

GOLY 23/20


 BIBLIOTEKA
 Urzędu Patentowego
 Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ OPIS PATENTOWY

21e 23/20

Nr 45039

Kl. 21 e, 11/20

Mgr inż. Witold Straszewicz

Warszawa, Polska

Sposób pomiaru zniekształceń nieliniowych harmonicznych sygnału elektrycznego

Patent trwa od dnia 3 listopada 1960 r.

Dotychczas do pomiarów zniekształceń sygnału elektrycznego powstających na nieliniowych charakterystykach elementów lub układów elektrycznych, głównie telekomunikacyjnych, polegających na tym, że przy sinusoidalnym sygnale na wejściu danego elementu lub układu, na wyjściu jego otrzymuje się przebieg złożony ze składowej podstawowej o częstotliwości sygnału wejściowego i składowych harmonicznych jako produktu nieliniowości, używa się powszechnie kompensacyjnych mierników zawartości harmonicznych. W przypadkach szczególnych używa się również analizatorów harmonicznych, za pomocą których określa się amplitudy składowej podstawowej oraz składowych harmonicznych sygnału zniekształconego, a następnie oblicza się współczynnik zawartości r-ej harmonicznej według wzoru:

$$h = \frac{U_r}{U_1} \cdot 100\%, \quad (1)$$

albo współczynnik zawartości harmonicznych według wzoru:

$$h = \sqrt{\frac{\sum_{r=2}^{\infty} U_r^2}{U_1^2}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

lub

$$h = \sqrt{\frac{\sum_{r=2}^{\infty} U_r^2}{U_1^2 + \sum_{r=2}^{\infty} U_r^2}} \cdot 100\% \quad (3)$$

gdzie h_r — współczynnik zawartości r-ej harmonicznej w %, h — współczynnik zawartości harmonicznych w %, U_1 — amplituda składowej podstawowej, U_r — amplituda r-ej harmonicznej.

Wynikiem pomiaru, dokonywanego kompensacyjnym miernikiem zawartości harmonicznych, jest współczynnik zawartości harmonicznych określony wzorem (2).

Metoda kompensacyjna ma szereg wad. Wadami eksploatacyjnymi tej metody są: uzyskiwanie kompensacji składowej podstawowej sygnału zniekształconego drogą kolejnych przybliżeń, co zabiera dużo czasu, oraz wpływ niedużych nawet niestabilności sygnału mierzonego lub napięcia zasilającego uniemożliwiający uzyskanie całkowitej kompensacji składowej podstawowej, co ogranicza możliwości dokonywania pomiarów przy niedużych zniekształceniach, to znaczy przy $h < 1\%$. Czułość przeciętnego miernika kompensacyjnego w zakresie częstotliwości akustycznych wynosi około $0,3\%$. Z zasady działania mierników kompensacyjnych wynika, że w wyniku pomiaru nie uzyskuje się informacji, która harmoniczna dominuje, co zazwyczaj jest ważne, oraz że określenie współczynnika zawartości harmonicznym nie charakteryzuje w dostatecznym stopniu zniekształceń nieliniowych, wprowadzonych przez dany element lub układ elektroakustyczny dla uzyskania zgodności między wynikami pomiaru z wynikami oceny subiektywnej jakości działania danego urządzenia, co jest najpoważniejszą wadą obok długotrwałości pomiaru.

W wyniku wykonania analizy harmonicznej uzyskuje się wyczerpujące informacje dotyczące widma (wielkości i rozkładu amplitud w funkcji częstotliwości), które pozwalają na znacznie dokładniejszą ocenę zniekształceń nieliniowych, wprowadzonych przez dany element lub układ, niż wyniki pomiaru zawartości harmonicznym. Poważnymi wadami tej metody są jednak bardzo skomplikowana i kosztowna konstrukcja analizatorów harmonicznym oraz wielokrotnie dłuższy czas potrzebny na dokonanie pomiaru niż przy metodzie kompensacyjnej. Te dwie wady powodują, że analizatory harmonicznym stosowane są jedynie jako przyrządy laboratoryjne.

Sposób pomiaru zniekształceń nieliniowych harmonicznym, który jest przedmiotem wynalazku nie posiada wyżej wymienionych wad dzięki zastosowaniu opisanego niżej układu pomiarowego z lampą oscyloskopową. Przy przyłożeniu do jednej pary płytek lampy oscyloskopowej badanego sygnału zniekształconego, którego częstotliwość podstawowa przesunięta jest w fazie o 90° w stosunku do fazy sygnału o takiej samej wielkości, przyłożonego do drugiej pary płytek, zniekształcenia harmoniczne obserwuje się jako wielkość i rodzaj odkształcenia koła na ekranie lampy. Ponieważ koło wystąpi

na ekranie tylko w przypadku przyłożenia do obu par płytek sygnału sinusoidalnego nie zniekształconego o takiej samej amplitudzie, wielkość odkształcenia można określić stosunkiem różnicy promieni (średnic) Δr okręgów zewnętrznego r_z i wewnętrznego r_w stycznych do linii powstałej przez odkształcenie okręgu odpowiadającego sygnałowi sinusoidalnemu (fig. 1) do promienia (średnicy) okręgu odniesienia

$$(r_w, r_z \text{ lub } \frac{r_w + r_z}{2}).$$

Jeżeli w produkcie nieliniowości występuje wyraźnie dominująca harmoniczna, to charakterystyczne odkształcenie koła pozwala na dokładne przy dużych, a przybliżone przy małych zniekształceniach nieliniowych określenie tego rzędu nieliniowości, który ma największy wpływ na wielkość produktu nieliniowości (fig. 2). Przy zastosowaniu ekranu lampy oscyloskopowej o średnicy około 5" czułość pomiaru leży poniżej $h = 1\%$ ($h_r = 1\%$). Przy zastosowaniu częściowej kompensacji składowej podstawowej ($10 \div 15$ dB) sygnału zniekształconego, mierzyć można przy użyciu lampy 5" zniekształcenia znacznie poniżej $h = 0,1\%$. Czułość metody zwiększyć można ponadto przez zwiększenie średnicy ekranu i przez zwiększenie kompensacji składowej podstawowej.

W stosunku do mierników kompensacyjnych zawartości harmonicznym miernik oscyloskopowy ma następujące zalety: przy bardzo dokładnych nawet pomiarach nie jest potrzebna całkowita kompensacja składowej podstawowej, a kompensacja $10 \div 15$ dB może być uzyskana przy zastosowaniu znacznie prostszego układu niż w kompensacyjnych miernikach zawartości harmonicznym, nie pochłaniającego czasu przy dokonywaniu pomiarów, kompensacja jest potrzebna tylko przy pomiarach bardzo małych zniekształceń odpowiadających $h < 1\%$, obraz zniekształconego koła na ekranie lampy oscyloskopowej pozwala określić jednocześnie wielkość zniekształceń harmonicznym i dominujący rząd nieliniowości, dzięki działaniu układu przesuwanego fazę sygnału zniekształconego o 90° , składającego się z pojemności i oporności, zachodzi zjawisko względnego wzrostu wielkości napięć składowych harmonicznym w stosunku do podstawowej wraz z wzrostem ich rzędu. W ten sposób uwypukla się wpływ nieliniowości wyższych rzędów na całość zniekształceń harmonicznym, co zbliża wyniki pomiarów uzyskiwanych tą metodą do wyników oceny subiektywnej wielkości zniekształceń nie-

liniowych. Niezależnie od działania układu przesuwającego fazę, na wyjściu układu pomiarowego włączony być może układ o zmiennym wzmacnieniu w funkcji częstotliwości, którego działanie uwypukla w żądanym stopniu rolę wyższych harmonicznych np. mnożąc elektrycznie amplitudę każdej harmonicznej przez jej rząd, a więc drugiej harmonicznej przez 2, trzeciej przez 3, dziesiątej przez 10 itp.

Układ blokowy oscyloskopowego miernika zniekształceń nieliniowych harmonicznych jest przedstawiony na fig. 3. Układ pomiarowy składa się ze źródła napięcia sinusoidalnego 1 o częstotliwości stałej, regulowanej skokami lub regulowanej w sposób ciągły w danym zakresie. Sygnał z generatora o danym napięciu przykłada się do układu badanego X. Z wyjścia układu X, na którym może być kontrolowane napięcie lub moc 5 badany sygnał zniekształcony wchodzi na układ wzmacniacza lampy oscyloskopowej 2, a następnie poprzez przesuwnik fazowy 3, w którym przesunięte zostają w fazie o 90° napięcia, przyłożone do pionowych i poziomych płytek lampy oscyloskopowej 4. W szereg ze wzmacniaczem 2 włączony może być układ 6 kompensujący częściowo składowe podstawowe oraz wzmacniacz o zmiennym wzmacnieniu w funkcji częstotliwości 7, którego

zadaniem jest uwypuklenie wpływu wyższych rzędów nieliniowości na całość produktu nieliniowości.

Zastrzeżenie patentowe

Sposób mierzenia zniekształceń nieliniowych harmonicznych sygnału elektrycznego, znamien-ny tym, że wielkość zniekształceń mierzy się jako stosunek różnicy promieni lub średnic kół wewnętrzznego i zewnętrznego stycznych do linii uzyskanej na ekranie lampy oscyloskopowej przy przyłożeniu na jedną parę płytek równego co do wielkości, ale przesuniętego w fazie o 90° napięcia składowej podstawowej sygnału badanego w odniesieniu do napięcia przyłożonego do drugiej pary płytek albo w stosunku do promienia lub średnicy okręgu odniesienia, a rodzaj zniekształcenia (dominujący rząd nieliniowości) określa się na podstawie kształtu linii zamkniętej, która powstaje na ekranie oscyloskopu przy sygnale zniekształconym licząc ilość wierzchołków wypukłości.

mgr inż. Witold Straszewicz

Zastępcy: Józef Felkner & Wanda Modlibowska
rzecznicy patentowi

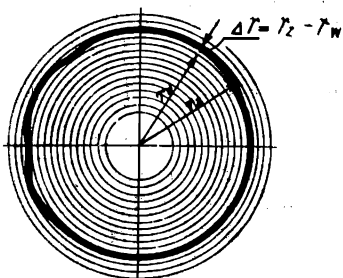


Fig. 1

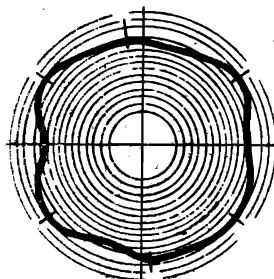


Fig. 2

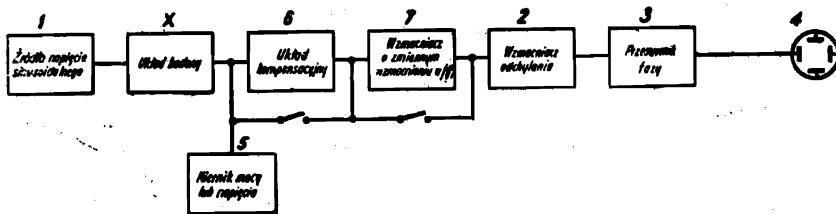


Fig. 3