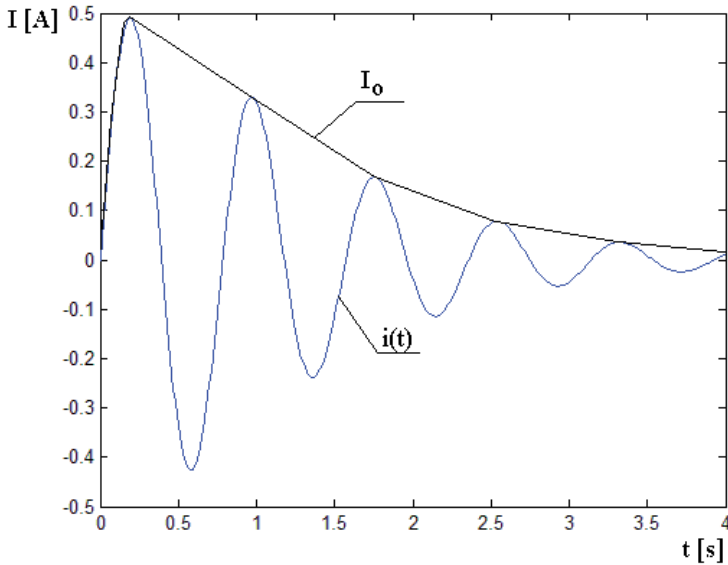
Jednym z wymogów tej metody jest konieczność znajomości okresu T . Podczas pomiarów dane rejestrowane przez karty pomiarowe obciążone są pewnym błędem pomiarowym oraz najczęściej zawierają szum biały. Powoduje to trudność określania punktów, w których następuje przecięcie osi czasu przez badany przebieg. W związku z tym określanie okresu przebiegu jest utrudnione i obciążone błędem. Ponadto wartości skuteczne można określić tylko dla pełnego okresu przebiegu. Dlatego w praktyce częściej stosuje się metody obliczania wartości skutecznej prądu na podstawie obwiedni przebiegu.

Metoda ta polega na wykreśleniu obwiedni przebiegu łączącej wartości maksymalne tego przebiegu i skorzystaniu z zależności:

$$I_{sk} = \frac{I_o}{\sqrt{2}} \quad (2)$$

gdzie: I_o – wartość obwiedni przebiegu $i(t)$ w danej chwili czasu.

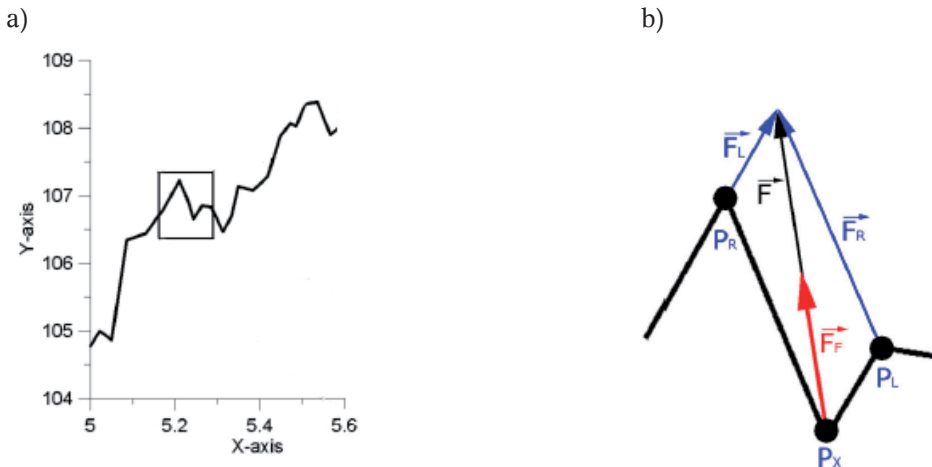
Niedogodnością tej metody jest skomplikowany algorytm określający obwiednię danego przebiegu (rys. 1). Dokonując pomiarów sygnałów zaszumionych, wykrywanie obwiedni jest trudne.



Rys. 1. Przebieg wartości chwilowej prądu $i(t)$ oraz zidentyfikowana na podstawie wartości chwilowych obwiednia tego przebiegu I_o .

Kolejną metodą obliczania wartości skutecznej prądu polega na wykorzystaniu metody filtracji DP.

Metoda obliczania wartości skutecznej polega na obliczeniu wartości bezwzględnych we wszystkich punktach pomiarowych i przeliczeniu ich przez algorytm wykorzystujący metodę DP. Na rys. 2 przedstawiono fragment przykładowego filtrowanego przebiegu.



Rys. 2. Filtrowany przebieg – a, powiększony fragment przebiegu – b [3]

Algorytm DP polega na przeliczaniu położenia kolejnych punktów pomiarowych P_x na podstawie położenia dwóch sąsiednich punktów pomiarowych określonych w chwili czasowej przed (P_R) i po (P_L) określonym na nowo punkcie P_x . Punkty P_x oraz P_L są odpowiednio początkiem i końcem wektora \vec{F}_L a punkty P_x oraz P_R są początkiem i końcem wektora \vec{F}_R . Nowe położenie obliczanego punktu P_x jest określone jako koniec wektora \vec{F}_F . Wektor jest określony zależnością [3]:

$$\vec{F}_F = m(\vec{F}_L + \vec{F}_R) \quad (3)$$

gdzie: m – współczynnik redukcji wyznaczany doświadczalnie.

Współczynnik redukcji wyznacza się, porównując otrzymany przebieg po filtracji ze znanym wcześniej przebiegiem dla danych testowych. Na jego wartość ma wpływ częstotliwość próbkowania sygnałów mierzonych (taka sama jak sygnału testowego). Wartość współczynnika zawiera się w przedziale $[0,1]$.

Zastosowanie tej metody uśrednia dane, tzn. w przypadku granicznym (nieskończonej ilości prób filtracji) jako wynik otrzymuje się linię prostą łączącą dwa skrajne punkty; punkt początku rejestracji oraz punkt końca rejestracji przebiegu. Zjawisko to jest niekorzystne w przypadku filtracji (należy zbadać, kiedy zakończyć filtrowanie danych), ale można je wykorzystać do obliczenia wartości średniej wyprostowanego dwupołówkowo rejestrowanego przebiegu. Mnożąc te wartości przez współczynnik kształtu, otrzymuje się wartość skuteczną przy założeniu, że rejestrowany przebieg jest sinusoidalnie zmienny. Dla przebiegów sinusoidalnie zmiennych wartość współczynnika kształtu wynosi:

$$k = \frac{\Pi}{2\sqrt{2}} \quad (4)$$

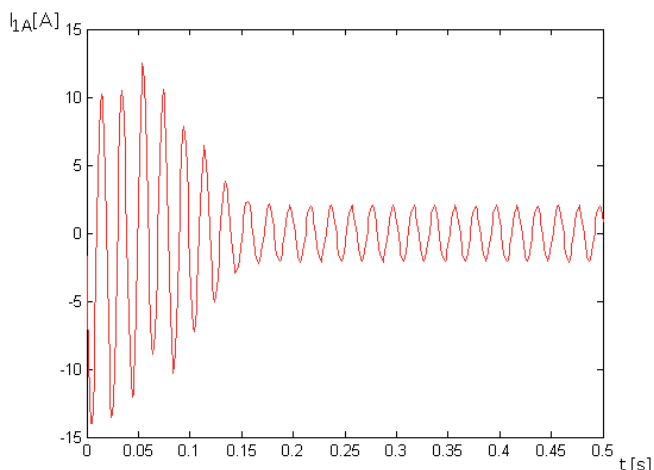
Metoda ta jest metodą użyteczną w przypadku danych o niewielkiej liczbie punktów pomiarowych w okresie z dużą składową szumu białego.

Zastosowanie metody klasycznej, metody obwiedni i metody filtrowania dp w procesie identyfikacji parametrów modelu matematycznego silnika indukcyjnego

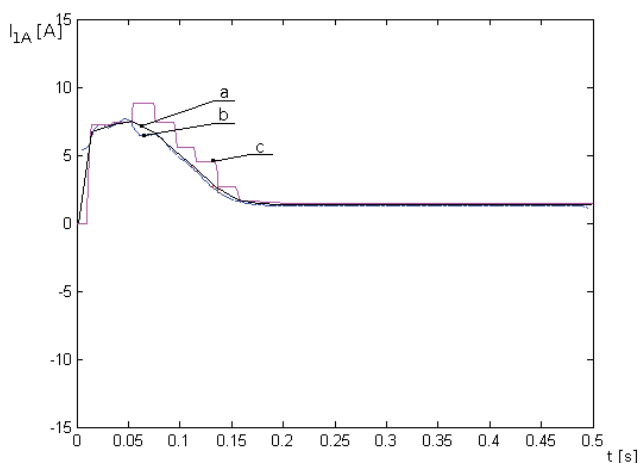
Jako dane wejściowe wykorzystano przebieg wartości prądu pierwszej fazy stojana rejestrowany podczas rozruchu silnika indukcyjnego Sg90L-6 [1, 2]. Na rys. 3 przedstawiono zarejestrowany przebieg przez komputer z kartą pomiarową a na rys. 4 przedstawiono obliczone wartości skuteczne.

Jak wynika z rys. 4 najlepszą metodą obliczania wartości skutecznej przebiegu prądu okazała się metoda wykorzystująca filtrowanie DP. Metoda ta jest przydatna w przypadku danych zaszumionych oraz mierzonych z nieznacznie większą częstotliwością niż wynikającą z częstotliwości Nyquista (w badanym przypadku pomiaru dokonywano co 1 ms przy częstotliwości zasilania silnika indukcyjnego równą 50 Hz). W przypadku danych pomiarowych wolnozmiennych (np. o częstotliwości 1 Hz) przy próbkowaniu równym 1 ms należy wyznaczyć ponownie współczynnik redukcji i w razie potrzeby powtórzyć procedurę DP. Metoda klasyczna okazała się najmniej przydatna, ponieważ zaobserwowano największe zniekształcenia. Obliczony przebieg przy zastosowaniu metody DP wartości skutecznej okazał się

najlepszy jako dane wejściowe algorytmu ewolucyjnego identyfikującego parametry modelu matematycznego silnika indukcyjnego.



Rys. 3. Przebieg wartości chwilowej prądu rejestrowanej przez komputer z kartą pomiarową



Rys. 4. Przebiegi: obliczonej wartości skutecznej wykorzystującej informację o obwodni przebiegu – a; obliczonej wartości skutecznej wykorzystującej metodę DP – b; obliczonej wartości skutecznej metodą klasyczną – c

Bibliografia

- [1] Hudy W., Jaracz K., *Identyfikacja parametrów silnika indukcyjnego przy wykorzystaniu zasady optymalności w sensie Pareto i zastosowaniu algorytmów ewolucyjnych*, SENE 2005, Łódź 23–25 listopada 2005, s. 151–156
- [2] Jaracz K., Hudy W., *Criteria Identification of Inductive Motor's Parameters with Using Evolutionary Algorithm, Pareto's Optimal Rule and Steady State's Characteristics*, International Carpathian Control Conference ICC' 2006 Roznov pod Radhostem, Czech Republic, 29–31 May 2006

- [3] Rauch Ł., Kusiak J., *Filtrowanie danych pomiarowych przy wykorzystaniu metody cząstek dynamicznych – Data Filtering (denoising) using Dynamic Particles Method*, Fizyczne i Matematyczne Modelowanie procesów obróbki plastycznej FiMM 2005 Prace Naukowe, Seria Mechanika z. 207, Warszawa 20–21 maja 2005 r. / PW. – Warszawa: Oficyna Wydawnicza PW, 2005, s. 153–158

Computer-aided root-mean-square value's approximate calculation of sinusoidal courses with variable amplitude

Abstract

In this study shown methods of root-mean-square value's courses definition, it means-method using time's course envelope, classical definition's method And method using "Dynamic Particles" filtering.

Keywords: *root-mean-square value, Dynamic Particles*