



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

21e 23/20

Nr 45117

Kl. 21 e, 11/20

Mgr inż. Witold Straszewicz

Warszawa, Polska

Sposób mierzenia zniekształceń nieliniowych w układach i elementach telekomunikacyjnych

Patent trwa od dnia 3 listopada 1960 r.

Dotychczas stosowane metody pomiaru efektów wywołanych nieliniowością charakterystyki przenoszenia można nazwać metodami „statycznymi”, gdyż niezależnie od tego z jakim sygnałem pracuje dany układ czy element w jego normalnej eksploatacji, a więc w jego stanie „dynamicznym”, bada się jego nieliniowość przy przyłożeniu na wejście sygnału sinusoidalnego lub sygnału złożonego z dwóch składowych sinusoidalnych. W pierwszym przypadku określa się „współczynnik zawartości harmonicznych”, w drugim „współczynnik zniekształceń różnicowych”. Istotne jest, że każdy z tych współczynników określa tylko jeden rodzaj zniekształceń nieliniowych, jak np. harmonicznych lub intermodulacyjnych, gdy tymczasem w stanie dynamicznym produkt nieliniowości jest sumą składowych produktów różnych rodzajów, tym bardziej skomplikowanych, im więcej składowych o różnych częstotliwościach występuje w widmie

sygnału na wejściu danego układu. Doświadczenie pokazuje, że jeżeli dwa układy mają jednakowe zniekształcenia nieliniowe harmoniczne określone statycznie, to w stanie dynamicznym występować mogą produkty nieliniowości różne co do wielkości. Zdarzyć się może nawet, że w przypadku układów o różnych współczynnikach zawartości harmonicznych największy produkt nieliniowości wystąpi w stanie dynamicznym na wyjściu tego układu, którego współczynnik zawartości harmonicznych był najmniejszy. Znajomość wielkości poszczególnych harmonicznych w sygnale zniekształconym pozwala na teoretyczne obliczenie produktu nieliniowości dla stanu dynamicznego, ale tylko dla pojedynczego elementu o nieliniowej charakterystyce przenoszenia.

W przypadku stosowania dowolnej metody, opartej na mierzeniu efektu uzyskiwanego na wyjściu układu o nieliniowej charakterystyce, przy sygnale wejściowym złożonym z dwóch

składowych sinusoidalnych i mierzeniu jednego z wyżej wymienionych współczynników, sytuacja jest bardzo podobna, jak w przypadku mierzenia współczynnika zawartości harmonicznej. Jeżeli np. dwa układy mają równe współczynniki intermodulacji, to nie wiadomo czy w tych układach powstaną równe produkty nieliniowości w stanie dynamicznym, więcej, w przypadku gdy te dwa układy nie są identyczne elektrycznie, produkty nieliniowości w stanie dynamicznym zasadniczo będą różne.

Z powyższego wynika, że dla uzyskania wyników pomiarów zniekształceń nieliniowych, charakteryzujących dany układ w stanie dynamicznym, należy dokonać pomiaru przy przyłożeniu na wejście układu oryginalnego sygnału, z jakim ten układ normalnie pracuje, lub sygnału o widmie dostatecznie zbliżonym do widma oryginalnego sygnału.

Rozważania teoretyczne prowadzą do wniosku, że dla celów praktycznych wystarczy gdy sygnał wejściowy zawiera dziesięć składowych o różnych częstotliwościach, rozłożonych równomiernie w zakresie częstotliwości przenoszonych przez dany układ. Określając na wyjściu układu wielkość napięcia składowych podstawowych i wielkość napięcia produktu nieliniowości można określić wielkość zniekształceń nieliniowych dynamicznych według wzoru.

$$z = \frac{U_z}{U_{całk}}, \quad (1)$$

gdzie z — współczynnik zniekształceń nieliniowych, U_z wartość skuteczna napięcia produktu nieliniowości, $U_{całk}$ — wartość skuteczna napięcia będącego sumą składowych podstawowych i produktu nieliniowości.

Współczynnik „ z ” może być podawany w % i jest identyczny ze współczynnikiem zawartości harmonicznych w przypadku, gdy pomiar w stanie dynamicznym jest wykonywany przy pojedynczym sygnale sinusoidalnym. Określenie wielkości U_z i $U_{całk}$ może być dokonane albo na drodze eliminowania składowych podstawowych z sygnału zniekształconego za pomocą ostrych filtrów środkowo-przepustowych lub przez mierzenie amplitud tych składowych za pomocą środkowo-przepustowych filtrów rezonansowych o dużej selektywności lub dowolną inną metodą, pozwalającą na określenie wielkości wchodzących do wzoru.

Sposób pomiaru, który jest przedmiotem wykładu umożliwia mierzenie zniekształceń nie-

liniowych przy dowolnym sygnale, jak np. przy sygnale mowy lub muzyki, co jest najbardziej pożądane. Jeżeli zmiany sinusoidalne napięcia elektrycznego przedstawić w układzie współrzędnych biegunowych, to otrzyma się wykres koła (lub ósemki). Po zniekształceniu sinusoidy przez dodanie harmonicznych, przy zachowaniu tej samej wartości skutecznej napięcia otrzyma się linię 1 odkształconego koła (lub ósemki), ograniczającą takie samo pole. Z rachunku wariacyjnego wynika, że długość tej linii 1 będzie większa niż długość okręgu.

Wobec powyższego można przyjąć, że przy danej wartości skutecznej dwóch sygnałów zniekształconych na wyjściach dwóch układów nieliniowych, przy tym samym sygnale wejściowym, większy produkt nieliniowości będzie występował na wyjściu tego układu, dla którego napięcia wyjściowego będzie większa wartość całki wyrażającej długość linii w układzie współrzędnych biegunowych.

$$l = \int_{t=0}^{t=T} \sqrt{v_i^2 + \left(\frac{dl}{dt}\right)^2} dt, \quad (2)$$

przy czym l stanowi wielkość chwilowa prądu (lub napięcia), a t — czas. Przyjmując, że kryterium zniekształceń nieliniowych jest wielkością przyrostu długości w jednostce cza-

Δl

su —, czułość metody rośnie wraz z czasem,

t

w jakim wykonywany jest pomiar. Jeżeli na wejście badanego układu o nieliniowej charakterystyce przenoszenia przyłożą się napięcie, złożone z wielu składowych o różnych częstotliwościach, którego widmo przyjmie się

Δl

jako standard, — będzie bezwzględną miarą

t

zniekształceń nieliniowych. Taki pomiar bezwzględny musi być wykonywany w układzie uwidocznionym blokowo na rysunku, a złożonym ze źródła napięcia standardowego 1, wzmacniacza tego napięcia 2, załączonego równolegle do układu badanego X, miernika wartości skutecznej 3 dla kontroli równości wartości skutecznych napięć zniekształconego i standardowego oraz układu całkującego 4 ze wskaźnikiem 5, na którym odczytuje się Δl .

W przypadku pomiaru porównawczego zamiast źródła napięcia standardowego będzie dowolne źródło napięcia, a zamiast wzmacniacza napięcia standardowego drugi układ badany.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób mierzenia zniekształceń nieliniowych w układach i elementach telekomunikacyjnych, znamienny tym, że na wejście układu lub elementu badanego przykłada się napięcie, złożone z więcej niż dwóch sinusoidalnych napięć składowych o różnych dowolnych częstotliwościach i o dowolnych stosunkach amplitud, a na wyjściu mierzy się cały produkt nieliniowości, który powstaje przy przyłożeniu na wejście takiego napięcia złożonego.

2. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że produkt nieliniowości określa się przyrostem wartości całki

$$I = \int_{t=0}^{t=T} \sqrt{i^2 + \left(\frac{di}{dt}\right)^2} dt$$

dla prądu (napięcia) zniekształconego w stosunku do prądu (napięcia) nie zniekształconego o tej samej wartości skutecznej.

Mgr inż. Witold Straszewicz

Zastępcy: Józef Felkner & Wanda Modlibowska
rzecznicy patentowi

