RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **210969**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **383047**

(22) Data zgłoszenia: **31.07.2007**

(51) Int.Cl.
G01R 23/16 (2006.01)
G01R 23/20 (2006.01)

(54) **Sposób i układ pomiaru całkowitego współczynnika odkształcenia THD sygnałów elektrycznych w systemach zasilających**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
02.02.2009 BUP 03/09

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
30.03.2012 WUP 03/12

(73) Uprawniony z patentu:
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA, Kraków, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
KRZYSZTOF DUDA, Przemyśl, PL
ANDRZEJ BIEŃ, Kraków, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Janina Biernat

PL 210969 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób i układ pomiaru całkowitego współczynnika odkształcenia THD sygnałów elektrycznych) w systemach zasilających, zwłaszcza o częstotliwości 50 Hz i 60 Hz.

Znany z polskiej normy PN-EN 61000-4-7:2007 („Kompatybilność C elektromagnetyczna (EMC) cześć 4-7: Metody badań i pomiarów; Ogólny przewodnik dotyczący pomiarów harmonicznych i interharmonicznych oraz przyrządów pomiarowych, dla sieci zasilających i przyłączonych do nich urządzeń" PKN, W-wa 2007) sposób pomiaru całkowitego współczynnika odkształcenia THD sygnałów elektrycznych w sieciach zasilających polega na tym, że analogowy sygnał prądu lub napięcia mierzy się za pomocą układu pomiarowego w dowolnej fazie systemu zasilającego, po czym poddaje się go przetworzeniu do postaci cyfrowej za pomocą przetwornika A/C przez próbkowanie zsynchronizowane z częstotliwością próbkowania równą wielokrotności częstotliwości składowej podstawowej przebiegu analogowego, zaś uzyskany sygnał cyfrowy poddaje się analizie częstotliwościowej za pomocą transformaty DFT (ang. Discrete Fourier Transform) realizowanej przy pomocy procesora DFT, przy czym analizę realizuje się w oknie czasowym o szerokości będącej całkowitą krotnością podstawowego okresu napięcia sieci zasilającej, gdzie zgodnie z normą dla sieci o częstotliwości 50 Hz całkowita krotność podstawowego okresu napięcia sieci zasilającej wynosi 10. Następnie tworzy się częstotliwościową bazę wyników transformaty DFT, zawierającą wartości amplitud składowych harmonicznych badanego sygnału, po czym na podstawie uzyskanej bazy wyników wyznacza się całkowity współczynnik odkształcenia THD badanego sygnału elektrycznego, jako stosunek skutecznej wartości sumy wszystkich składowych harmonicznych badanego sygnału sumowanych do określonego rzędu, który wynosi 50 dla częstotliwości sieci zasilającej równej 50 Hz, do skutecznej wartości składowej podstawowej tego sygnału zgodnie ze wzorem:

$$THD = \sqrt{\sum_{n=2}^{H}\left(\frac{G_n}{G_1}\right)^2} \quad ,$$

gdzie:

G_1- wartość skuteczna składowej podstawowej,

G_n - wartość skuteczna n-tej składowej harmonicznej badanego przebiegu prądu lub napięcia, a następnie uzyskany wynik zapisuje się w pamięci elektronicznej oraz wyświetla za pomocą odpowiednio komputera i monitora lub innego sprzętu elektronicznego.

Znany z polskiej normy PN-EN 61000-4-7:2007 układ pomiaru całkowitego współczynnika odkształcenia sygnałów elektrycznych w sieciach zasilających zawiera układ pomiarowy prądu i/lub napięcia połączone poprzez odpowiednie układy wstępnego przetwarzania z blokiem próbkowania, z którym połączony jest również blok generacji częstości próbkowania. Wejście bloku generacji częstości próbkowania jest podłączone do drugiego wyjścia układu wstępnego przetwarzania napięcia. Wyjście bloku próbkowania połączone jest z procesorem DFT (ang. Discrete Fourier Transform), którego wyjście stanowi wyjcie układu pomiarowego.

Sposób według wynalazku, polegający na pomiarze analogowego sygnału prądu i/lub napięcia za pomocą układu pomiarowego w dowolnej fazie systemu zasilającego, przetworzeniu ich do postaci cyfrowej za pomocą przetwornika A/C przez próbkowanie, a następnie poddaniu uzyskanych sygnałów analizie częstotliwościowej za pomocą bloku transformaty i utworzeniu częstotliwościowej bazy wyników amplitud częstotliwości składowych harmonicznych badanego sygnału oraz wyznaczeniu na podstawie uzyskanej bazy wyników całkowitego współczynnika odkształcenia THD, zapisaniu wyniku w elektronicznej pamięci oraz udostępnianiu przez wizualizację za pomocą bloku wizualizacji charakteryzuje się tym, że uzyskany z przetwornika analogowo-cyfrowego sygnał cyfrowy poddaje się analizie częstotliwościowej za pomocą bloku transformaty Chirp-z realizującego transformatę Chirp-z i równocześnie za pomocą detektora częstotliwości wykrywa się częstotliwość składowej harmonicznej podstawowej badanego sygnału. Pulsację początkową dla transformaty Chirp-z wyznacza się za pomocą bloku transformaty Chirp-z na podstawie częstotliwości składowej podstawowej wykrywanej uprzednio za pomocą detektora częstotliwości, a szerokość okna czasowego, dla którego mierzony jest całkowity współczynnik odkształceń THD oraz liczbę prążków widma i krok pulsacji zadaje się do bloku transformaty Chirp-z odpowiednio dla każdego pomiaru. Następnie za pomocą bloku obliczeń tworzy się częstotliwościową bazę wyników transformaty Chirp-z, zawierającą amplitudy składowych

harmonicznych badanego sygnału dla określanych częstotliwości, po czym na podstawie uzyskanej bazy wyników oblicza się całkowity współczynnik odkształcenia THD, zaś uzyskany wynik w znany sposób zapisuje się w elektronicznej pamięci oraz udostępnia przez wizualizację za pomocą bloku wizualizacji.

Układ według wynalazku, zawierający układ pomiarowy badanego sygnału prądu i/lub napięcia, który poprzez przetwornik analogowo-cyfrowy połączony jest blokiem transformaty, którego wyjście połączone jest blokiem obliczeń i wizualizacji charakteryzuje się tym, że wyjście przetwornika analogowo-cyfrowego jest połączone równocześnie z blokiem transformaty Chirp-z i detektorem częstotliwości składowej podstawowej badanego sygnału, którego wyjście jest połączone z drugim wejściem bloku transformaty Chirp-z. Wyjście bloku transformaty Chirp-z połączone jest przez znany blok obliczeń THD z blokiem wizualizacji.

Sposób i układ pomiaru całkowitego współczynnika odkształcenia THD sygnałów elektrycznych w systemach zasilających, według wynalazku, zapewnia dużą dokładność pomiaru bez konieczności stosowania synchronizacji próbkowania.

Rozwiązanie, według wynalazku, przedstawione jest w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy układu, a fig. 2 - przebieg widma analizowanego sygnału prądu i/lub napięcia.

Sposób, według wynalazku, polega na tym, że mierzony w dowolnej fazie systemu energetycznego za pomocą układu pomiarowego analogowy sygnał prądu i/lub napięcia przetwarza się do postaci cyfrowej za pomocą przetwornika A/C 3 przez próbkowanie. Następnie sygnał cyfrowy, uzyskany z przetwornika A/C poddaje się analizie częstotliwościowej za pomocą bloku transformaty Chirp-z 4, realizującego transformatę Chirp-z, przez obliczanie za pomocą trzech szybkich transformat Fouriera (FFT). Równocześnie za pomocą detektora częstotliwości 5 wykrywa się częstotliwość składowej harmonicznej podstawowej ω_1 badanego sygnału, przy czym pulsację początkową c dla transformaty Chirp-z wyznacza się za pomocą bloku transformaty Chirp-z 4 na podstawie częstotliwości składowej podstawowej ω_1 wykrywanej uprzednio za pomocą detektora częstotliwości 5, a szerokość okna czasowego, dla którego mierzony jest całkowity współczynnik odkształceń THD oraz liczbę prążków widma i krok pulsacji zadaje się do bloku transformaty Chirp-z 4 odpowiednio dla każdego pomiaru, po czym za pomocą bloku obliczeń 6 tworzy się częstotliwościową bazę wyników transformaty Chirp-z, zawierającą amplitudy składowych harmonicznych badanego sygnału dla określanych częstotliwości. Na podstawie uzyskanej bazy wyników oblicza się całkowity współczynnik odkształcenia THD, zaś uzyskany wynik w znany sposób zapisuje się w elektronicznej pamięci oraz udostępnia przez wizualizację za pomocą bloku wizualizacji w postaci wyświetlacza lub monitora.

Układ, według wynalazku, zawiera układ pomiarowy badanego sygnału napięcia 1 i/lub prądu 2, który jest połączony z przetwornikiem analogowo-cyfrowym A/C 3. Wyjście przetwornika A/C 3 jest połączone równocześnie z blokiem transformaty Chirp-z 4 i detektorem częstotliwości 5 składowej podstawowej badanego sygnału, którego wyjście jest połączone z drugim wejściem bloku transformaty Chirp-z 4. Wyjście bloku transformaty Chirp-z 4 jest połączone poprzez blok obliczeń THD 6 ze znanym blokiem wizualizacji nie uwidocznionym na rysunku.

Działanie układu jest następujące. Analogowy sygnał mierzony za pomocą układu pomiarowego napięcia 1 i/lub układu pomiarowego prądu 2 przesyłany jest do przetwornika analogowo-cyfrowego A/C 3. Sygnał cyfrowy z przetwornika A/C 3 dostarczany jest równocześnie do bloku transformaty Chirp-z 4 i do detektora częstotliwości składowej harmonicznej podstawowej 5. Sygnał wyjściowy z detektora częstotliwości harmonicznej podstawowej 5 określający wartość częstotliwości harmonicznej podstawowej ω_1 badanego sygnału podawany jest do bloku transformaty Chirp-z 4, gdzie na jego podstawie wyznaczana jest wartość pulsacji początkowej c dla transformaty Chirp-z. W bloku transformaty Chirp-z 4 generowane są sygnały wyznaczające amplitudy składowych harmonicznych badanego sygnału dla częstotliwości przy zadanym kroku pulsacji. Uzyskane sygnały podawane są następnie do bloku obliczania całkowitego współczynnika odkształcenia THD 6, w którym wypracowywany jest sygnał proporcjonalny do całkowitego współczynnika odkształcenia THD obliczonego zgodnie z wzorem według polskiej normy PN-EN 61000-4-7:2007, który to sygnał jest w znany sposób zapisywany w pamięci, a następnie udostępniany przez wizualizację na wyświetlaczu lub monitorze nieuwidocznionych na rysunku.

Dla pomiaru współczynnika odkształceń uwzględniającego 50 harmoniczną częstotliwość próbkowania powinna być większa od 2 x 50 x 50 = 5 kHz, np. 10 kHz.

Dla sygnałów energetycznych o częstotliwości 50 Hz długość okna czasowego, dla którego mierzony jest całkowity współczynnik odkształceń THD powinna obejmować przynajmniej jeden okres częstotliwości podstawowej ω_1 i powinna wynosić, co najmniej 20 ms, co dla częstotliwości 10 kHz daje 200 próbek, natomiast liczba prążków widma i krok pulsacji zadawane do bloku transformaty Chirp-z powinny uwzględniać przewidywane fluktuacje wartości częstotliwości podstawowej ω_1 badanego systemu energetycznego. Przy założeniu, że częstotliwość podstawowa sprawnej sieci sytemu energetycznego może fluktuować w zakresie od 49 Hz do 51 Hz i przy przyjętej liczbie prążków widma 100, krok pulsacji wynosi 0,02 Hz.

Na rysunku Fig. 2, przedstawiająca przebieg widma badanego sygnału prądu ilustruje różnice pomiędzy pomiarem realizowanym znanym sposobem, w którym amplitudy składowych wyznaczane za pomocą transformaty DFT oznaczone są odnośnikiem a i pomiarem realizowanym sposobem według wynalazku, w którym amplitudy składowych wyznaczane są za pomocą transformaty Chirp-z i oznaczone odnośnikiem b, natomiast odnośnik c oznacza częstotliwość początkową dla transformaty Chirp-z, zaś d - krok częstotliwości dla transformaty Chirp-z.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób pomiaru całkowitego współczynnika odkształcenia THD sygnałów elektrycznych w systemach zasilających polegający na pomiarze analogowego sygnału prądu i/lub napięcia za pomocą układu pomiarowego w dowolnej fazie systemu zasilającego, przetworzeniu ich do postaci cyfrowej za pomocą przetwornika analogowo-cyfrowego A/C przez próbkowanie, a następnie poddaniu uzyskanych sygnałów analizie częstotliwościowej za pomocą bloku transformaty i utworzeniu częstotliwościowej bazy wyników amplitud częstotliwości składowych harmonicznych badanego sygnału oraz wyznaczeniu na podstawie uzyskanej bazy wyników całkowitego współczynnika odkształcenia THD, zapisaniu wyniku w elektronicznej pamięci oraz udostępnianiu przez wizualizację za pomocą bloku wizualizacji, **znamienny tym**, że uzyskany z przetwornika A/C (3) sygnał cyfrowy poddaje się analizie częstotliwościowej za pomocą bloku transformaty Chirp-z (4), realizującego transformatę Chirp-z i równocześnie za pomocą detektora częstotliwości (5) wykrywa się częstotliwość składowej harmonicznej podstawowej badanego sygnału, przy czym pulsację początkową dla transformaty Chirp-z wyznacza się za pomocą bloku transformaty Chirp-z (4) na podstawie częstotliwości składowej podstawowej wykrywanej uprzednio za pomocą detektora częstotliwości (5), a szerokość okna czasowego, dla którego mierzony jest całkowity współczynnik odkształceń THD oraz liczbę prążków widma i krok pulsacji zadaje się do bloku transformaty Chirp-z (4) odpowiednio dla każdego pomiaru, po czym za pomocą bloku obliczeń (6) tworzy się częstotliwościową bazę wyników transformaty Chirp-z, zawierającą amplitudy składowych harmonicznych badanego sygnału dla określanych częstotliwości, a na podstawie uzyskanej bazy wyników oblicza się całkowity współczynnik odkształcenia THD, zaś uzyskany wynik w znany sposób zapisuje się w elektronicznej pamięci oraz udostępnia przez wizualizację za pomocą bloku wizualizacji.

2. Układ pomiaru całkowitego współczynnika odkształcenia THD sygnałów elektrycznych w systemach zasilających zawierający układ pomiarowy badanego sygnału prądu i/lub napięcia, który poprzez przetwornik A/C połączony jest blokiem transformaty, którego wyjście połączone jest blokiem obliczeń i wizualizacji, **znamienny tym**, że wyjście przetwornika A/C (3) jest połączone równocześnie z blokiem transformaty Chirp-z (4) i detektorem częstotliwości składowej podstawowej (5) badanego sygnału, którego wyjście jest połączone z drugim wejściem bloku transformaty Chirp-z (4), a wyjście bloku transformaty Chirp-z (4) jest połączone przez znany blok obliczeń THD (6) z blokiem wizualizacji.

Rysunki

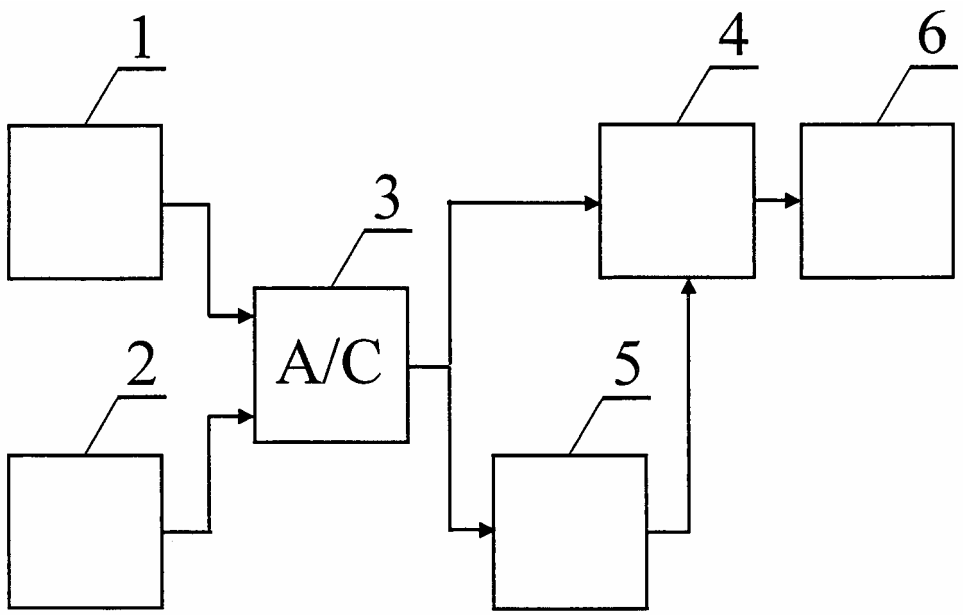

fig.1

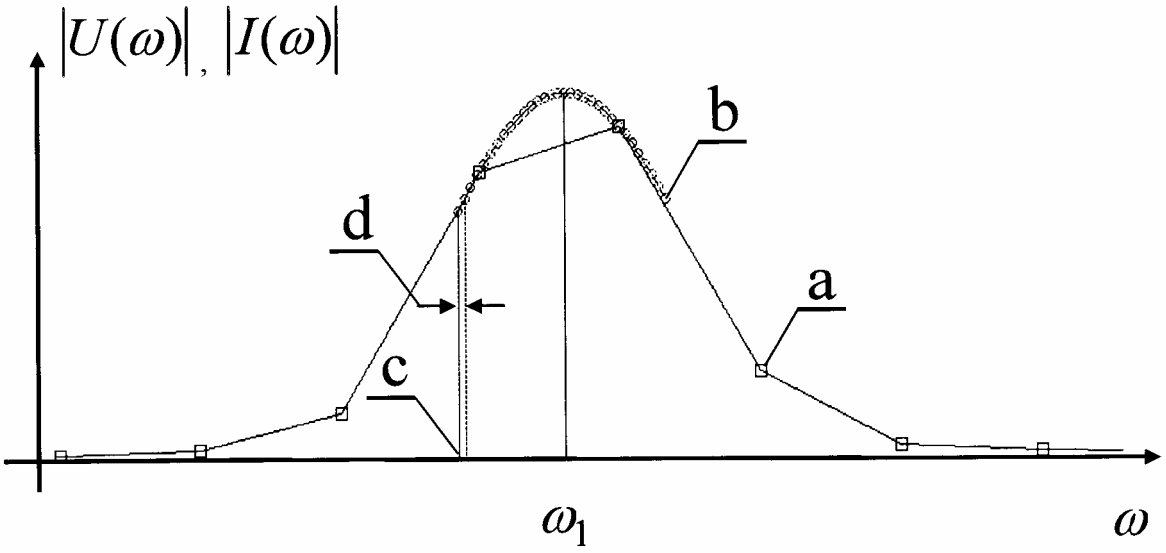

fig.2

Departament Wydawnictw UP RP
Cena 2,46 zł (w tym 23% VAT)