

# Testery systemów radiowych DMR

We współczesnych środkach radio-  
wej łączności mobilnej wykorzystywa-  
ne są zwykle różne technologie i stan-  
dardy, coraz częściej oparte na techni-  
ce cyfrowej. Przykładowo są to: PMR,  
dPMR, TETRA, Project25, NXDN, DMR.  
Wraz z upowszechnieniem takich urzą-  
dzeń pojawił się problem testowania  
i pomiarów takich urządzeń.



## Co to jest DMR

W artykule zostaną przedstawio-  
ne trzy przyrządy przeznaczone do po-  
miarów RF. Są to testery systemów ra-  
diowych i analizatory widma przystoso-  
wane do badania m.in. urządzeń DMR  
(Digital Mobile Radio), czyli cyfrowe-  
go radia mobilnego. Urządzenia tego  
typu stanowią stosunkowo nowy stan-  
dard dla technologii PMR (Professional  
Mobile Radio) sformułowany przez  
ETSI (European Telecommunications  
Standards Institute). Mimo, że stan-  
dard ten powstał w Europie, to został  
także przyjęty przez amerykańską ko-  
misję FCC (Federal Communications  
Commission) i urządzenia tego typu są  
używane także za oceanem.

Zastosowanie techniki cyfrowej w urzą-  
dzeniach komunikacyjnych przyczyni-

ło się do zwiększenia efektywności syste-  
mów, a także poszerzyło ich możliwości  
funkcjonalne. Urządzenia DMR obsługują  
transmisję głosu oraz danych cyfrowych.  
Dostępne są też liczne dodatkowe usługi.  
Są to przy tym urządzenia względnie ta-  
nie, charakteryzują się stosunkowo pro-  
stą budową. Można je łatwo konfigurować  
do potrzeb użytkownika i implementować  
nowe rozwiązania. Typowy odstęp między  
kanałami jest równy 12,5 kHz, ale możliwe  
jest przystosowanie tych urządzeń do pra-  
cy z odstępem 6,25 kHz.

Łączność DMR jest wykorzystywana  
przez różne grupy użytkowników. Tego  
rodzaju sprzęt jest popularny wśród ama-  
torów porozumiewających się ze sobą za  
pomocą prostych walkie-talkie, ale po-  
dobne urządzenia są również wykorzy-  
stywane do łączności między pracowni-  
kami np. rozległych magazynów, na pla-  
cach budów (łączność między operato-  
rem dźwięku a pracownikami na budowie).  
Z kolei bardziej skomplikowane  
urządzenia DMR zapewniają łączność  
różnym służbom, w tym  
takim, które dbają o bez-  
pieczeństwo ludzi. Sprzęt  
tego typu musi gwarantować  
wysoką wiarygodność  
przesyłu informacji na du-  
żych obszarach. W uzasad-  
nionych przypadkach ko-  
nieczne może być tworze-  
nie sieci łączności radio-  
wej.

Aby spełnić wymagania  
użytkowników radia mo-  
bilnego konieczne było zde-  
finiowanie trzech grup, któ-  
rym narzucono określone  
wymagania i nadano odpo-  
wiednie uprawnienia. Są to:

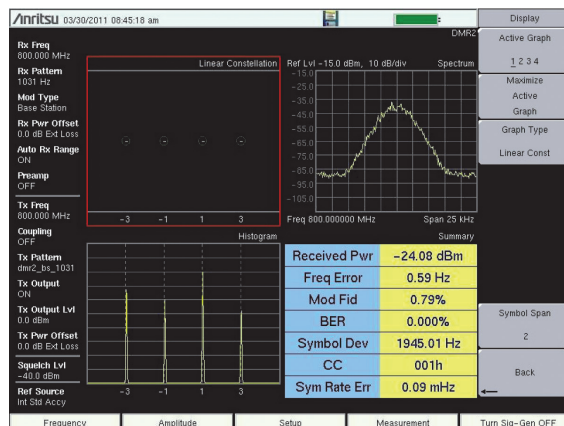
- Tier 1 – PMR466 – nielicencjonowa-  
ny system dla dowolnych użytkowni-  
ków wykorzystujący pasmo 466 MHz,
- Tier 2 (TETRA, Project 25) – do ko-  
rzystania z urządzeń tej warstwy użyt-  
kownicy muszą posiadać odpowied-  
nią licencję. Urządzenia charaktery-  
zują się większą mocą, mogą realizo-  
wać operacje peer to peer, dozwolone  
jest korzystanie ze specjalnych repeate-  
rów zwiększających obszar łączności.  
Szerokość kanału jest równa 25 kHz.
- Tier 3 (MPT1327, dPMR) – tu także od  
użytkowników jest wymagana licencja  
Wszystkie opisane w artykule przy-  
rządy mają możliwość instalowania opcji  
umożliwiających badania urządzeń DMR.  
Są to uniwersalne testery radiokomunika-  
cyjne, przeznaczone do wszechstron-  
nych pomiarów systemów radiowych.

## Anritsu LMR Master S412E

Przyrząd, który można traktować jako  
kilka wirtualnych urządzeń, takich jak:  
analizator LMR (Land Mobile Radio),

### Cechy analizatora S412E w trybie pomiarów DMR

- Pomiary RF
  - moc odbierana w kanale
  - błąd częstotliwości
  - widmo kanału
  - diagramy oczkowe
  - konstelacje
- Pomiary modulacji
  - typy modulacji: stacje bazowe  
(BS) i stacje mobilne (MS)
  - wierność modulacji
  - dewiacja symboli
  - błędy symboli
  - histogram symboli
- Pomiary protokołów
  - BER i EVM 1031 Hz, O.153, głos  
lub kanał sterujący



Rys. 1. Przykładowy zrzut ekranu miernika pracującego  
w trybie pomiaru DMR

analizator sygnałowy, wektorowy analizator sieci, analizator kabli i anten, 2-portowy wektorowy analizator sieci mierzący w paśmie 500 kHz...1,6 GHz, miernik mocy w zakresie od 10 MHz do 1,6 GHz. Wśród opcji oferowanych dla S412E znajdują się m.in.: analizator i generator sygnałowy P25, analizator i generator sygnałowy NXDN, analizator i generator sygnałowy DMR Tier 2.

S412E ma typową dla mierników serii „Master” produkowanych przez Anritsu obudowę i elementy regulacyjne, do których należy m.in. ekran dotykowy. Akumulator zapewnia nieprzerwaną pracę w warunkach terenowych przez 3 godziny.

Przyrząd realizuje pomiary nadajników dołączanych bezpośrednio z użyciem tłumika, lub pomiary over-the-air, czyli z użyciem anteny. Czulość analizatora dochodząca do -115 dBm jest wystarczająca do pomiarów sygnałów DMR nawet dla nadajników oddalonych od miernika. Analizator ma dwa demodulatory przeznaczone oddzielnie dla stacji bazowej i stacji mobilnej. W pomiarach są wykorzystywane wzorcowe sekwencje danych umożliwiające ocenę BER dla transmisji audio, Silence i Idle standardu DMR.

Specjalny wzorzec jest wykorzystywany do pomiarów stopy błędów w kanale sterującym. Umożliwia on oszacowanie BER w transmisji z bitową korekcją błędów.

Sekwencje pomiarowe są wytwarzane przez wbudowany generator sygnałowy DMR. Jest to m.in. sekwencja standardu 1031 Hz voice-framed, a także wzorzec O.153 PN9 BER. Poziom mocy generatora jest ustawiany w zakresie od 0 do -120 dBm. Tak duży zakres umożliwia dokonywanie pomiarów czułości odbiorników.

Pomiar DMR analizatorem S412E daje pełną informację o parametrach sygnału radiowego, a także o jakości modulacji. Przykładowy zrzut ekranu miernika pracującego w trybie pomiaru DMR przedstawiono na rysunku 1. Dane są prezentowane w postaci tabelarycznej oraz graficznej. W kolorowej tabeli zebrano najważniejsze parametry stanowiące swego rodzaju podsumowanie pomiarów.

Miernik można rozszerzyć o opcję odbiornika GPS. W takiej konfiguracji wyniki pomiarów przygotowane do zamieszczania w raportach są uzupełniane plikami KML, na podstawie których można nanosić lokalizację pomiarów bezpośrednio na mapach elektronicznych.

#### **Pomiary dostępne w opcji DMR testera systemów radiowych Aeroflex 3550**

- moc burst
- błąd częstotliwości
- błąd FSK
- dewiacja symboli
- BER nadajnika
- Color Code, Call ID i Radio ID decode
- sekwencje 1031 Hz, O.153 i sekwencje kalibracyjne
- sekwencje Base Repeater do testowania duplexowych systemów radiowych

#### **Aeroflex 3550**

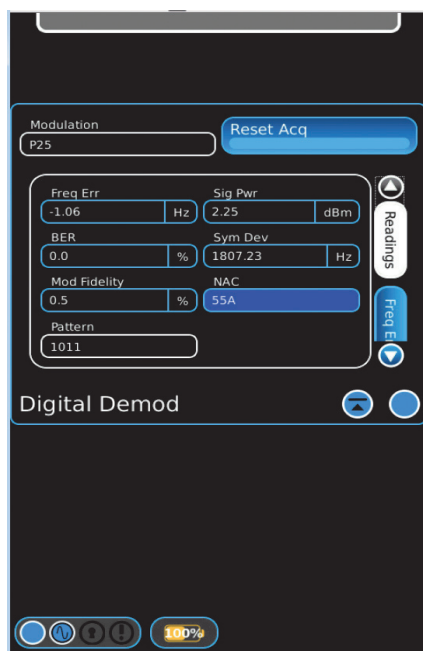
Drugi z prezentowanych przyrządów – 3550 – jest przenośnym testerem systemów radiowych. Producentem tego urządzenia jest amerykańska firma Aeroflex Incorporated, w ofercie której znajduje się szereg urządzeń pomiarowych przeznaczonych m.in. do pomiarów radiowych.

3550 może być stosowany do wszechstronnych pomiarów nadajników i odbiorników radiowych, kabli i anten.

Większość operacji manualnych jest wykonywanych za pośrednictwem ekranu dotykowego, na którym są wyświetlane wirtualne przyciski i pokręta. Miernik może być stosowany do pomiarów w terenie. Wbudowany akumulator umożliwia ciągłą pracę przez 4,5 godziny w temperaturze od 0 do 50°C. Wbudowany generator sygnałowy wytwarza sygnał RF w zakresie częstotliwości od 2 MHz do 1 GHz z rozdzielczością 1 Hz.

Tester 3550 umożliwia dokonywanie pomiarów urządzeń wykorzystujących technologie analogowe oraz cyfrowe, w tym DMR. Dysponując opcją DMR możliwe są pomiary takich parametrów jak: wierność modulacji, błędy FSK, stopa błędów, dewiacja symboli, błąd częstotliwości. Dostępny jest też pomiar mocy podczas nadawania paczek danych oraz w przerwach między nimi. Przykładowe wyniki pomiarów przedstawiono na rysunku 2.

Dla wymagających użytkowników przygotowano również wzmocnioną wersję testera, oznaczonego numerem 3550R. Cechuje się on rozszerzonym zakresem pracy od -20°C oraz dotykowym ekranem rezystancyjnym umożliwiającym obsługę przyrządu w rękawiczkach. Przyrząd spełnia również rygorystyczne normy wojskowe MIL-PRF-28800F Class 2 w zakresie: odporności na kurz, wodę, promieniowanie słoneczne, atmosferę wybuchową, szum akustyczny, szok (do 30 G), wysokość (4600 m) i wibracje.



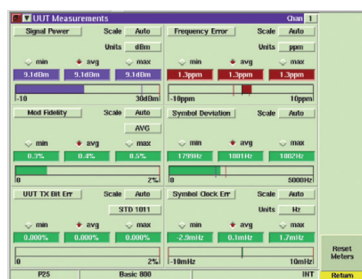
Rys. 2. Przykładowe wyniki pomiarów testera 3550

### Możliwości pomiarowe testera Aeroflex 3920 z opcją DMR

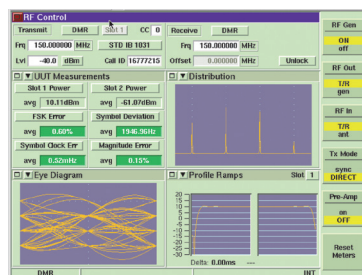
- generowanie i odbiór modulowanych sygnałów DMR
- pomiar wielkości błędów i błędów FSK
- pomiar dewiacji symboli
- pomiar błędu zegara symboli
- pomiar mocy w szczelinie
- wykres dystrybucji dewiacji symboli
- diagram oczkowy demodulacji FSK
- power profile
- transmisja na żywo sygnału akustycznego z użyciem wokodera
- transmisja zapisanych wzorców mowy
- test mobilnych urządzeń simpleksowych i duplexowych
- synchronizacja z repeaterów
- testowanie BER
- kodowanie i dekodowanie color code i call ID

### Aeroflex 3920

Aeroflex oferuje również, stacjonarny tester systemów radiowych dla zakresu od 10 MHz do 1 GHz (z opcją rozszerzenia do 2,7 GHz), który oznaczono symbolem 3920. Konstruktorzy tego przyrządu zastosowali bardzo czytelną formę prezentacji wyników. Parametry mieszczące się w założonym dla nich zakresie są wyświetlane na zielonym tle, parametry przewyż-



Rys. 3. Kolorowe kodowanie poprawności wyników pomiarów w testerze 3920



Rys. 4. Wyniki pomiarów DMR w analizatorze 3920

szające założenia mają tło czerwone, a te, które mają wartości niższe od założonych są wyświetlane z tłem niebieskim (rys. 3).

Dostępne są wszechstronne pomiary analogowe oraz cyfrowe. Tester 3920 zawiera m.in. analizator widma z generatorem śledzącym o czułości -140 dBm, trzy modulatory/generatory funkcyjne, trzy generatory sygnału audio, a nawet 2-kanałowy oscyloskop o paśmie 4 MHz. O parametrach przyrządu w dużym stopniu decyduje czuły odbiornik z wbudowanym przedwzmacniaczem wykorzystywany do wszystkich pomiarów typu „air”. Oprócz standardowych procedur pomiarowych mogą być instalowane opcjonalne rozszerzenia jak: pomiar harmonicznnych, zniekształceń *spurious*, widmo sygnału akustycznego z wykorzystaniem akustycznego generatora śledzącego. Jest też opcjonalne rozszerzenie umożliwiające dokonywanie pomiarów DMR (390OPT400). Opcja ta jest niezbędna do testowania repeaterów DMR i stacji mobilnych.

Na rysunku 5 przedstawiono wyniki pomiarów urządzeń DMR. Mimo, tego, że na jednym ekranie pomieszczono wszystkie mierzone parametry łącznie z wykresami, nie ucierpiało na tym czytelność wyników.

W testerze mogą być instalowane kolejne opcje rozszerzające wykorzystywane do badania urządzeń pracujących w innych standardach, np. P25, TETRA, NXDN, dPMR i ARIB STD T-98, HPD. Mnogość dostępnych rozszerzeń czyni go najbardziej wszechstronnym rozwiązaniem dostępnym na rynku.

### Czy jest optymalny wybór?

Taki wybór oczywiście istnieje, z tym, że trudno takie optimum sformułować w sposób ogólny. Dla jednych czynnikiem decydującym będzie dokładność, inni przy zakupie będą kierować się przede wszystkim ceną, jeszcze inni być może będą polegać na własnych wcześniejszych doświadczeniach z daną marką. Niestety artykuł nie może dać odpowiedzi na pytanie: który z przedstawionych przyrządów jest najlepszy. Idealnym rozwiązaniem przy wyborze byłoby własnoręczne przebadanie urządzeń, ale o tym należy już ewentualnie dyskutować z dystrybutorami.

Jarosław Doliński, EP

#### Dane kontaktowe

Meratronik, ul. I. Gandhi 19, Warszawa  
tel. 22 855 34 12, faks 22 644 25 56  
sales@meratronik.pl, www.meratronik.pl