

Istotne zagadnienia

związane z pomiarami szerokopasmowych systemów bezprzewodowych cz. 1



W artykule omówiono trzy bardzo ważne zagadnienia związane z pomiarami transmisyjnych szerokopasmowych systemów bezprzewodowych. Są to: wpływ dokładności kalibrowania przyrządu na niepewność pomiaru, zwiększanie dokładności przez stosowanie generatorów sygnałowych współpracujących z wektorowymi analizatorami sygnałów RF, skrócenie czasu pomiarów wynikające z zastosowania generatorów sygnałowych i wektorowych analizatorów sygnałów. W pierwszej części artykułu omówiono kilka zagadnień teoretycznych.

Użytkownicy sprzętu elektro- nicznego zapewne często za- dają sobie pytanie, czy istnieje jakaś granica funkcjonal- ności urządzeń? Funkcjonalność, oprócz pomysłowości konstruktorów, w dużym stopniu jest uzależniona od parametrów technicznych podzespołów, z których urządzenia są budowane. W tym zakresie, wydaje się, że jeszcze nie powiedzieliśmy ostatniego słowa. Trend polegający na stosowaniu coraz bardziej wydajnych i złożonych elementów i kompo- nentów obowiązuje nie tylko w sprzę- cie profesjonalnym, obserwujemy go nawet w urządzeniach powszechnego użyt- ku. Do grupy urządzeń szczególnie po- datnych na innowacje techniczne należy zaliczyć sprzęt telekomunikacyjny i in- formatyczny. Nie dziwi zatem fakt wy- korzystywania w nim najnowszych wer- sji wzmacniaczy, przełączników, filtrów aktywnych (SAW, BAW) itp. Nowe funk- cje, nowe technologie tak chętnie widzia- ne przez użytkowników, dla producentów stanowią jednak spore wyzwania doty- czące metod testowania i pomiarów urzą- dzeń końcowych. Przykładem mogą być zagadnienia związane z pomiarami urzą- dzeń radiokomunikacyjnych po przejściu na szersze pasma i bardziej złożone ro- dzaje modulacji (OFDMA, 64QAM itp.).

Na przykład do wyznaczenia charak- terystyk przenoszenia wzmacniaczy nie- zbędne jest dysponowanie zestawem te- stowym zawierającym odpowiednie dla nich referencyjne źródło wejściowe, a także analizator, którym będzie moż- na badać własności sygnału wyjściowe- go. Rolę źródeł wejściowych pełnią gene- ratory sygnałowe, analizatory natomiast powinny umożliwiać pomiar poziomu sygnału wyjściowego i jego częstotliwo- ści, a także wyznaczać wzmocnienie cał- kowite i liniowość charakterystyki. Do prawidłowej oceny wzmacniaczy nieli- niowych i szerokopasmowych niezbęd- ne może okazać się stosowanie modulo- wanych sygnałów wejściowych. Niegdyś ich rolę pełniły sygnały jedno- lub wie- lotonowe, ale dziś ich przydatność do ba- dania nowoczesnych urządzeń staje się niewystarczająca. Jako źródło sygnału wejściowego coraz częściej stosowane są wektorowe generatory sygnałowe.

Liniowość wzmacniaczy w.cz.

Istotne własności każdego wzmac- niacza zależą od klasy, w której pracu- je. Niestety, zwykle konieczne jest po- dejmowanie kompromisów na przy-

kład pomiędzy liniowością a wydajno- ścią i zużyciem energii. Użytkownicy oczekują oczywiście urządzeń oszczęd- nych w eksploatacji, pracujących długo bez wymiany baterii lub ładowania aku- mulatora. Dla inżynierów ważniejsze na ogół jest zapewnienie dobrych parame- trów, w tym wysokiej liniowości, od któ- rej zależą małe zniekształcenia sygnału. W pierwszym przypadku stosowane są wzmacniacze pracujące w klasie C. Duże zniekształcenia wynikające z ich nieli- niowości są w pewnym stopniu minima- lizowane przez odpowiednią kompensac- ją obciążenia wzmacniacza. Działania takie jednak odnoszą skutek jedynie dla wąskiego zakresu częstotliwości i nie nadają się do stosowania we wzmacnia- czach szerokopasmowych lub wzmac- niaczach *multi-carrier*. Pewien kom- promis pomiędzy liniowością a wydaj- nością jest osiągany we wzmacniaczach w.cz. najnowszej generacji, przez sto- sowanie złożonej metody kompensacji oraz przejście do klasy AB. W rozwiąza- niach klasycznych kompensacja jest re- alizowana dzięki ujemnemu sprzężeniu zwrotnemu, w którym mała część sygna- łu wyjściowego jest podawana na wejście wzmacniacza. Zniekształcenia pojawia- jące się na wyjściu są korygowane przez odpowiednie zmniejszanie sygnału wej- ściowego (z zachowaniem ustalonego współczynnika korekcji). W sprzęcie nowoczesnym pojawiają się rozwiązania dużo bardziej wyrafinowane, często zaskakujące. Stosuje się w nich sprzężenie „w przód” (*feedforward*) lub układy *pre- distortion*. Wykorzystywany jest tu efekt poprawy liniowości wzmacniacza przez kontrolowane wprowadzenie zniekształ- ceń sygnału wejściowego. Technika ta stała się całkiem przystępna, gdy poja- wiły się względnie tanie procesory DSP. Umożliwiają one bowiem cyfrową reali- zację *pre-distortion*. Obecnie jest to jed- na z podstawowych technik stosowanych przy konstruowaniu wydajnych, szero- kopasmowych wzmacniaczy w.cz.

Zwiększenie szybkości przesyłu danych w urządzeniach radiokomunikacyjnych jest osiągane przez poszerzanie pasma ro- boczego i stosowanie złożonych modula- cji. Przykładowo, modulacja 64QAM wy- maga sygnałów wyjściowych charakte- ryzujących się bardzo dużą liniowością. Mimo nowych technik pozwalających uzyskiwać żądane parametry urządzeń, dla konstruktorów nadal sporym wyzwa- niem pozostaje jednocześnie zapewnienie wysokiej wydajności i liniowości.

CCDF

Modulacje stosowane w urządzeniach najnowszych generacji wymagają anali- zowania szeregu zagadnień nie badanych w urządzeniach starszych. Przykładem jest oddziaływanie częstotliwości no- śnych i ustalonego kodu na amplitu- dę sygnału. Zależność tę opisuje funk- cja CCDF (Complementary Cumulative Distribution Function), która, ujmując to inaczej, charakteryzuje stosunek wartości szczytowej do średniej sygnału (PAR), da- jąc wyobrażenie o statystycznym rozkła- dzie mocy sygnału. Funkcja ta jest jed- ną z najważniejszych w badaniu wzmac- niaczy mocy OFDMA (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing Amplifier), stosowanych na przykład w systemach LTE. Wzmacniacze te mu- szą być zdolne do wzmacniania sygnałów z dużym PAR przy jednoczesnym utrzy- mywaniu dobrego przylegania kanałów i wysokiej wydajności.

Wykres funkcji CCDF pierwotnie był wykorzystywany do oceny wydaj- ności wzmacniaczy mocy *multicarrier*. Mierzono tą metodą wyrażony w pro- centach stosunek czasu, w którym PAR przewyższa zadany poziom mocy do cał- kowitego czasu pomiaru. Jest to istotne, ponieważ dzięki temu można określać, jak często sygnał wymaga bardzo wyso- kiej mocy chwilowej i z jakimi poziomami mamy do czynienia. Występowanie takich pików stanowi spore wyzwanie dla konstruktorów stawiających sobie na celu projektowanie urządzeń zapewnia- jących uzyskiwanie sygnałów wyjścio- wych o dużej liniowości (nie zniekształ- canych). Funkcja CCDF pokazuje wy- raźnie jak przyjęty kompromis pomię- dzy wydajnością a liniowością wpływa na jakość sygnału wyjściowego.

Zagadnienia związane z pomiarami szerokopasmowych systemów bezprze- wodowych w ujęciu praktycznym zosta- ną przedstawione w drugiej części arty- kułu. Główny nacisk będzie położony na trzy zagadnienia o kluczowym zna- czeniu dla skróceniu czasu pomiarów i zwiększeniu ich dokładności.

Jarosław Doliński, EP
jaroslaw.dolinski@ep.com.pl

Artykuł opracowano na podstawie ma- teriałów Anritsu

Dane kontaktowe

Meratronik, tel. 22 855 34 32
sales@meratronik.pl
www.meratronik.pl