

Istotne zagadnienia

związane z pomiarami szerokopasmowych systemów bezprzewodowych cz. 2



W artykule omówiono trzy bardzo ważne zagadnienia związane z pomiarami transmisyjnych szerokopasmowych systemów bezprzewodowych. Są to: wpływ dokładności kalibracji przyrządu na niepewność pomiaru, zwiększanie dokładności przez stosowanie generatorów sygnałowych współpracujących z wektorowymi analizatorami sygnałów w.cz., skrócenie czasu pomiarów wynikające z zastosowania generatorów sygnałowych i wektorowych analizatorów sygnałów. W drugiej części artykułu koncentrujemy się na zagadnieniach praktycznych.

W pierwszej części artykułu omówiono kilka najważniejszych zagadnień teoretycznych związanych z pomiarami szerokopasmowych systemów bezprzewodowych. W dalszej części przedstawiono niektóre problemy metrologiczne pojawiające się wraz z wdrażaniem nowych technologii, nowych technik modulacji oraz przechodzeniem na wyższe pasma.

Wpływ dokładności kalibracji na niepewność pomiaru

Wzmacniacze nadawcze nowoczesnych mobilnych urządzeń cyfrowych są projektowane pod kątem jak największego wydłużenia czasu pracy na bateriach. Oznacza to minimalizację poboru energii w czasie eksploatacji urządzenia. Cel ten jest osiąganym przez ustalenie optymalnego punktu pracy wzmacniacza, co jest równoznaczne z przyjęciem odpowiedniej dla niego klasy. Niestety energooszczędne klasy AB lub C odznaczają się sporą nieliniowością, a więc także dużymi zniekształceniami sygnału. Problem staje się szczególnie dokuczliwy w systemach LTE, w których stosowana jest modulacja OFDM.

W niektórych pomiarach urządzeń szerokopasmowych, np. EVM (*Error Vector Magnitude*) czy ACP (*Adjacent Channel Power*) powtarzalność pomiarów jest mała ze względu na małą powtarzalność kalibracji poziomu mocy. W tabeli 1 zestawiono różnice powtarzalności pomiaru zniekształceń w zależności od dokładności kalibracji mocy.

Dla dwóch zakresów kalibracji mocy 0,14 i 0,03 dB wzmacniacza mocy z kompresją 1 dB, powtarzalności pomiarów EVM, ACP i 2HD rosną proporcjonalnie do dokładności kalibracji mocy. Widzimy ponadto, że pomiar EVM, który jest narażony zarówno na zniekształcenia, jak i na opóźnienia fazowe, ma szerszy zakres błędów niż powtarzalność pozostałych dwóch parametrów.

Dokładność 0,14 dB jest określona dla badanego urządzenia przy zastosowaniu typowego generatora sygnałowego i analizatora sygnałów zgodnie z wytycznymi producenta zamieszczonymi w dokumentacji. Układ pomiarowy zastosowany do pomiaru, w którym zakres kalibracji mocy wyjściowej jest równy 0,03 dB przedstawiono na rysunku 1.

Jednym z najważniejszych rutynowo mierzonych parametrów wzmacniacza mocy jest oczywiście mocy wyjściowej.

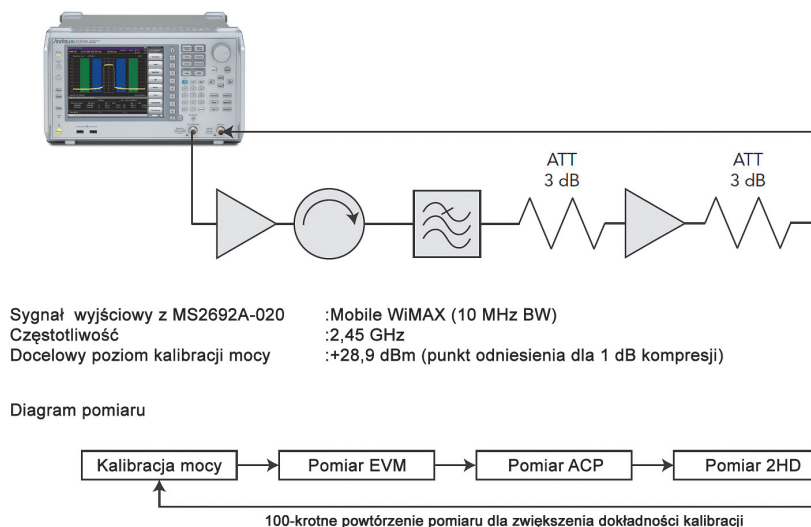
Kluczowym elementem decydującym o poprawności wyniku takiego pomiaru jest kalibracja mocy. Optymalne dobranie poziomu mocy wyjściowej wzmacniacza mocy (Tx) jest jednak dość czasochłonne. Istotną niedogodnością jest ponadto niekorzystna cecha takich wzmacniaczy, polegająca na tym, że ich charakterystyka może być różna dla ciągłej, niemodulowanej fali (CW) i fali modulowanej, nawet przy tych samych mocach wejściowych w obu przypadkach. Przykładowo, sygnał złożony z powtarzających się impulsów ON/OFF włączających lub wyłączających pełną moc ma mniejszą moc całkowitą niż analogiczny sygnał ciągły CW całkowany po czasie. Badając wzmacniacz mocy OFDMA należy więc podać na jego wejście taką moc, która będzie najbardziej odpowiednia dla aproksymacji naturalnych warunków pracy nieliniowego wzmacniacza. Idealna moc musi być dobrana tak, by impulsy sygnału wejściowego oddawały cechy sygnału rzeczywistego. Nie jest to zadanie łatwe, więc w celu uzyskania jak najlepszego rezultatu regulację generatora sygnałowego można kontrolować na przykład za pomocą analizatora i miernika mocy połączonych z generatorem interfejsem GPIB. Ale nawet w takiej konfiguracji stanowiska pomiarowego algorytmy pomiarowe są niezwykle skomplikowane, a uzyskanie optymalnych wyników zajmuje sporo czasu.

W przedstawionym przykładzie stosowany jest sygnał modulowany wektorowo a nie sygnał ciągły CW. Wynika to z wcześniejszych rozważań dotyczących pomiaru urządzenia nieliniowego, dla którego korzystniejszy od sygnału ciągłego jest zmodulowany sygnał wejściowy.

Można wręcz twierdzić, że w przypadku urządzeń nieliniowych, dla których charakterystyka CCDF sygnału wejściowego jest różna, takie podejście jest wymagane. Dotyczy to szczególnie nieliniowych urządzeń pracujących ze zmodulowanymi sygnałami szerokopasmowymi. Niezastosowanie powyższej zasady może skutkować otrzymywaniem różnych wyników.

Poprawa jakości pomiarów przez zintegrowanie generatora sygnałowego (SG) i wektorowego analizatora sygnałów (VSA)

Specjaliści od technik pomiarowych stale pracują nad ulepszaniem przyrządów i metod pomiarowych. Na podstawie wniosków wypływających z wcześniejszych rozważań można sformułować tezę, że połączenie funkcji generatora sygnałowego i wektorowego analizatora sygnałów powinno znacząco poprawić dokładność pomiarów. Rozważmy pomiar, w którym wykorzystywane są jako oddzielne urządzenia: generator sygnałowy i analizator wektorowy. Urządzenia te są synchronizowane zewnętrznym sygnałem wyzwalającym. W sygnale wyzwalającym będzie zwykle występował jitter analogowy. Sprzętowa eliminacja takiego jitteru jest praktycznie niemożliwa, dlatego wyniki pomiarów będą obciążone pewną przypadkowością. Należy zauważyć, że połączenie przebiegu taktującego z oddzielnego generatora sygnałowego i analizatora wektorowego nie rozwiązuje problemu jitteru przebiegu wyzwalającego, można w ten sposób jedynie zredukować zjawisko „*timing wander*”, czyli wolnozmiennnej fluktuacji fazy.



Rys. 1. Układ pomiarowy z analizatorem sygnałów MS2692A-020

Charakterystyka Input-Output wzmacniacza Tx

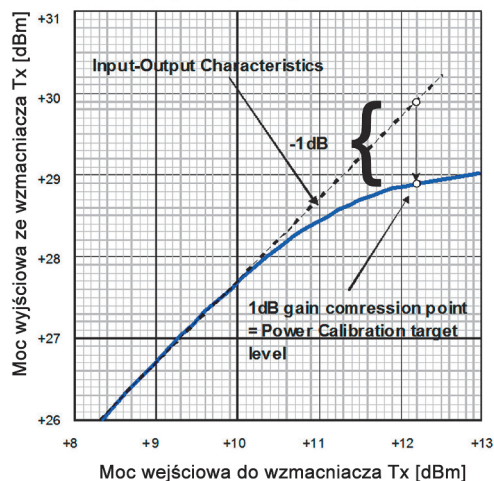


Tabela 1. Powtarzalność wybranych pomiarów w zależności od dokładności kalibracji mocy urządzenia

Dokładność kalibracji mocy	Powtarzalność pomiaru			
	EVM	ACP upper	ACP lower	2HD
0,14 dB	1,96 dB	1,14 dB	1,12 dB	1,12 dB
0,03 dB	0,27 dB	0,27 dB	0,54 dB	0,40 dB

ności sygnału taktującego dwoma sekcjami w obrębie jednego układu cyfrowego.

Wektorowo modulowane przebiegi wykorzystywane jako sygnały wejściowe mierzonych systemów są definiowane dla różnych sygnałów zmiennych w czasie. Występują w nich gwałtowne fluktuacje poziomu mocy w stosunku do mocy średniej. Stosowanie takich przebiegów jest wymagane dla dokładnego odtworzenia rzeczywistych warunków pracy urządzenia podczas wykonywania testów. Głównym zagadnieniem jest zapewnienie powtarzalności wyników pomiarów, tylko wówczas możliwe jest porównywanie

Dłuższy czas trwania przebiegu testowego oznacza oczywiście wydłużenie czasu trwania pomiaru, a takie rozwiązanie nie zawsze jest do zaakceptowania. Połączenie generatora i analizatora w jedno urządzenie cyfrowe pozwala rzeczywiście zminimalizować niepewność jittera przebiegu wyzwalającego, a przez to umożliwia wykonywanie dokładniejszych pomiarów w krótszym czasie. Nie jest przy tym konieczne podejmowanie kompromisu pomiędzy dokładnością pomiaru a czasem jego trwania z powodu problemów związanych z wyzwalaniem.

W trzeciej (ostatniej) części artykułu będzie omówione zagadnienie związane ze skracaniem czasu pomiaru przez zintegrowanie generatora sygnałowego i analizatora sygnałów.

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

Artykuł opracowano na podstawie materiałów Anritsu.

Zakres kalibracji mocy	Powtarzalność pomiarowa			
	EVM	ACP_upper	ACP_lower	2HD
0.14 dB	1.96 dB	1.14 dB	1.12 dB	1.12 dB
0.05 dB	0.44 dB	0.89 dB	0.88 dB	0.72 dB

Liczba próbek: 100
 (dokładność każdej kalibracji mocy)

Rys. 2. Powtarzalność pomiarów zniekształceń w zależności od kalibracji mocy

Skuteczna eliminacja jitteru jest osiągnięta dopiero, gdy generator sygnałowy i wektorowy analizator sygnałów zostaną zintegrowane w jednym urządzeniu. Możliwe staje się wówczas stosowanie wewnętrznego układu FPGA pełniącego funkcję markera wewnętrznego przebiegu wyzwalającego. W rozwiązaniu takim nie występują losowe rozrzuty wyników pomiarów, ponieważ sygnał taktujący pochodzi z jednego źródła, jakim jest np. układ FPGA. Układ ten zapewnia minimalizację niepew-

poszczególnych przypadków. Z pozoru mało istotna niepewność przebiegu taktującego, a także niepewność ustalania czasu przechwytywania dodają się bezpośrednio do niepewności pomiarów.

Jedną z metod zmniejszenia błędów, o których mowa, jest stosowanie przebiegów o długich czasach trwania. Procentowy wkład błędu generowanego przez taktowanie staje się wtedy zredukowany. Należy mieć jednak świadomość tego, że jest to tylko maskowanie błędów, a nie jego eliminacja.



Dane kontaktowe

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



Twój partner w pomiarach

- radiokomunikacja
- telekomunikacja
- optokomunikacja
- lotnictwo
- metrologia

Biuro Handlowe:
 ul. I. Gandhi 19, Warszawa
 tel. 22 855 34 32, faks 22 644 25 56
sales@meratronik.pl
www.meratronik.pl



Wyłączny przedstawiciel:

