



Agilent Technologies
Innovating the HP Way

Nowe przyrządy pomiarowe dla telefonii cyfrowej 3G

W artykule przedstawimy nowe przyrządy firmy Agilent służące do generowania i analizy sygnałów telefonii cyfrowej drugiej i trzeciej generacji (2G/3G).

Obecnie, przy lawinowym rozwoju technik przekazu informacji i związanym z tym rosnącym stopniem złożoności sygnałów przesyłanych drogą radiową, rośnie zapotrzebowanie na aparaturę pomiarową, która realizuje odpowiednio skomplikowane funkcje i procedury pomiarowe, ale nie przenosi tej złożoności na interfejs użytkownika. Generacja sygnałów i pomiary ich kluczowych parametrów we wszystkich najważniejszych formatach 2G/3G, mogą być wykonywane szybko i z dużą precyzją. Pomimo tego, że takie przyrządy są skomplikowane funkcjonalnie, mogą być łatwe w obsłudze z punktu widzenia użytkownika. Automatyczny pomiar, który sprowadza się tylko do wyboru odpowiedniego typu cyfrowej modulacji/demulacji sygnału - to już nie marzenie, lecz rzeczywistość. Wystarczy sięgnąć po dwa nowe przyrządy z oferty Agilent Technologies, dedykowane dla testów i pomiarów urządzeń i systemów komunikacji bezprzewodowej drugiej i trzeciej generacji: E4438C ESG Vector Signal Generator (250 kHz...6 GHz) oraz E4443A PSA Spectrum Analyzer (3 Hz...6,7 GHz).

Przyrządy te wybrano z serii ESG i PSA i zestawiono w parę nieprzypad-

kowo. Obydwa pokrywają prawie to samo pasmo częstotliwości - do 6 GHz, które obecnie obejmuje wszystkie naj-

Od nowoczesnych przyrządów laboratoryjnych wymaga się prostoty obsługi pomimo realizacji przez nie skomplikowanych funkcji i procedur pomiarowych.

nowsze systemy telekomunikacji bezprzewodowej. Obydwa są przygotowane do pracy z powszechnie stosowanymi sygnałami zmodulowanymi cyfrowo (lub używając ściślejszego określenia - sygnałami z wielostanowymi modulacjami amplitudowo-fazowymi). Obydwa obsługują szeroki zbiór predefiniowanych formatów sygnałów tego rodzaju zgodnych z aktualnymi standardami, przy zachowaniu otwartości na nowe, jeszcze nie unormowane, oraz akceptują własne schematy modulacyjne zdefiniowane przez użytkownika. Listę obsługiwanych formatów zawarto w **tab. 1**.

Oczywiście, nie wszystkie wymienione formaty są interesujące dla każdego użytkownika. Agilent, jako producent o zasięgu światowym, musi dostosować się do potrzeb klientów z różnych obszarów geograficznych, zdominowanych przez różne technologie. W Polsce oprócz eksploatowanych aktualnie systemów GSM (operatorzy komórkowi) i Tetra (Policja i Straż Graniczna) można się spodziewać już wkrótce większego zainteresowania i wzrostu potrzeb pomiarowych związanych z wprowadzaniem systemu W-CDMA/UMTS, a także z napływem sprzętu powszechnego użytku z interfejsem Bluetooth i z upowszechnianiem się technologii Wireless LAN.

Dotrzymanie kroku gwałtownym zmianom w świecie telekomunikacji nie byłoby możliwe bez równie dynamicz-

nych zmian w konstrukcji przyrządów pomiarowych. W przypadku generatorów niezbędne było ich „doposażenie“ w modulator kwadraturowy I/Q (**rys. 2**) oraz wewnętrzny, szerokopasmowy generator sygnałów modulujących. Generatory ESG posiadają również alternatywne wejścia umożliwiające doprowadzenia sygnałów I/Q z zewnątrz. Na schemacie zaznaczono też przetworniki C/A przekształcające informacje o wartościach zależnych od częstotliwości (zapisanych w pamięci) współczynników korekcyjnych.

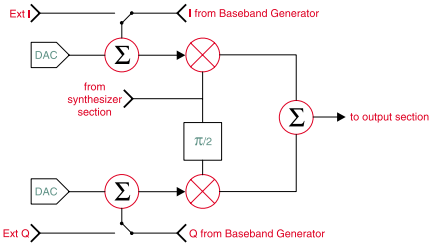
Istotnym parametrem generatora sygnałów zmodulowanych cyfrowo jest maksymalna szerokość pasma sygnału zmodu-

Tab. 1. Formaty sygnałów obsługiwanych przez generator E4438C serii ESG i analizator E4443A serii PSA

| | |
|--------------------|--|
| 1xEV-DO | 1xEVolution - Data Only. System zgodny z CDMA 2000. Łącze radiowe udostępnia do 2,4 Mb/s w dedykowanym kanale o szerokości 1,25 MHz. Qualcomm, Altera, Motorola. |
| 802.11a / 802.11b | IEEE Wireless LAN Standard. IP over Ethernet. a) pasmo 5 GHz, przepustowość 54Mbps. b) pasmo 2,4 GHz przepustowość 11Mbps. |
| AWGN | Additive White Gaussian Noise - typ sygnału wykorzystywany w testach systemów CDMA |
| Bluetooth | Uniwersalny interfejs radiowy krótkiego zasięgu. Pasma 2,4 GHz, max przepływność 720 kb/s. Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS). |
| CDMA-2000 CDMA-One | Code Division Multiple Access - Dostęp Wielokrotny z Podziałem Kodowym |
| DECT | Digital European Cordless Telephone |
| EDGE | Enhanced Data for GSM Evolution |
| GSM | Global System for Mobile Communication |
| NADC | North American Dual-Mode Cellular |
| PDC | Personal Digital Cellular (Japan) |
| PHS | Personal Handyphone System (Japan) |
| TETRA | Trans European Trunked Radio Access |
| W-CDMA (UMTS) | Wideband CDMA - technologia wykorzystywana przez Universal Mobile Telecommunications System |



Fot. 1. Generator sygnałów 2G/3G serii ESG i analizator serii PSA



Rys. 2. Schemat blokowy modulatora I/Q

lowanego, gdyż powinna ona pokrywać z zapasem pasma zajmowane przez stosowane obecnie najbardziej „szerokopasmowe“ modulacje. Najbardziej dotąd wymagającym systemem jest W-CDMA (UMTS) operujący kanałami o szerokości ok. 5 MHz. Generator E4438C ESG oferuje szerokość pasma 80 MHz w przypadku korzystania z wewnętrznego generatora I/Q lub 160 MHz przy generatorze zewnętrznym. Tak duży zapas szerokości pasma pozwala na generowanie bardziej złożonych sygnałów testujących, które

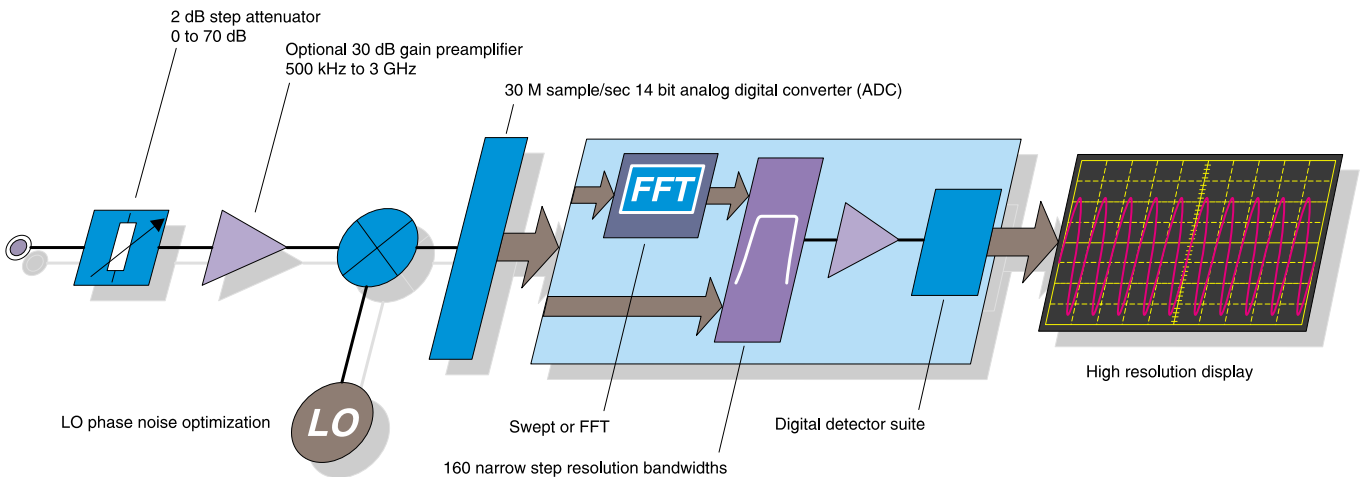
Tab. 2. Wybrane parametry generatora E4438C serii ESG

| Parametr | Wartość |
|--|--|
| Zakres częstotliwości | 1, 2, 3, 4 lub 6 GHz - zależy od wyboru opcji. Modele na niższe pasma nie obsługują wszystkich formatów 2G/3G |
| Szybkość przełączania częstotliwości nośnej | <13ms w trybie CW |
| Moc wyjściowa | +17 dBm dla 1 GHz |
| Szybkość | |
| Dokładność poziomu mocy | ±0,5 dB do 2 GHz |
| Gęstość szumu fazowego | <-134 dBc/Hz dla odstrojenia 20 kHz i nośnej 1 GHz |
| Szerokość pasma sygnału zmodulowanego | 160 MHz dla zewnętrznych sygnałów modulujących I/Q lub 80 MHz przy wykorzystaniu wewnętrznego generatora przebiegów modulujących |
| Pamięć przebiegu modulującego | 8 lub 32 MS (40 lub 160MB) |
| Szybkość odtwarzania próbek przebiegu modulującego | do 100 MS/s |
| Pojemność wbudowanego dysku twardego | 6 GB |
| Interfejsy | 10BaseT LAN, GPIB, RS-232 |

leżnie od opcji) przewidziano od 40 do 160MB pamięci RAM mieszczącej 8 do 32 M podwójnych próbek I/Q.

Opcjonalnie generator ESG można wyposażać w moduł odbiornika zdemodu-

Analizator ten wyposażono w szereg nowatorskich rozwiązań, które pozwoliły uzyskać parametry do tej pory nieosiągalne w sprzęcie powszechnie dostępnym. Cyfrowa obróbka sygnału



Rys. 3. Uproszczony schemat blokowy analizatora serii PSA

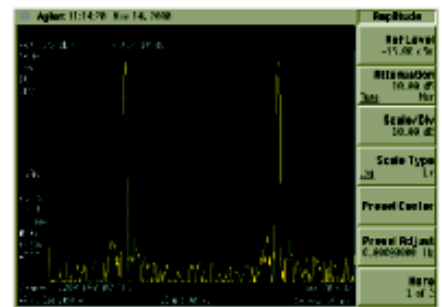
mogą symulować np. pracę kilku stacji bazowych jednego systemu lub nawet dwóch stacji bazowych różnych systemów w celu zbadania reakcji stacji abonenckiej w warunkach zbliżonych jak najbardziej do rzeczywistych.

Wykorzystanie bardziej złożonych przebiegów modulujących, wykraczających poza możliwości wewnętrznego generatora I/Q, może wiązać się z koniecznością wcześniejszego ich przygotowania metodami obliczeniowymi na komputerze i przesłania do generatora w postaci ciągów próbek. Do wyboru są trzy rodzaje interfejsów: 10BaseT LAN, GPIB, RS-232. Do przesyłania danych (w obie strony) można wykorzystać dostarczaną z generatorem aplikację IntuiLink pracującą w środowisku Windows. Generator operuje 16-bitowymi próbkami, na których zapamiętanie (za-

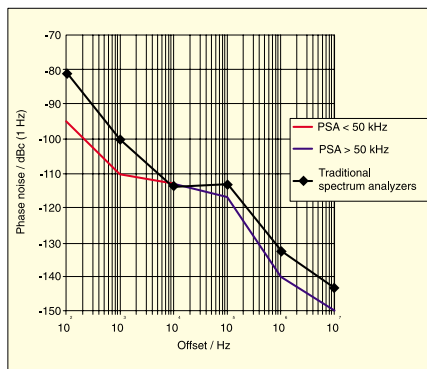
lowanego sygnału cyfrowego do pomiaru bitowej stopy błędów BER. W celu wykonania pomiaru generator wykorzystuje standardowe sekwencje pseudolosowe: PN9, PN11, PN15, PN20 i PN23.

W przypadku analizatorów widma PSA kluczowym czynnikiem umożliwiającym ich zastosowanie w analizie sygnałów 2G/3G stała się daleko posunięta cyfryzacja ich budowy. Z uwagi na w pełni cyfrową realizację całego toru pośredniej częstotliwości w PSA będącym z nazwy analizatorem widma, dostępne stały się funkcje tradycyjnie zarezerwowane dla wektorowych analizatorów sygnałów VSA. W szczególności bez obróbki cyfrowej niemożliwe byłoby zrealizowanie funkcji odzyskiwania przebiegu zegara niezbędnego do synchronizacji i demodulacji analizowanych sygnałów 2G/3G.

w torze IF pozwoliła wyeliminować wiele przyczyn powstawania błędów amplitudowych, wprowadzić nowe algorytmy korekcyjne oraz uzyskać prawie idealną logarytmiczną charakterystykę wzmocnienia. Wyjątkowa dokład-



Rys. 4. Pomiar sygnału 2-tonowego w trybie FFT. Czas przemieszczenia wynosi zaledwie 34ms



Rys. 5. Charakterystyka gęstości szumu fazowego heterodiny analizatora PSA

ność i rozdzielczość pomiarów amplitudowych PSA pozwala w wielu zastosowaniach wyeliminować dodatkowy miernik mocy. Uzasadnione stało się udostępnienie możliwości ustawiania poziomu odniesienia co 0,01 dB i skali pionowej 0,1 dB/działkę oraz 3-cyfrowy odczyt poziomu markera. PSA cechuje się również bardzo dobrą dynamiką $TOI=+17\text{dBm}$, $DANL=-169\text{dBm}$. Choć zakres dynamiki analizatora widma można definiować w różny sposób, w pomiarach 2G/3G miarodajna jest wartość możliwej do uzyskania dynamiki w pomiarze ACP (Adjacent Channel Power) dla sygnału W-CDMA. Typowy wynik dla PSA to 73 dB.

Dzięki zastosowaniu cyfrowych filtrów w torze IF oraz FFT z możliwością automatycznego lub ręcznego wyboru parametrów znacznie uległ skróceniu czas analizy w pomiarach wymagających wąskich filtrów RBW. Na rys. 4 pokazano przykład analizy widma przebiegu dwutonowego z zastosowaniem wąskich filtrów $RBW=VBW=100\text{ Hz}$, w oknie 20 kHz wykonywanej w trybie FFT. Czas analizy wynosi 34ms, podczas gdy w klasycznym analizatorze bez FFT wymagałoby to aż 4 s.

Dodatkowe informacje

Artykuł powstał na bazie materiałów firmy Agilent, które są dostępne w Internecie pod adresem www.agilent.com, publikujemy je także na płycie CD-EP7/2002B.

Informacje: AM Technologies Polska Sp. z o.o., tel.: (22) 608-14-40, fax: (22) 608-14-44, info@am-tech.pl.

Tab. 3. Wybrane parametry analizatora E4443A serii PSA

| Parametr | Wartość |
|--|---|
| Zakres częstotliwości | 6,7 GHz (w serii dostępne są również modele na pasma: 13,2 GHz, 26,5 GHz, w tym roku także 43,5 GHz i 50 GHz) |
| Czas przemieszczenia | span 10Hz 1ms...2000 s |
| span=0Hz 1μs÷6000s | |
| Częstotliwość powtarzania cyklu pomiarowego przy pracy lokalnej | > 50 pomiarów/s |
| Częstotliwość powtarzania cyklu pomiar/przesłanie danych przy pracy zdalnej | > 22 pomiarów/s |
| Szerokości pasma filtra RBW | 1Hz do 3 MHz co 10% oraz 4, 5, 6 i 8 MHz - łącznie 160 wartości RBW |
| Bezwzględna dokładność amplitudowa | specyfikowana $\leq \pm 0,27\text{ dB}$ |
| typowa $\leq \pm 0,11\text{ dB}$ | |
| Błąd amplitudowy w funkcji częstotliwości, 3Hz-3 GHz | specyfikowany $\leq \pm 0,38\text{ dB}$ typowy $\leq \pm 0,1\text{ dB}$ |
| Dokładność pomiaru mocy w kanale sąsiednim (ACPR) dla sygnału W-CDMA (UMTS) | dla stacji abonenckiej $\pm 0,12\text{ dB}$ dla stacji bazowej $\pm 0,20\text{ dB}$ |
| Dynamika pomiaru mocy w kanale sąsiednim (ACPR) dla sygnału W-CDMA (UMTS) | bez korekcji szumów -75 dB z korekcją szumów -78 dB |
| Gęstość mocy szumu fazowego dla wybranych odstrojeń od nośnej | 10kHz nominalnie -114 dBc/Hz, typowo -117 dBc/Hz 1 MHz nominalnie -144 dBc/Hz, typowo -148 dBc/Hz 10 MHz nominalnie -148 dBc/Hz, typowo -157 dBc/Hz |
| Najniższy zobrazowany poziom szumów DANL | 10 MHz÷3 GHz nominalnie -153 dBm, typowo -154 dBm powyżej 3 GHz nominalnie -143 dBm, typowo -145 dBm 10 MHz÷3 GHz z przedwzmacniaczem -166 dBm |
| Współczynnik kompresji 1 dB | 200 MHz÷3.0 GHz nominalnie +3 dBm, typowo +7 dBm |
| Poziom charakterystyczny sygnału wejściowego dla zniekształceń intermodulacyjnych 3-go rzędu | nominalnie +17 dBm, typowo +19 dBm |
| Interfejsy | 10BaseT LAN, GPIB/RS-232 |

PSA jest pierwszym analizatorem widma, w którym zastosowano oscylator lokalny LO o przełączanej charakterystyce szumowej. W zależności od wybranej szerokości okna częstotliwościowego, analizator wybiera odpowiedni typ optymalizacji szumu fazowego heterodiny tak, by otrzymać jego mniejszą wartość w odstępie poniżej lub powyżej 50kHz od nośnej (rys. 5).

Należy mieć na uwadze, że pokazana funkcjonalność pomiarowa nowych przyrządów, to łączny efekt nowoczesnej platformy sprzętowej i zaawansowanego oprogramowania. W przypadku zmiany standardu i formatu analizowanych sygnałów, hardware pozostaje ten sam, wystarczy tylko zmienić oprogramowanie. Fakt ten sprawia, że potencjalny nabywca analizatora PSA ma duży komfort i pewność, że mimo

nieustającego wyścigu producentów wprowadzających coraz to nowe, udoskonalone technologie, nieprędko odstawi ten przyrząd do lamusa.

RT