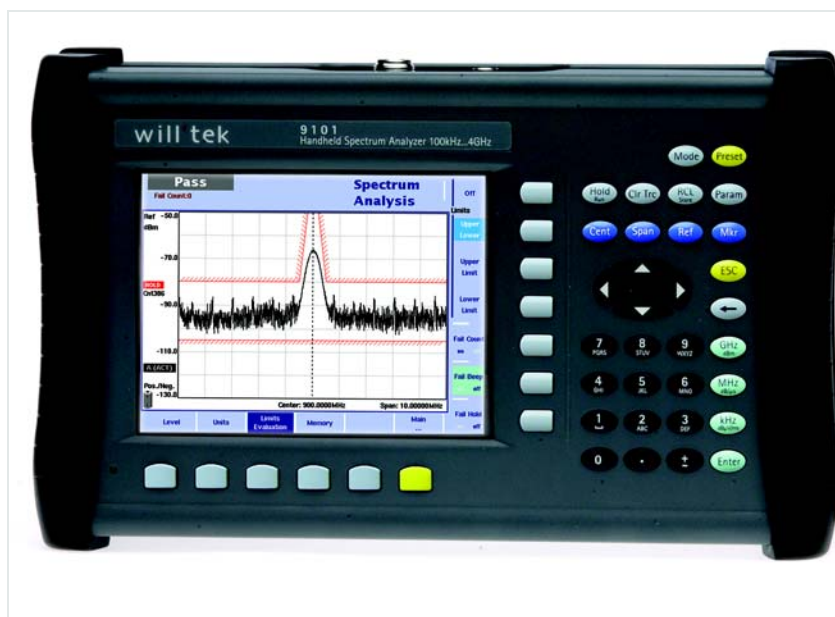


Przenośny Analizator Widma Serii 9100
(9100 Handheld Spectrum Analyzer Series)



Instrukcja
Wersja 2.00

Uwagi Dołożyliśmy starań aby zapewnić, żeby wszystkie informacje zawarte w tej dokumentacji odpowiadały rzeczywistości zgodnie z wiedzą jaką posiadaliśmy w dniu jej oddania do druku. Jednak wiedza ta ulega stałym zmianom, dlatego Willtek zastrzega sobie prawo do wprowadzania uzupełnień do informacji zawartych w tym dokumencie, zgodnie z wiedzą jaką uzyskaliśmy po jego utworzeniu.

Copyright © Copyright 2006 – 2007 Willtek Communications GmbH. Wszystkie prawa zastrzeżone. Willtek oraz logo jest znakiem handlowym Willtek Communications. Wszystkie inne znaki handlowe oraz zastrzeżone znaki handlowe stanowią własność ich posiadaczy. Żadna z części tego dokumentu nie może być powielana ani przesyłana drogą elektroniczną, ani w żaden inny sposób bez uzyskania pisemnej zgody wydawcy.

Znaki handlowe Willtek jest znakiem handlowym Willtek Communications GmbH w Niemczech i innych krajach.

Informacja dotycząca zamawiania Instrukcja ta została wydana jako część Przenośnego Analizatora Widma Serii 9100. Instrukcja ta posiada numer katalogowy M 290 504.

[Tabela 1](#) zawiera numery katalogowe elementów wchodzących w skład Przenośnego Analizatora Widma serii 9100.

Tabela 1

Numer katalogowy	Opis
M 100 411	9101 Handheld Spectrum Analyzer Bench Edition (9101 Przenośny Analizator Widma, Wersja warsztatowa)
M 248 800	9101 Handheld Spectrum Analyzer Field Edition (9101 Przenośny Analizator Widma, Wersja terenowa)
M 100 412	9102 Handheld Spectrum Analyzer Bench Edition (9102 Przenośny Analizator Widma, Wersja warsztatowa)
M 248 806	9102 Handheld Spectrum Analyzer Field Edition (9102 Przenośny Analizator Widma, Wersja terenowa)
M 248 801	9102 Handheld Spectrum Analyzer Tracking Edition (9102 Przenośny Analizator Widma, Wersja do zestrainia)

Tabela 1

Numer katalogowy	Opis
M 248 802	9102 Handheld Spectrum Analyzer VSWR/DTF Edition (9102 Przenośny Analizator Widma, Wersja VSWR/DTF)

Spis treści

O tej instrukcji		VII
	Cel i zakres	VIII
	Założenie	VIII
	Informacje powiązane	VIII
	Wsparcie techniczne	VIII
	Zastosowane konwencje	IX

Uwagi dotyczące bezpieczeństwa		XI
	Ostrzeżenia dotyczące zagrożeń	XII

Rozdział 1	Omówienie	1
	O Przenośnym Analizatorze Widma Serii 9100	2
	Funkcje i możliwości	3
	Opis fizyczny	4
	Edycje, opcje i akcesoria	4
	Dane techniczne do 9102	5
	Częstotliwość	5
	Amplituda	6
	Funkcje	7
	Ogólne dane techniczne	7
	Złącza	8
	Zakres dostawy w standardzie	9
	Wyposażenie opcjonalne do 9102	9

Rozdział 2	Operacje podstawowe	11
	Wstęp	12
	Przed pierwszym użyciem	12
	Użycie rączki	12
	Przenoszenie instrumentu	12
	Pozycjonowanie instrumentu	13

Podłączenie Przenośnego Analizatora Widma serii 9100	13
Złącze DC IN	14
Złącze RF IN	14
Złącze RF OUT	15
Złącze EXT. TRIG.	15
Port Multi	15
Gniazdo słuchawkowe	16
Złącze szeregowo SERIAL (RS-232)	16
Złącze LAN	17
Zasilanie zespołu	17
Rozpoczęcie pomiaru	17
Postępowanie się panelem przednim	17
Omówienie	17
Wskaźnik LED stanu akumulatorów	18
Wyświetlacz	18
Obszar wyników	19
Obszar markerów	19
Obszar wprowadzania	20
Opis przycisków funkcyjnych	20
Klawiatura	20
Przyciski funkcyjne	20
Przyciski kursora	22
Przyciski numeryczne	22
Przycisk ENTER	22
Przycisk ESC	23
Przycisk COFNIJ	23
Przyciski programowe	23
Wprowadzanie wartości numerycznych i tekstów	24
Wybór trybu pomiarowego	24
Zmiana częstotliwości środkowej, zakresu lub poziomu odniesienia	24
Zmiana RBW, VBW, czasu przeszukiwania lub tłumienia	25
Przełączenie do trybu automatycznego	25
Przełączenie do trybu ręcznego	25
Praca z markerami	26
<hr/>	
Rozdział 3	
Typowe zastosowania	27
Wstęp	28
Wykonywanie pomiarów sygnału sinusoidalnego	28
Pomiary częstotliwości oraz poziomu	28
Harmoniczne	30
Wykonywanie pomiarów sygnału impulsowego oraz zegara	32
Analiza sygnałów pasożytniczych, chwilowe impulsy oraz zakłócenia krótkotrwałe	36
Testowanie zespołu pasywnego w trybie transmisji	38
Pomiary anteny	41
Wstęp	41
Typy pomiarów	42
Pomiary odbicia sygnału	42
Pomiar odległości do miejsca usterki	43
Wykonywanie pomiarów anteny w terenie za pomocą 9102	43
Kroki przygotowawcze	43
Wykonywanie pomiarów odbitego sygnału	45
Wykonywanie pomiaru odległości do miejsca usterki	48

Analiza i dokumentacja wyników pomiarów w biurze	52
Pomiary pól elektromagnetycznych	53
Wprowadzenie do pomiarów pól elektromagnetycznych	54
Emisja promieniowania	55
Promieniowanie immisji	55
Metody pomiarowe	56
Metoda mieszania	56
Metoda wielopunktowa	57
Anteny pomiarowe	57
Antena dwustożkowa 9170	58
Antena równokierunkowa 9171	59
Antena kierunkowa	61
Pomiary pola elektromagnetycznego wykonywane za pomocą 9102	61
Wykonywanie automatycznych pomiarów siły elektromotorycznej	62
Wykonywanie pomiarów siły elektromotorycznej z ustawieniami Przenośnymi	66
Wyniki pomiarów	69
Analiza i dokumentacja wyników pomiarów	69

O tej instrukcji

- “Cel i zakres” na stronie viii
- “Założenie” na stronie viii
- “Informacje powiązane” na stronie viii
- “Wsparcie techniczne” na stronie viii
- “Zastosowane konwencje” na stronie ix

Cel i zakres

Celem tej instrukcji jest pomoc w prawidłowym użytkowaniu Przenośnego Analizatora Widma serii 9100. Instrukcja ta skupia się na scenariuszach zastosowania dla Przenośnego Analizatora Widma serii 9100. Zawiera ona krótki opis podstawowych metod użytkowania zilustrowanych przykładami zastosowania obu Przenośnych Analizatorów Widma 9101 oraz 9102. Pełen opis funkcji zamieszczono w odpowiednich instrukcjach użytkownika.

Założenie

Instrukcja ta przeznaczona jest dla nowicjuszy oraz użytkowników o średnich umiejętnościach chcących efektywnie i wydajnie posługiwać się Przenośnym Analizatorem Widma serii 9100. Przyjmujemy, że osoba użytkująca ten przyrząd posiada podstawową wiedzę w zakresie telekomunikacji oraz znajomość terminologii.

Informacje powiązane

Instrukcja ta powiązana jest z następującymi dokumentacjami:

- 9100 Handheld Spectrum Analyzer: getting started manual, M 295 204
- 9101 Handheld Spectrum Analyzer: user's guide, M 290 004
- 9102 Handheld Spectrum Analyzer: user's guide, M 290 204

Wsparcie techniczne

Chcąc uzyskać pomoc lub też odpowiedź na pytania dotyczące użytkowania tego produktu, prosimy skorzystać z jednego z centrów pomocy technicznej Willtek. Można również skontaktować się z Willtek za pomocą adresu e mail: robert.kosciesza@plusnet.pl lub customer.support@willtek.com.

Tabela 1 Centra wsparcia technicznego

Region	Numer telefoniczny	Numer telefaksu
Polska	+ 22 615 94 57	+22 615 94 58
Europa, Środkowy Wschód, Azja, Afryka	+49 (0)89 99641 311	+49 (0)89 99641 440
Ameryki	+1 973 386 9696	+1 973 386 9191
Chiny	+86 21 5836 6669	+86 21 5835 5238

Zastosowane konwencje

W instrukcji tej użyto konwencje nazewnictwa oraz symboli zgodne z poniższym zestawieniem.

Tabela 2 Konwencje typograficzne

Opis	Przykład
Czynności związane z obsługą interfejsu użytkownika określone są następującym krojem czcionki .	Na pasku statusu kliknij Start .
Przyciski oraz przełączniki, które naciśka się na urządzeniu określone są następującym KROJEM CZCIONKI .	Naciśnij przycisk ON .
Kody oraz wyświetlane informacje określone są następującym krojem czcionki.	All results okay
Tekst, który należy wprowadzić dokładnie jak to podano, określony jest następującym krojem czcionki .	Wprowadź: a: \set.exe
Zmienne określone są następującym <krojem czcionki>.	Wprowadź nowy <hostname>.
Odniesienia do podręczników podane są następującym krojem czcionki.	Patrz Newton's Telecom Dictionary
Kreska pionowa oznacza „lub”: w jednej komendzie występuje tylko jedna opcja.	platform [a b e]
Nawiasy kwadratowe [] określają opcjonalny argument.	login [platform name]
Nawiasy pochyle < > określają grupę wymaganych argumentów.	<password>

Tabela 3 Konwencje klawiatury oraz menu

Opis	Przykład
Znak + oznacza równoczesne naciśnięcie klawiszy.	Naciśnij Ctrl+s
Przecinek oznacza kolejną sekwencję klawiszy.	Naciśnij Alt+f,s
Nawias pochyle oznacza wybór podmenu danego menu.	Na pasku menu kliknij Start > Programy .

Tabela 4 Konwencje symboli






	Symbol ten wskazuje na zagrożenie ogólne.
	Symbol ten wskazuje na zagrożenie porażenia prądem elektrycznym.
	UWAGA Symbol ten określa uwagę wskazującą określone informacje lub porady.

Tabela 5 Definicje dotyczące bezpieczeństwa

	ZAGROŻENIE Wskazuje potencjalnie niebezpieczne sytuacje, które, jeżeli nie zostaną wykluczone, to mogą doprowadzić do śmierci lub poważnego zranienia.
	OSTRZEŻENIE Wskazuje potencjalnie niebezpieczne sytuacje, które, jeżeli nie zostaną wykluczone, to mogą doprowadzić do drobnego lub umiarkowanego zranienia.

Uwagi dotyczące bezpieczeństwa

Rozdział ten zawiera informacje dotyczące bezpiecznego posługiwania się Przenośnym Analizatorem Widma Serii 9100. Tematy poruszane w tym rozdziale obejmują:

- [“Ostrzeżenia dotyczące zagrożeń” na stronie xii](#)

Ostrzeżenia dotyczące zagrożeń

Produkt ten zaprojektowany został do stosowania w pomieszczeniach zamkniętych. Ponieważ narażenie na działanie wody może uszkodzić instrument w trakcie użytkowania, na zewnątrz musi być on chroniony przed wilgocią.



ZAGROŻENIE

Urządzenie to posiada klasę bezpieczeństwa A zgodnie z EN 61326. Może ono wytwarzać zakłócenia radiowe wpływające na urządzenia domowe, i w przypadku ich wystąpienia użytkownik będzie zobowiązany do podjęcia odpowiednich kroków w celu ich eliminacji.



ZAGROŻENIE

W celu podłączenia do portu **RF IN** w 9100 należy posłużyć się złączem typu N 50 Ω.

Użycie jakiegokolwiek innego złącza może doprowadzić do uszkodzenia urządzenia.



ZAGROŻENIE

Nie przykrywać otworów wentylacyjnych (u spodu po lewej stronie oraz na górze). Przesłonięcie ich może doprowadzić do poważnego uszkodzenia, a nawet wystąpienia ognia.



ZAGROŻENIE

Maksymalna moc wejściowa na złączu **RF IN** wynosi 30 dBm (1 W). Wyższe poziomy wejściowe mogą doprowadzić do poważnego uszkodzenia instrumentu.



ZAGROŻENIE

Instrument należy użytkować wyłącznie w zakresie temperatur 0°C do 45°C. Użytkowanie w temperaturach przekraczających te wartości może prowadzić do nieprawidłowych wyników.



Porady dotyczące bezpiecznego posługiwania się akumulatorami

Nie rozgniatać. Nie podgrzewać ani palić. Nie zwierać biegunów. Nie demontować obudowy. Nie zanurzać w cieczy, może to spowodować rozerwanie. Nie ładować w temperaturach poniżej 0°C (32°F) ani powyżej 45°C (110°F).



Użytkowanie akumulatorów

Akumulatory przeznaczone są jedynie dla 9100. Willtek nie ponosi jakiejkolwiek odpowiedzialności za uszkodzenia baterii lub innych urządzeń jeżeli będą użyte do zasilania innych urządzeń elektrycznych lub elektronicznych.



Użycie zewnętrznego źródła zasilania podłączonego do gniazda DC IN

Nie stosować 9100 z jakimkolwiek innym źródłem zasilania niż zalecane i dostarczane przez Willtek.

Omówienie

1

Rozdział ten zawiera ogólne informacje dotyczące posługiwania się Przenośnym Analizatorem Widma Serii 9100. Tematy poruszane w tym rozdziale obejmują:

- [“O Przenośnym Analizatorze Widma Serii 9100” na stronie 2](#)
- [“Funkcje i możliwości” na stronie 3](#)
- [“Opis fizyczny” na stronie 4](#)
- [“Edycje, opcje i akcesoria” na stronie 4](#)

O Przenośnym Analizatorze Widma Serii 9100

Przenośny Analizator Widma 9101 oraz 9102 jest lekkim, w pełni wyposażonym analizatorem widma o szerokim zakresie zastosowań:

- Użycie do celów usuwania usterek, napraw oraz konserwacji w bezprzewodowych obwodach lokalnych oraz nowoczesnych systemach 2.4 GHz Wi-Fi.
- Użycie do akceptacji oraz wyszukiwania problemów związanych z anteną oraz instalacjami kablowymi.
- Użycie w laboratoriach badawczo-rozwojowych dla określania poziomu promieniowania elektromagnetycznego oraz weryfikacji pomiarów zgodności z EMI.
- Użycie przez producentów w celu sprawdzenia oraz ustawienia parametrów wyjściowych modułów RF oraz zespołów modułów RF.
- Użycie w terenie dla pomiarów i weryfikacji emisji stacji radiowych.
- Użycie przy naprawach aparatów komórkowych w celu detekcji i lokalizacji uszkodzonych elementów i podzespołów aparatów.

Typowe pomiary z użyciem Przenośnego Analizatora Widma serii 9100 obejmują testy nadajników, ustawianie modulatorów oraz pomiary przebiegów. Wyniki pomiarów oraz ustawienia instrumentu można łatwo przenieść do komputera PC w celu prezentacji lub dalszej obróbki.

W serii Analizatorów Widma serii 9100 Willtek oferuje Przenośny Analizator Widma 9102, którego możliwości mogą być rozszerzone w kierunku skalarnego analizatora sieci poprzez uzupełnienie go o opcje takie jak Tracking Generator Śledzenia, Mostek VSWR/DTF 9160 oraz Opcję pomiaru odbić VSWR/DTF 9130. Dla instalatorów oraz inżynierów konserwacji stacji bazowych, 9102 zapewnia pełen zakres często stosowanych pomiarów sprawności systemów antenowych BTS. Tłumienność odbicia (Odbicia), Wzmacniacz instalowany na wieży (Transmisja) oraz odległość do pomiarów usterek przy standardowej rozdzielczości 500 punktów (min. 0.05 m) w jednym lekkim urządzeniu.

Ten odporny instrument znajduje zastosowania zarówno w stacjonarnym jak i mobilnym użytkowaniu, a także spełnia wiele innych zadań.



Funkcje i możliwości

Pasmo częstotliwości od 100 kHz do 4 GHz.

Cyfrowa IF zapewniająca dokładność pomiarów

Tryb auto posługujący się podstawowymi parametrami

Sześć znaczników, do pięciu znaczników delta

Duży i wyraźny wyświetlacz

Mała podstawa i duże czcionki

Lekkie, o dużej pojemności akumulatorki

Zdalne sterowanie za pomocą RS-232 lub LAN

Opis fizyczny

Przenośny Analizator Widma serii 9100 dostarczany jest z oprogramowaniem do wymiany danych 9100, które można również zamówić niezależnie (numer katalogowy M 897 137).

Elementy dostępne dla użytkownika w Przenośnym Analizatorze Widma można podzielić na kilka sekcji:

- Panel przedni z dużym wyświetlaczem, przyciskami programowymi, numerycznymi, kursora oraz funkcji.
- Połączenia dostępne od góry i z lewej strony instrumentu.
- Włącznik i wyłącznik, gniazdo zasilania oraz schowek na akumulatory.
- Rączka którą można ustawić tak aby stanowiła podstawę pozwalając na użytkowanie instrumentu pod kątem.

Edycje, opcje i akcesoria

Willtek 9101 oraz 9102 dostępne są w różnych wersjach. Dodatkowo Willtek zapewnia szeroki wachlarz akcesoriów dla Przenośnego Analizatora Widma serii 9100. Dokładne informacje o różnych edycjach, opcjach i akcesoriach, a także odpowiadające im numery katalogowe podane zostały w instrukcji wstępnej 9100 oraz w instrukcjach 9102 lub 9101. Obie te instrukcje dostarczane są wraz z instrumentem. Ponadto, najnowsze informacje o edycjach, opcjach i akcesoriach można znaleźć na stronie internetowej Willtek.

Dane techniczne do 9102

Specyfikacja aktualna dla przyrządów serii 9102B z numerami fabrycznymi 0604001 i wyżej.

Dane techniczne po 30 minutowym wygrzewaniu w temp. pokojowej, w podanych warunkach pomiarowych, w typowym zakresie pomiarowym w okresie jednego roku od kalibracji.

UWAGA

Producent zastrzega sobie prawo do zmiany parametrów bez powiadamiania.

Częstotliwość

Zakres

Zakres pomiarowy	100 kHz do 4 GHz
Rozdzielczość	1 kHz

Stabilność źródła częst.

Stabilność temp.	±2 ppm
starzenie	±1,5 ppm
dokładność częst.	±1,5 ppm

Licznik częst.

Rozdzielczość	1 Hz, 10 Hz, 100 Hz
Wymagany min. poziom	-90 dBm

Span

zakres	0 Hz, 10 kHz do 4 GHz
--------	-----------------------

Czas przemiatania

Span >= 10 kHz	1 ms do 250 s
Span = 0 Hz	1 ms do 250 s

Pasmo RBW

RBW-pasmo	ręcznie lub automatycznie
RBW-zakres (-3 dB)	100 Hz bis 1 MHz
Krok	1, 3, 10

Pasmo video (VBW)

VBW- pasmo	ręcznie lub automatycznie
VBW-zakres (-3 dB)	10 Hz do 1 MHz
Krok	1, 3, 10

SSB-szumy fazowe

f = 2 GHz, Δf = 100 kHz, RBW = 10 kHz, VBW = 1 kHz	< -80 dBc/Hz typ. < -83 dBc/Hz
---	-----------------------------------

Amplituda	Max. dopuszczalne napięcie na RF-in	± 50 V
	Max. dopuszczalna moc RF	30 dBm
	Jednostki pom.	dBm, dB μ V, dBmV, dBV, dB, V, mV, μ V, mW, μ W

Zakres pomiarowy

W trybie automatycznym szumy podłoża do 20 dBm

Średnie szumy własne (DANL)

(RBW = 100 Hz, Tłumik = 0 dB)

10 MHz do 1 GHz	< -127 dBm typ. -130 dBm
-----------------	-----------------------------

1 GHz do 4 GHz	< -130 dBm typ. -135 dBm
----------------	-----------------------------

Tłumik wejściowy

Definiowane przez użytkownika poprzez klawisze kursora. 0 dB możliwe tylko poprzez wprowadzenie bezpośrednie w celu ochrony wejścia mieszczacza

Zakres nastaw	(0) 10 do 50 dB
---------------	-----------------

Krok	10 dB
------	-------

Dynamika zakres

Zakres	> 70 dB
--------	---------

Max. mierzony poziom wejściowy	20 dBm (Tłumik = 40 dB)
--------------------------------	-------------------------

Min mierzony poziom	-130 dBm
---------------------	----------

Dokładność pomiaru poziomu

(Tłumik wej. = 10 dB, temp. otoczenia od +20 °C do +26 °C)

10 MHz do 3,6 GHz	±1 dB
-------------------	-------

Dopasowanie wejścia RF

(Tłumik wej. = 10 dB, 10 MHz do 4 GHz)

VSWR	< 1,6 typ. < 1,5
------	------------------

Poziom odniesienia

Ustawiany poprzez bezp. Wprowadzenie oraz klawisze kursora.

Zakres ust.	-100 do +30 dBm
-------------	-----------------

Rozdzielczość	0,1 dB
---------------	--------

Sygnał zakłócający -warunki

Częst. lustrzana(f = 1 GHz)	> 80 dB
-----------------------------	---------

Poziom (Tłumik = 0 dB)	< -90 dBm
---------------------------	-----------

LO-przenikanie (Tłumik = 10 dB)	< -77 dBm
------------------------------------	-----------

Zakres intermodulacji (Poziom wejściowy -30 dBm, f1 = 990 MHz, f2 = 992 MHz)	> 63 dB
--	---------

Akumulator wymienny	Lilon
Czas pracy (naładowany), max. Jasność Helligkeit, TG włączony	min. 2,0 h

Pamięć

Typ	Flash Disk
Pojemność (ustawienia i pomiary)	257

Wymiary

Szer x wys x głęb.	355 x 190 x 91 [mm]
--------------------	---------------------

Waga

9102	3,2 kg
Zasilacz	0,32 kg

Warunki pracy

(jeśli nie podano inaczej)	MIL-PRF28800F class 2
Temp otoczenia	0 do +45°C
Temp. składowania	-10 do +50°C
Wilgotność (bez kondensacji)	80%

Złącza

RF in

Typ złącza	N-Gniazdo
Impedancja	50 Ω

Multi Port

Złącze	7-stykowe ODU
Napięcie stałe DC	10 V, 300 mA
Ochrona przeciwzwarciowa	Aktywna
Szyna kom.	I ² C

Wejście zasilania DC

Złącze	2,1 mm bolcowe
Max.pobór prądu	3 A

Słuchawki

Złącze słuchawkowe	3,5 mm bolcowe
--------------------	----------------

Złącze szeregowo RS-232

Do zdalnego sterowania i update oprogramowania	
Przylącznie	DB-9-wtyczka
Prędkość	57,6 kbit/s
Kabel wymagany	Nullmodem-Kabel

LAN (TCP/IP)

Do zdalnego sterowania i update oprogramowania	
Przylącznie	RJ-45
Prędkość	10 Mbit/s

Zakres dostawy w standardzie	Zasilanie (90 do 240 V, 50 do 60 Hz) Instrukcja startowa Instrukcja użytkownika na CD ROM Antena szerokopasmowa TETRA-EDACS 9100 Data Exchange Software (1 Licencja) Kabel sieciowy Ethernet (skrzyżowany)
------------------------------	---

Wyposażenie opcjonalne do
9102

Tracking Generator

Zakres pracy	1 MHz do 4 GHz
Poziom wyjściowy – zakres nastaw 1 MHz do 4 GHz	-10 do -30 dBm w 1-dB-krokach
Dokładność poziomu 1 MHz do 4 GHz	< 2 dB
Harmoniczne przy -10 dBm 1 MHz do 4 GHz	< -20 dBc
Własne przy -10 dBm 1 MHz do 10 MHz	< -63 dBc
SSB-szumy fazowe $\Delta f = 100$ kHz	< -73 dBc/Hz
Stabilność częst.	Jakodniesienie
Złącze	N-Gniazdo
Impedancja wyjściowa	50 Ω

9160 VSWR Mostek pomiarowy

Zakres pracy	1 MHz do 4 GHz
Odsprężenie	10 MHz do 3 GHz, typ. 35 dB
Własne RF in w/g DUT	10 MHz bis 3 GHz < typ. 11 dB
RF out w/g DUT	< typ. 9 dB
Impedancja	50 Ω
Waga	410 g
Złącza	Typ N
Max moc wejściowa	+20 dBm

9130 DTF Opcja pomiaru kabli

Zakres pomiarowy do	70 dB
Jednostki pomiarowe	dB, VSWR, mRho
Rodzaj pomiaru	wektorowy, skalarny
DTF Sweep-ustawienia	auto lub ręcznie
DTF-Rozdzielczość	501 pkt pomiarowych
DTF max. długość kabla	1000 m, zależnie od tłumienności kabla mierzonego

Operacje podstawowe

2

Rozdział ten opisuje podstawowe użycie instrumentu. Tematy poruszane w tym rozdziale obejmują:

- “Przed pierwszym użyciem” na stronie 12
- “Użycie rączki” na stronie 12
- “Podłączenie Przenośnego Analizatora Widma serii 9100” na stronie 13
- “Zasilanie zespołu” na stronie 17
- “Rozpoczęcie pomiaru” na stronie 17
- “Posługiwanie się panelem przednim” na stronie 17
- “Wybór trybu pomiarowego” na stronie 24
- “Zmiana częstotliwości środkowej, zakresu lub poziomu odniesienia” na stronie 24
- “Zmiana RBW, VBW, czasu przeszukiwania lub tłumienia” na stronie 25
- “Praca z markerami” na stronie 26

Wstęp

Rozdział ten zawiera omówienie najważniejszych kroków podstawowych oraz procedur ogólnych stosowanych w czasie posługiwania się tym instrumentem. Opisy zawarte w tej instrukcji mają za zadanie spełnić rolę skróconej instrukcji ogólnej. Dokładniejsze omówienie obsługi ogólnej oraz opisów specyficznych dla modelu w zakresie użytkowania ogólnego oraz funkcjonalności – po zapoznaniu się z instrukcją użytkownika 9101 lub 9102.

Przed pierwszym użyciem

Edycje terenowe 9101 oraz 9102, Śledzenie i VSWT/DTF dostarczane są z modulem dużej pojemności akumulatorów. Przed pierwszym użyciem akumulatorki te muszą zostać w pełni naładowane. Po podłączeniu instrumentu do zasilania i pozostawieniu w stanie wyłączenia należy pozostawić instrument na sześć godzin. Dodatkowe informacje o zakresie dostawy poszczególnych edycji Przenośnego Analizatora Widma serii 9100 podano w instrukcji początkowej, dostarczanej wraz z urządzeniem. Instrukcja ta również zawiera szczegółowe informacje dotyczące instalacji i utrzymania modułu akumulatorów.

Użycie rączki



Przenoszenie instrumentu

Przenośny Analizator Widma serii 9100 można wygodnie przenosić trzymając za rączkę. Podczas przenoszenia rączka powinna być trzymana w pozycji pionowej, co zapewnia bezpieczeństwo przenoszenia. W celu przestawienia rączki z pozycji przenoszenia do tyłu należy nacisnąć na przycisk i obrócić rączkę.

Pozycjonowanie instrumentu

Przenośny Analizator Widma serii 9100 można używać w różnych pozycjach: pozycji pionowej oraz dwóch położeniach z nachyleniem. Pierwsza z pozycji nachylenia zalecana jest, gdy urządzenie używane jest na stanowisku warsztatowym. Drugie położenie jest użyteczne, gdy osoba obsługująca 9100 obsługuje go w pozycji stojącej.

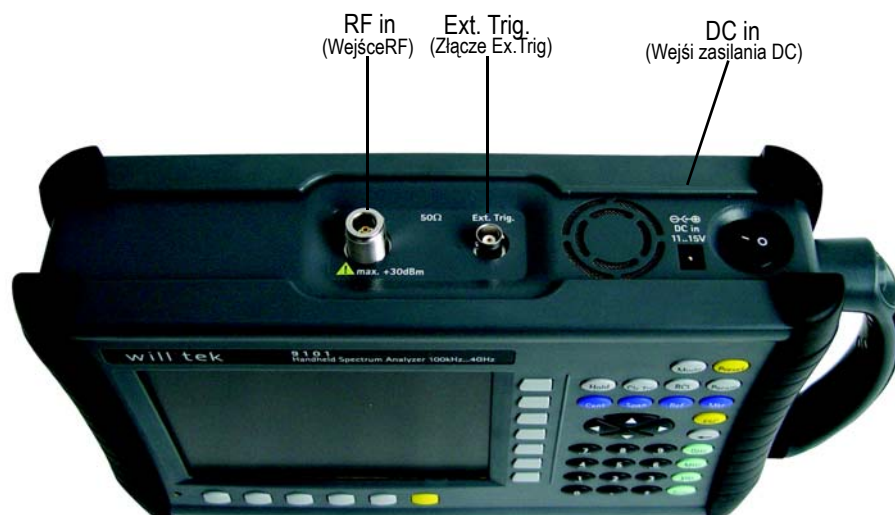
- Ustawić instrument pionowo. Rączka ustawiona jest równoległe do korpusu instrumentu. Zapewnia to najmniejszą powierzchnię zajmowaną przez instrument. Podłączenia oraz przycisk włączenia dostępne są od góry.
 - 9100 może być również obsługiwany w pozycji nachylonej.
- 1 Nacisnąć na przycisk i obrócić rączkę do tyłu.
 - 2 Zwolnić przycisk i kontynuować obracanie rączki. Przycisk zablokuje rączkę w pierwszej pozycji nachylenia.



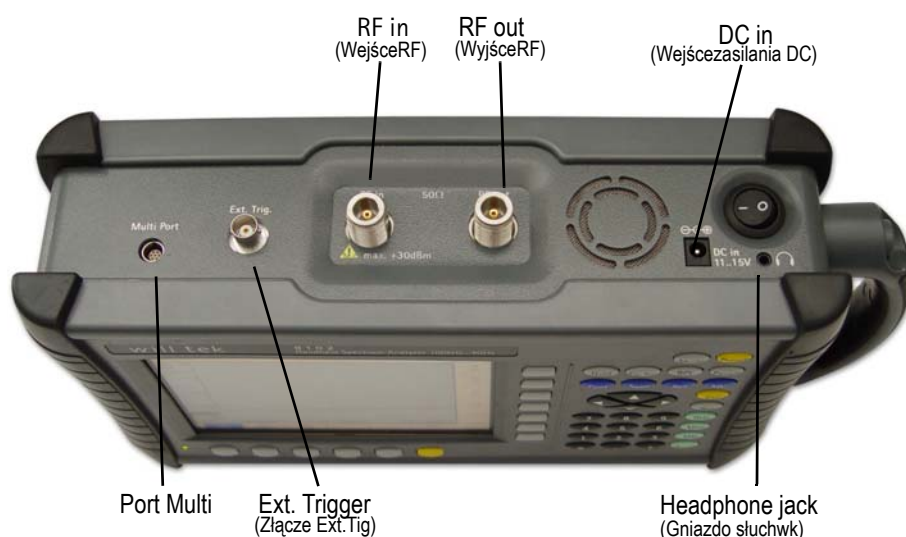
- 3 Chcąc przestawić rączkę do drugiej (końcowej) pozycji nachylenia, należy powtórzyć kroki 1 i 2.
- 4 Postawić instrument oparty na rączce.

Podłączenie Przenośnego Analizatora Widma serii 9100

Przenośny Analizator Widma serii 9100 oferuje różne podłączenia przeznaczone dla różnych zastosowań. Poniższy rozdział opisuje podłączenia dostępne na instrumentach 9101 oraz 9102, a także zapewnia informacje dotyczącą danych technicznych oraz celów zastosowań. Podłączenia dostępne na pokrywie instrumentu w modelach 9101 oraz 9102 różnią się. Podłączenia dostępne po lewej stronie są identyczne.



Rysunek 1 Podłączenia u góry instrumentu pomiarowego 9101



Rysunek 2 Podłączenia u góry instrumentu pomiarowego 9102

Złącze DC IN Analizator 9100 może być zasilany zarówno z akumulatora wewnętrznego jak i poprzez zewnętrzne źródło zasilania DC, takie jak zasilacz dostarczany z 9100 lub też akumulator samochodowy. Napięcie zasilania DC musi mieścić się w granicach 11 do 15 V.

Dodatkowo w czasie podłączenia zasilania zewnętrznego ładowane są akumulatorki wewnętrzne. Przed podłączeniem zasilania DC instrument należy wyłączyć.

Źródło zasilania podłączyć do gniazda **DC IN** u góry 9100.

Złącze RF IN **RF IN** jest gniazdem typu N 50 Ω (żeńskie).

Posiadając ekranowany kabel RF 50 Ω z wtykiem typu N (męski) podłączyć testowane urządzenie wkręcając wtyk w gniazdo instrumentu.

Posiadając 50 Ω ekranowany kabel RF ze złączem BNC (męskim), w celu podłączenia tego kabla do 9100 należy posłużyć się adapterem N do BNC. Willtek oferuje odpowiedni adapter. Informacje o akcesoriach do Przenośnego Analizatora Widma serii 9100 podano w instrukcji wstępnej oraz w instrukcji użytkownika.



OSTRZEŻENIE

Maksymalny dopuszczalny poziom wejściowy dla złącza **RF IN** wynosi 1 W. Wyższy poziom na tym porcie może doprowadzić do uszkodzenia instrumentu!



OSTRZEŻENIE

W celu podłączenia do portu **RF IN** w 9100 należy posłużyć się wyłącznie 50 Ω złączem typu N. Użycie jakiegokolwiek innego złącza może doprowadzić do uszkodzenia urządzenia.

Zwrócić uwagę na prawidłowe obciążenie

Użycie kabli lub złączy o impedancji innej niż 50 Ω spowoduje nieprawidłowe wyniki.

Złącze **RF OUT** **RF OUT** jest 50 Ω złączem typu N (męskie).

Złącze to stosowane jest przykładowo do śledzenia pomiarów generatora. Zapoznać się w instrukcją użytkownika zamieszczoną na płycie CD User Documentation dostarczanej z instrumentem pomiarowym zawierającą szczegółowy opis funkcji pomiarowych, do których stosowane jest to złącze.

UWAGA

Złącze to jest dostępne w Przenośnych Analizatorach Widma 9102 od numeru seryjnego 0404001.

Złącze **EXT. TRIG.** Głównie stosowane dla pomiarów związanych z analizą widma. Użycie tego złącza pozwala na rozpoczęcie pomiaru poprzez podanie zewnętrznego sygnału wyzwalającego. Przy tego typu pomiarze, zewnętrzne urządzenie pomiarowe uruchamia program przesyłając do tego gniazda impuls wyzwalający.



ZAGROŻENIE

Wejście **EXT. TRIG.** dostosowane jest jedynie dla sygnału wejściowego o poziomach TTL. Wyższy poziom w tym porcie może doprowadzić do uszkodzenia instrumentu!

Port Multi W celu zapewnienia możliwości użycia zewnętrznych adapterów, wzmacniaczy i akcesoria instrument pomiarowy wyposażony został w złącze wielofunkcyjne. Może ono być przykładowo użyte do odczytu danych w zewnętrznym urządzeniu (np. danych kalibracji).

UWAGA

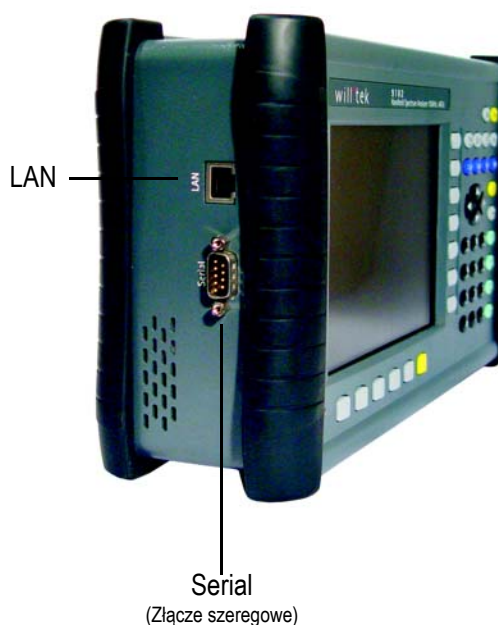
Złącze to jest dostępne w Przenośnych Analizatorach Widma 9102 od numeru seryjnego 0404001.

Gniazdo słuchawkowe

Poza wbudowanym głośnikiem instrument pomiarowy posiada również standardowe 3.5 mm gniazdo słuchawkowe. Po podłączeniu słuchawek do instrumentu głośnik zostaje automatycznie odłączony.

UWAGA

Złącze to jest dostępne w Przenośnych Analizatorach Widma 9102 od numeru seryjnego 0404001.



Rysunek 3 Złącza po lewej stronie instrumentu 9100

Złącze szeregowe SERIAL (RS-232)

To 9-stykowe złącze typu D umieszczone po lewej stronie Przenośnego Analizatora Widma serii 9100 może zostać użyte do zdalnego sterowania pracą 9100 poprzez interfejs szeregowy (RS-232). Zestaw komend oraz odpowiedzi jest zgodny ze standardem SCPI i został omówiony w instrukcji użytkownika.

Złącze RS-232 może być również użyte do wprowadzenia i zapisania wyników oraz ustawień, a także do uaktualniania oprogramowania zgodnie z Oprogramowaniem Wymiany Danych 9100. Należy zapoznać się z instrukcją użytkownika, gdzie podano bliższe szczegóły.

W celu podłączenia 9100 do komputera PC należy posłużyć się kablem null modem (PC do PC). Kabel ten stanowi wyposażenie 9100.

Złącze LAN

Przenośny Analizator Widma serii 9100 może być również sterowany poprzez sieć lokalną (LAN) za pomocą złącza TPC/IP. Tym szybkim złączem można posłużyć się do przesyłania pomiarów do PC, jak również do uaktualniania oprogramowania systemowego.

Adres IP można ustawić poprzez menu konfiguracyjne systemu lub też poprzez złącze RS-232. 9100 może pracować w sieci 100 Mbps, lecz ma możliwość przesyłania i odbioru danych wyłącznie z 10 Mbps.

Ustawienie adresu IP, zestaw komend sterujących 9100 oraz odpowiedzi z instrumentu został w pełni wyjaśniony w instrukcji użytkownika.

Podłączyć instrument do sieci LAN za pomocą standardowego przewodu LAN z wtykiem RJ-45. Alternatywnie można podłączyć 9100 bezpośrednio do komputera za pomocą kabla z przeplotem.

Zasilanie zespołu



9100 włącza się i wyłącza za pomocą przełącznika zlokalizowanego u góry instrumentu. Test wewnętrzny, załadowanie i uruchomienie oprogramowania zabiera około 55 sekund.

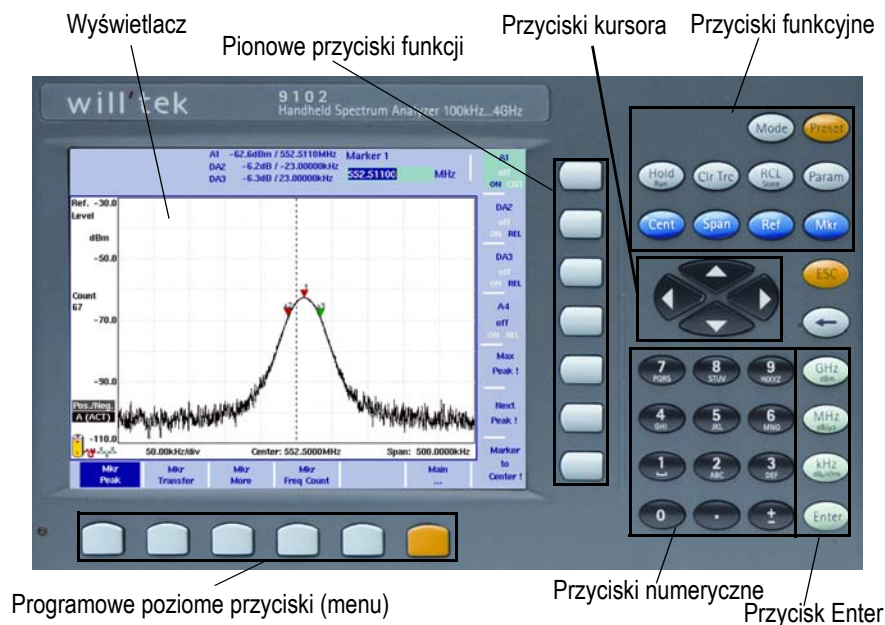
Rozpoczęcie pomiaru

9100 rozpoczyna pomiar i wyświetlanie wyników automatycznie po włączeniu instrumentu. Pomiar rozpoczynany jest zgodnie z ostatnio używanym trybem pomiarowym.

Posługiwanie się panelem przednim

Omówienie

Panel przedni 9100 podzielony jest na różne sekcje w następujący sposób (na zamieszczonych rysunkach przykładowo prezentowany jest panel przedni 9102):



Rysunek 4 Elementy panelu przedniego

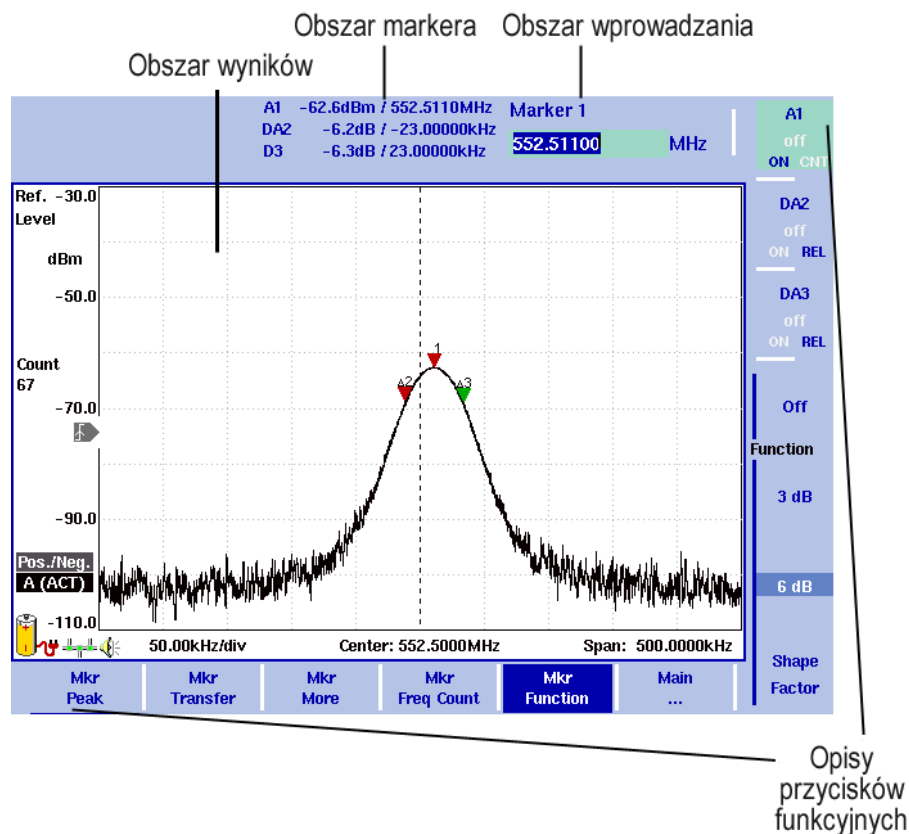
Wskaźnik LED stanu
akumulatorków

Dioda LED ma różne stany wskazujące status akumulatorków. Szczegółowe informacje dotyczące statusu wskaźnika LED podano w instrukcji użytkownika 9101 oraz w instrukcji wstępnej 9102.

Wyświetlacz

6.5 calowy wyświetlacz podzielony jest na następujące sekcje (patrz [Rysunek 5](#)):

- Obszar wyników
- – Obszar markerów
- – Obszar wprowadzania
- – Opis przycisków funkcyjnych



Rysunek 5 Sekcje wyświetlacza

Obszar wyników Obszar wyników obejmuje większość ekranu i jest to miejsce prezentacji wyników uzyskanych z pomiarów. Siatka dzieli ekran na dziesięć pionowych i osiem poziomych pól ułatwiających odczyt wyników. Zależnie od wybranej liczby pomiarów równoległych, może występować jeden lub dwa wykresy.

Obszar markerów

A1	-68.0dBm / 2.246400GHz
DA6	2.8dB / 921.6000MHz
B5	-53.5dBm / 2.808000GHz
B2	-54.3dBm / 1.800000GHz

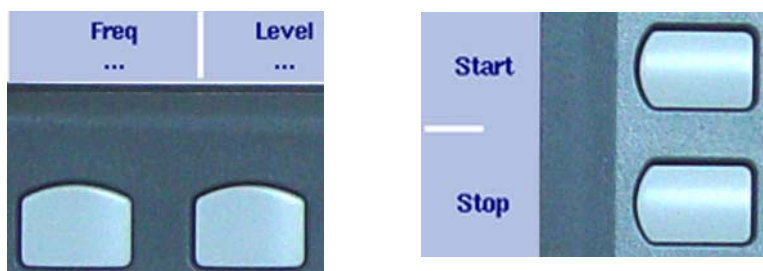
Jeżeli aktywny jest jeden z markerów, to wyświetlane jest pole markera, w którym wyświetlane są wartości pomiarów w pozycji markera. Instrument umożliwia wyświetlanie do czterech markerów wraz z ich wartościami poziomów i częstotliwości. Jeżeli aktywne są cztery markery, to w momencie uaktywnienia piątego (możliwa rejestracja do sześciu markerów) wartość jednego markera zostanie ukryta a w jej miejsce wyświetlona zostanie wartość nowego. Naciśnięcie przycisku odpowiedniego markera umożliwi ponowne wyświetlenie ukrytego markera. Marker może być przełączony z wyświetlania wartości absolutnych na relatywne. Wtedy wartości są wyświetlane w odniesieniu do markera 1 (np. A1).

Obszar wprowadzania



Obszar ten pozwala na wprowadzenie numerów oraz tekstów zależnie od wybranej funkcji. Znaczenie wprowadzanej wartości wyrażone jest w wierszu nagłówka. Wartości lub teksty wprowadzane są za pomocą przycisków numerycznych; naciśnięcie zielonego przycisku enter potwierdza wprowadzoną informację. Niektóre wprowadzane wartości posiadają dodatkowe wyjaśnienia określające krok zmiany wyświetlany poniżej. Krok zmiany odnosi się do wartości ustawianych za pomocą przycisków kursora a nie przycisków numerycznych.

Opis przycisków funkcyjnych



The softkey descriptions indicate the assignment of a function to a softkey. They are aligned to the lower side with the horizontal softkeys and to the right-hand side with the vertical softkeys.

Klawiatura

Na panelu przednim znajduje się duża liczba przycisków zapewniających bezpośredni dostęp do funkcji i menu oraz pozwalająca na wprowadzenie parametrów testu, takich jak wartość częstotliwości środkowej. Klawiatura podzielona jest na następujące sekcje:

Przyciski funkcyjne



Przyciski funkcyjne spełniają określone funkcje, które się nie zmieniają. Opis funkcji spełnianych przez te przyciski podano w instrukcjach obsługi do 9101 lub 9102.

Przyciskami funkcyjnymi są:

Tabela 1 Przyciski funkcyjne

Przycisk	Funkcja
Mode 	Wybór trybu pomiaru
Preset 	Przywraca wszystkim polom wprowadzania informacji oraz trybom wyboru ustawienia fabryczne.
Hold/Run 	Zatrzymanie i uruchomienie przeszukiwania.
Param 	Ten przycisk funkcyjny przywołuje strony z parametrami, podsumowujące aktualne ustawienia.
Rcl/Store 	Zapewnia dostęp do menu pamięci.
Clr Trc 	Kasuje poprzednie wyniki, licznik przeszukiwań, licznik błędów oraz rozpoczyna nowe przeszukiwanie.
Cent 	Bezpośredni dostęp do pola wprowadzania częstotliwości środkowej w menu częstotliwości.
Span 	Bezpośredni dostęp do pola wprowadzania rozpiętości częstotliwości w menu częstotliwości.
Ref 	Bezpośredni dostęp do pola wprowadzania wartości poziomu odniesienia.
Mkr 	Dostęp do menu markera.

Przyciski kursora



In an input field, the up and down cursor keys are used to increase or decrease the current value. The left and right cursor keys move the cursor position by one digit.

W polach wprowadzania przyciski kursora umożliwiają podwyższenie lub obniżenia aktualnie wprowadzonej wartości. Lewy i prawy przycisk kursora przenosi pozycję kursora o jedną cyfrę.

Reakcja niezwłoczna

Jakakolwiek zmiana we wprowadzonym parametrze dokonana za pomocą przycisków kursora ma efekt niezwłoczny. Dzięki niezwłocznej reakcji na ekranie można łatwo ustawić optymalną wartość metodą kolejnych przybliżeń.

Przyciski numeryczne



Przyciski numeryczne pozwalają na wprowadzenie wartości w sposób analogiczny jak ma to miejsce w kalkulatorach kieszonkowych. W przypadku niektórych pól wprowadzania, można wprowadzać teksty posługując się metodą znaną z telefonów komórkowych.

Nieprawidłowe wartości

W przypadku wprowadzenia niewłaściwego numeru lub ciągu, 9100 emituje sygnał dźwiękowy i koryguje wprowadzoną wartość do najbliższej prawidłowej.

Przyciski **ENTER**

Jakakolwiek wprowadzona wartość numeryczna lub alfanumeryczna musi zostać zamknięta lub może być dookreślona jednym z przycisków Enter. Znaczenie poszczególnych przycisków Enter jest następujące:

Tabela 2 Przyciski Enter





Przycisk	Funkcja
	Pola wprowadzania częstotliwości zamykane są poprzez wprowadzenie jednostki GHz (gigahertz) W przypadku pól wprowadzania mocy, przycisk ten przypisuje wprowadzonej wartości jednostkę dBm.

Tabela 2 Przyciski Enter

Przycisk	Funkcja
MHz/dB/μs 	Pola wprowadzania częstotliwości zamykane są poprzez wprowadzenie jednostki MHz (megahertz). W przypadku pól wprowadzania mocy, przycisk ten przypisuje wprowadzonej wartości jednostkę dB. W przypadku pól wprowadzania czasu, przycisk ten przypisuje wprowadzonej wartości jednostkę μs.
kHz/dBμV/ms 	Pola wprowadzania częstotliwości zamykane są poprzez wprowadzenie jednostki kHz (kilohertz). W przypadku pól wprowadzania mocy, przycisk ten przypisuje wprowadzonej wartości jednostkę dBμV. W przypadku pól wprowadzania czasu, przycisk ten przypisuje wprowadzonej wartości jednostkę ms.
Enter 	Potwierdzenie wprowadzenia wartości bez jednostek Hertz i sekund.

Przycisk **ESC**



Naciśnięcie tego przycisku, gdy pole wprowadzania jest otwarte, powoduje zamknięcie tego pola bez zmiany poprzednio znajdującej się tam wartości. Naciśnięcie tego przycisku podczas operacji w menu powoduje powrót do menu głównego.

Przycisk **COFNIJ**



Deletes the last entered alphanumerical (backspace).

Gdy wprowadzona jest wartość, wszystkie cyfry zostają oznaczone. Naciśnięcie przycisku cofnij powoduje skasowanie całej wartości.

Przyciski programowe

Funkcja przycisków programowych zmienia się wraz z opisem na ekranie wyświetlanym przy danym przycisku.

Poziome przyciski programowe (menu)



Poziome przyciski programowe umożliwiają dostęp do różnych menu. Aktywne menu jest podświetlone; funkcje i parametry w ramach menu wyświetlane są przy przyciskach pionowych.

Pionowe przyciski programowej (funkcja)



Pionowe przyciski programowe pozwalają na zmianę ustawień 9100.

Wprowadzanie wartości numerycznych i tekstów

Gdy otwarte jest pole wprowadzania, oczekiwane jest wprowadzenie, albo wartości numerycznej, albo znaków alfanumerycznych (gdzie znaki alfanumeryczne obejmują zarówno znaki jak i cyfry). Jakiego rodzaju informacji oczekuje 9100 można rozpoznać po tym, że przyciski numeryczne uzyskują odpowiednią funkcję. Jeżeli oprogramowanie 9100 oczekuje wartości numerycznych, to naciśnięcie przycisku numerycznego powoduje wprowadzenie odpowiedniej cyfry przypisanej danemu przyciskowi. Po wprowadzeniu wszystkich cyfr znaku oraz kropki dziesiętnej zgodnie z potrzebą, należy nacisnąć przycisk Enter potwierdzając wprowadzenie wartości. Wartościom numerycznym często przypisane są jednostki; przycisk Enter pozwala na przypisanie odpowiedniej jednostki. W niektórych polach wprowadzeń wprowadza się teksty alfanumeryczne. W takim przypadku przyciski numeryczne służą do wprowadzania znaków. Przyciskom przypisane jest po kilka liter lub cyfr. Dodatkowe informacje o wprowadzaniu wartości numerycznych oraz tekstów z uwzględnieniem przypisania znaków do poszczególnych przycisków alfanumerycznych zamieszczono w instrukcji użytkownika 9101 lub 9102.

Wybór trybu pomiarowego

9100 może pracować w różnych trybach pomiarowych pozwalając na wybranie różnych predefiniowanych typów pomiaru stosowanych w określonych zastosowaniach. W celu wybrania trybu pomiarowego naciśnij przycisk funkcyjny **MODE**. Wyświetlone zostanie menu trybów. Naciskając odpowiedni przycisk programowy wybierz żądany tryb pomiarowy. Dokładniejsze omówienie trybów pomiarowych zamieszczono w instrukcji użytkownika 9101 lub 9102.

Zmiana częstotliwości środkowej, zakresu lub poziomu odniesienia

Funkcje te są łatwo dostępne z menu głównego.

- 1 Nacisnąć odpowiedni pionowy przycisk programowy.
- 2 Wprowadzić nową wartość.
- 3 Zamknąć pole wprowadzania naciskając jeden z przycisków Enter.

Zmiana zostanie niezwłocznie odzwierciedlona na wskazaniach instrumentu.

Zmiana RBW, VBW, czasu przeszukiwania lub tłumienia

Parametry te są dostępne z menu głównego. Mogą być one zmienione automatycznie przez 9100 wraz ze zmianą innych parametrów lub też ustawione ręcznie.

W menu głównym przyciski pionowe umożliwiają określenie rozdzielczości pasma (RBW), szerokość pasma video (VBW), czasu przeszukiwania i tłumienia, wskazują, czy parametr ustawiany jest automatycznie, czy też ręcznie. Aktualne ustawienia są podświetlone.

Przełączenie do trybu automatycznego

W celu zmiany ustawień z trybu Przenośnego na automatyczny należy wykonać następującą procedurę:

- 1 Jednokrotnie nacisnąć przycisk programowy danej funkcji.
Przycisk funkcji jest uaktywniony. Jest to wskazywane poprzez podświetlenie przycisku programowego.
- 2 Drugi raz nacisnąć przycisk programowy.
Podświetlenie wskazania „manual” zgaśnie, a podświetlone zostanie wskazanie „auto”. Kolejna zmiana jakiegokolwiek z wartości powoduje, że parametry pracujące w trybie automatycznym zmieniane są przez instrument pomiarowy tak, aby uzyskać najlepsze wyniki oraz ich obrazowanie.

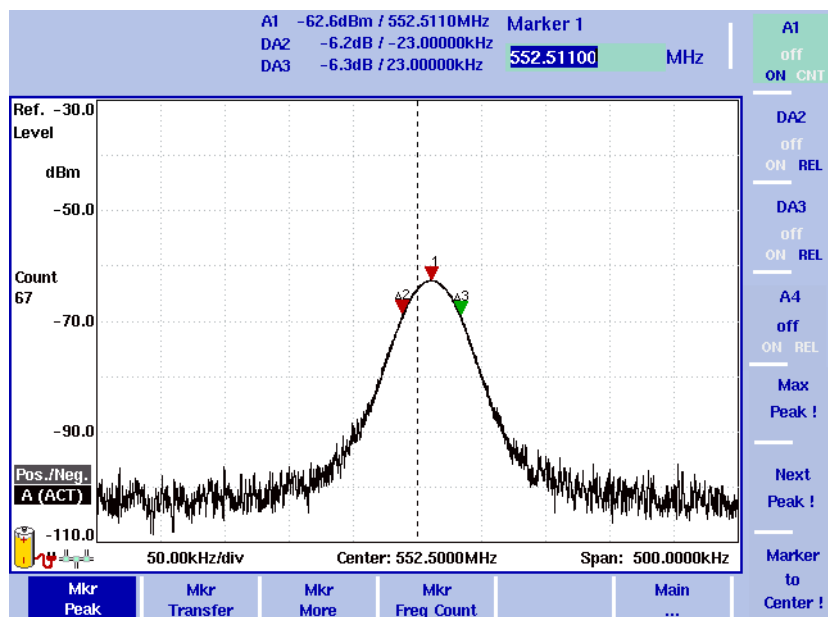
Przełączenie do trybu ręcznego

Jeżeli funkcyjne przyciski programowe pracują w trybie automatycznym, może zająć potrzeba Przenośnego ustawiania parametru. Może również zająć potrzeba ustawienia innego parametru bez zmiany aktualnego ustawienia funkcji. Oba te warunki można uzyskać poprzez przełączenie pracy przycisku funkcyjnego w tryb Przenośny.

Przełączenie do trybu Przenośnego

- albo poprzez wybranie programowego przycisku danej funkcji, a następnie wprowadzenie nowej wartości,
- albo poprzez wybranie przycisku programowego danej funkcji i ponowne jego naciśnięcie zmieniające tryb auto na manual.

Praca z markerami



Rysunek 6 Przykład markerów

9100 posiada użyteczną i wygodną w posługiwaniu się funkcję markerów. Jednocześnie można stosować do sześciu markerów; co najwyżej pięć z nich może być markerami delta.

Markery są łatwe w ustawianiu i pozwalają na wygodne wpływanie na częstotliwość środkową oraz poziom odniesienia poprzez użycie przycisków. W przypadku użycia dwóch różnych śledzeń można również ustawić markery dla śledzenia A i śledzenia B. Markery są odpowiednio nazywane (np. A1, B1). Markery delta identyfikowane są jako D (np. DA1).

Ważne jest spostrzeżenie, że jeżeli umieścimy kursor na szczycie sygnału, a następnie ograniczymy zakres, to pozycja markera może być przemieszczona nieznacznie od wartości szczytowej. Wynika to z ograniczonej rozdzielczości wyświetlania częstotliwości, gdy posługujemy się szerokim zakresem. Po zmniejszeniu zakresu marker można ponownie ustawić odpowiednio do nowej wartości szczytowej.

Można także uaktywnić lub wyłączyć markery definiując je jako markery delta poprzez wybranie markera w menu głównym trybu pomiaru lub poprzez naciśnięcie przycisku funkcyjnego **MKR** w dowolnym menu. Dokładniejsze szczegóły oraz instrukcje dotyczące markerów zamieszczono w instrukcji użytkownika 9101 lub 9102.

Typowe zastosowania

3

Rozdział ten omawia typowe zastosowania analizatora widma oraz to jak wykonywać konkretne zadania pomiarowe za pomocą Przenośnego Analizatora Widma serii 9100. Tematy poruszane w tym rozdziale obejmują:

- “Wykonywanie pomiarów sygnału impulsowego oraz zegara” na stronie 32
- “Analiza sygnałów pasożytniczych, chwilowe impulsy oraz zakłócenia krótkotrwałe” na stronie 36
- “Testowanie zespołu pasywnego w trybie transmisji” na stronie 38
- “Pomiary anteny” na stronie 41
- “Pomiary pól elektromagnetycznych” na stronie 53

Wstęp

Rozdział ten omawia typowe zastosowania Przenośnego Analizatora Widma 9101 oraz 9102. Koncentruje się on na typowych zadaniach pomiarowych opisując tło odpowiedniego użycia oraz pokazuje jak wykonać dane zadania za pomocą Przenośnego Analizatora Widma serii 9100. Ponieważ dostępne tryby pracy w tych dwóch modelach serii różnią się, niektóre pomiary będą zależne od modelu. Jeżeli będzie miało to miejsce, w odpowiednim rozdziale podany zostanie model umożliwiający użycie danego trybu pomiarowego dla wykorzystania opisanych pomiarów. Jeżeli nie ma informacji dotyczących modelu, przykład zastosowania odnosi się do obu modeli Przenośnego Analizatora Widma 9101 oraz 9102.

Wykonywanie pomiarów sygnału sinusoidalnego

Fala sinusoidalna jest typowym mierzonym sygnałem, ze względu na to, że występuje ona w wielu rodzajach urządzeń radiowych oraz elektronicznych. Przykładowo, fala sinusoidalna jest podstawowym sygnałem, jaki generuje zegar w komputerach. Dodatkowo, dwie fale sinusoidalne mogą stanowić nośną oraz modulowany sygnał audio.

Typowymi parametrami sygnału sinusoidalnego (fali sinusoidalnej) jest poziom, częstotliwość oraz harmoniczne. Parametry te mogą być łatwo pomierzone za pomocą Przenośnego Analizatora Widma serii 9100.

Pomiary częstotliwości oraz poziomu

Prawidłowa częstotliwość jest istotnym elementem prawidłowości działania urządzeń radiowych oraz komputerowych. W przypadku komputerów odchylenie rzędu 10% może być tolerowane, lecz dla sygnałów radiowych niezbędne jest uzyskanie fali o tolerancji częstotliwości nie przekraczającej 1%.

W większości przypadków, ważne jest również, aby (moc oraz napięcie) fali sinusoidalnej było w odpowiednim zakresie wzmocnienia. Przed przystąpieniem do pomiaru analizator widma musi być ustawiony tak, aby wyświetlał sygnał w prawidłowym zakresie częstotliwości z optymalnym poziomem odniesienia oraz tłumienia.

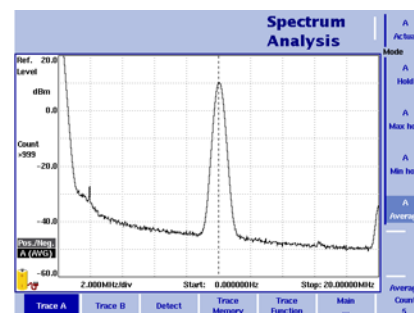
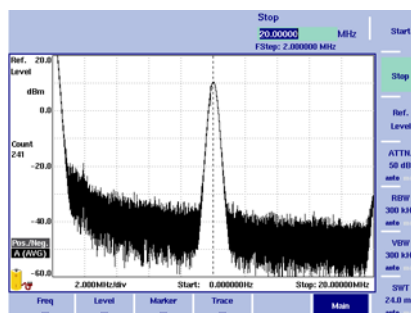
W celu przejrzania określonego pasma częstotliwości, przykładowo w pobliżu częstotliwości nośnej sygnału dla dokonania pomiaru, należy ustawić skalę poziomą. Mierzony i wyświetlany przedział częstotliwości nosi nazwę rozpiętości częstotliwości pomiaru.

Każdy sygnał posiada własną amplitudę. Bardzo silny sygnał może przekroczyć limit górny wyświetlania, podczas gdy sygnał bardzo słaby może zniknąć w szumach dolnych w dolnej części wyświetlacza. Dolny szum wynika z faktu, że każdy analizator widma charakteryzuje się ograniczoną dynamiką, co oznacza zakres pomiędzy najłagodniejszym i najsilniejszym sygnałem jaki może być prawidłowo pomierzony. Aby określić optymalną dynamikę dla sygnału, który zamierzamy pomierzyć, ważne jest, aby ustawić poziom odniesienia, co odpowiada poziomowi określonemu dla górnej krawędzi wyświetlacza. Większość analizatorów widma automatycznie ustawia wewnętrzne tłumienie określając je na podstawie wybranego przez użytkownika poziomu odniesienia, dzięki czemu analizator prezentuje optymalny zakres poziomów dla wybranego poziomu odniesienia.

Przypuśćmy, że oczekujemy sygnału w formie fali sinusoidalnej o częstotliwości 10 MHz. Częstotliwość ta jest porównywalnie niska i jest odpowiednia oglądać widma 0 do 20 MHz, które zawęża wyświetlane widma do określonego zakresu i zapewnia odpowiednią rozdzielczość dla częstotliwości. Jeżeli oczekiwana częstotliwość dla fali sinusoidalnej jest wystarczająco wyższa, lepiej jest wybrać zakres kilku megahertz'ów w pobliżu tej częstotliwości.

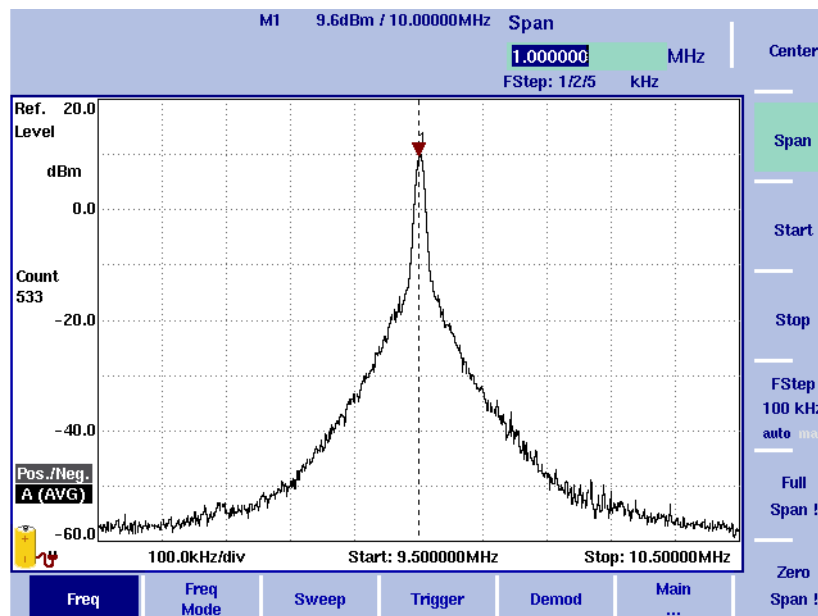
Poniższe kroki pomagają zanalizować częstotliwość sygnału oraz jego poziom.

- 1 Naciśnij **PRESET** ustawiając 9100 w znanym ustawieniu parametrów pracy. Częstotliwości początkowa i końcowa wynosi odpowiednio 0 i 3.6 GHz, co oznacza, że widzialne jest widma w tym zakresie z linią prezentującą sygnał sinusoidalny 10 MHz.
- 2 Naciskając przycisk programowy Stop, częstotliwość zatrzymania ustawić na 20 MHz, wprowadzając za pomocą klawiatury wartość **20** i naciskając przycisk funkcyjny **MHz**.
W prawej części wyświetlacza pojawi się krzywa sygnału z wartością szczytową 10 MHz. Ma to za zadanie wyświetlenie sygnału z wyższą rozdzielczością szerokości pasma.
- 3 Może zająć konieczność rozszerzenia wyświetlanej na ekranie dynamiki poprzez ustawienie poziomu odniesienia (maksymalny wyświetlany poziom); powoduje to odpowiednie ustawienie tłumienia wewnętrznego 9100:
Nacisnąć przycisk programowy **REF. LEVEL**, a następnie za pomocą przycisków kursora **GÓRA/DÓŁ** ustawić sygnał tak, aby wartość szczytowa wyświetlana była 5 do 10 dB poniżej poziomu górnej krawędzi wyświetlacza.
Zapewnia to wystarczający margines dla okresowych zmian poziomu sygnału.
- 4 Dolny poziom szumów może okazać się relatywnie wysoki. Można to zmniejszyć poprzez uśrednienie pomiarów: Wybrać **Trace > Mode: A Average**.



- 5 W celu wskazania poszczególnych częstotliwości widma pomiarowego można ustawić jeden lub kilka markerów. Wartości numeryczne dla poziomu oraz częstotliwości w tych punktach wyświetlane są w górnej części wyświetlacza:
Naciśnięcie przycisku funkcyjnego **MKR** pozwoli na ustawienie markera w najwyższym punkcie szczytowym.
Jeżeli nie występują wyższe sygnały, spowoduje to ustawienia markera, wskazanego małym trójkątem w punkcie odpowiadającym wartości szczytowej mierzonego sygnału.

- 6 Chcąc, aby częstotliwość wyświetlana była z wyższą dokładnością, należy wybrać mniejszą rozpiętość (zakres) częstotliwości ota-czający sygnał:
- Nacisnąć **Marker to Center**.
Spowoduje to wycentrowanie sygnału na wy-świetlaczu.
 - Nacisnąć przycisk funkcyjny **SPAN** wprowadzając niższą wartość, np. 1 MHz.



Harmoniczne

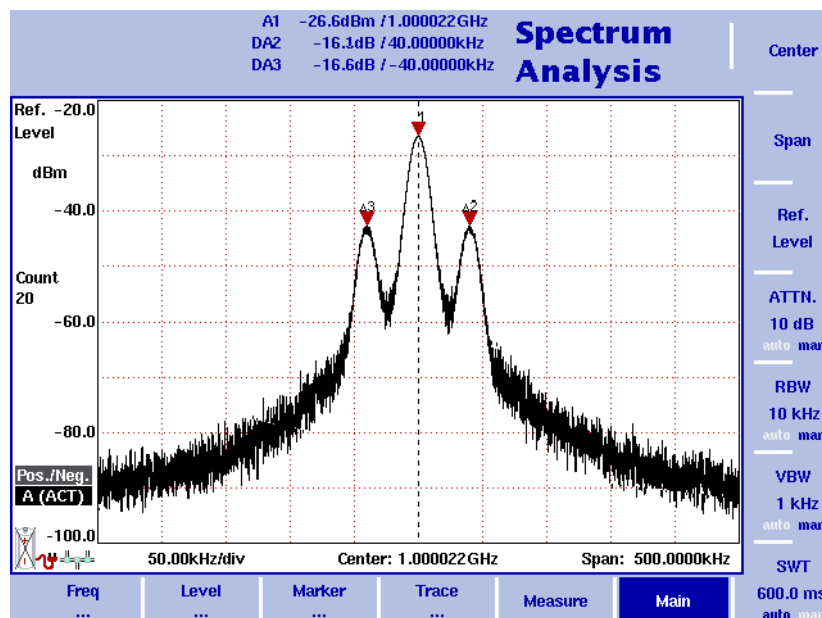
Harmoniczne pojawiają się, gdy sygnał sinusoidalny charakteryzuje się niską czystością spektralną. W niektórych przypadkach sygnał może posiadać wiele silnych harmonicznych, gdyż w rzeczywistości sygnał nie jest falą sinusoidalną a np. falą prostokątną. W takim przypadku sygnał składa się z fali głównej oraz harmonicznych. Harmoniczne te mogą powielać falę główną oraz powielać częstotliwości modulacji. Oznacza to, że mogą one występować w zakresie 100 kHz dookoła nośnej lub mogą powielać częstotliwość pierwotną.

Podczas, gdy fala prostokątna generuje oczekiwane harmoniczne, harmoniczne nieoczekiwane noszą nazwę emisji pasożyt-niczej.

Częstotliwości z harmonicznymi najlepiej śledzić z użyciem markerów. Markery wskazują wyświetlaną częstotliwość (i poziom), tak więc rozdzielczość, dla której punkt na mierzonej krzywej jest naniesiony zależy od rozdzielczości częstotliwości wyświetlanych na ekranie. Im mniejszy zakres częstotliwości, tym wyższa rozdzielczość na wyświetlaczu oraz dokładność ustawienia markera. Zmniejszenie rozpiętości może być dobrym sposobem dla ponownego ustawienia markerów, co zapewnia korzyść jaką jest większa rozdzielczość częstotliwości.

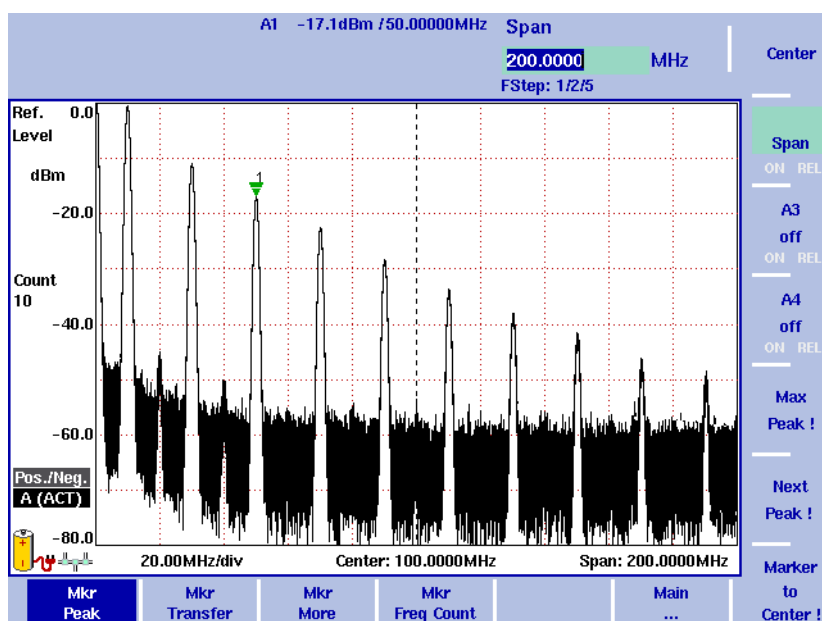
W celu sprawdzenia emisji pasożytniczych oraz harmonicznymi, należy posłużyć się następującą procedurą (z ostatniego przykładu):

- Wybrać mniejszą rozpiętość częstotliwości (zakres) do ± 250 kHz dookoła sygnału.
 - Nacisnąć **MKR > Marker to Center**.
Spowoduje to wycentrowanie sygnału na wyświetlaczu.
 - Nacisnąć przycisk funkcyjny **SPAN** wprowadzając niższą wartość np. 500 kHz.
- Wprowadzić markery i umieścić je w pobliżu znaczących wartości szczytowych (kilka dB powyżej nachylenia krzywej sygnału):
 - Nacisnąć przycisk funkcyjny **MKR**.
 - Nacisnąć przycisk programowy **A2**, a następnie kilkakrotnie przycisk **Next Peak** aż marker ustawi się przy następnej znaczącej wartości szczytowej.
 - Nacisnąć przycisk programowy **A3**, a następnie kilkakrotnie przycisk **Next Peak** aż osiągnięta zostanie następna znacząca wartość szczytowa.
- Zmienić znaczniki absolutne A2 i A3 na znaczniki delta wskazujące wartości odnoszące się do znacznika A1:
 - Nacisnąć przycisk programowy **A3** aż podświetlone zostanie wskazanie **Rel. Marker** jest obecnie wskazywany jako marker delta, DA3 zamiast A3.
 - Nacisnąć przycisk programowy **A2** aż podświetlone zostanie wskazanie **Rel. Marker** jest obecnie wskazywany jako marker delta, DA2 zamiast A2.
- Sprawdzić widmo oraz markery: Czy dodatkowe wartości szczytowe sygnału są wystarczająco silne, aby wpływać na jakość sygnału? Jak silne są te sygnały w odniesieniu do sygnału głównego (fali sinusoidalnej)? Kryteria dopuszczalności dla emisji pasożytniczych zależy od aktualnych wymagań w stosunku do sygnału.



- Wybrać większą rozpiętość częstotliwości, około pięciokrotną w stosunku do sygnału pierwotnego, co pozwoli na obserwację harmonicznych.
Wybrać **SPAN**, wprowadzić **70** i potwierdzić wprowadzoną wartość poprzez naciśnięcie przycisku **MHZ**.

- 6 Ustawić markery DA2 oraz DA3, wskazując drugą i trzecią znaczącą wartość szczytową:
 - Nacisnąć **MKR > DA2 > Max Peak > Next Peak** (kilkukrotnie **Next Peak** jeżeli znaleziona wartość szczytowa nie różni się znacząco od poziomu zakłóceń otaczających).
 - Nacisnąć **DA3 > Max Peak > Next Peak > Next Peak** (kilkukrotnie **Next Peak** jeżeli znaleziona wartość szczytowa nie różni się znacząco od poziomu zakłóceń otaczających).
- 7 Sprawdzić widmo oraz markery: Czy dodatkowe wartości szczytowe sygnału są wystarczająco silne, aby wpływać na jakość sygnału? Jak silne są te sygnały w odniesieniu do sygnału głównego (fali sinusoidalnej)? Kryteria dopuszczalności dla emisji harmonicznych zależy od aktualnych wymagań w stosunku do sygnału.



Wykonywanie pomiarów sygnału impulsowego oraz zegara

Sygnał impulsowy oraz zegara łączy w sobie charakterystyki sygnałów modulowanych z sygnałami nieciągłymi. Sygnały modulowane, z jednej strony posiadają szersze widmo i mogą rozciągać się w pewnych obszarach. Z drugiej strony sygnały nieciągłe pojawiają się i znikają, co powoduje, że znalezienie odpowiedniego momentu dla wykonania pomiaru jest bardzo istotne.

Widmo sygnału modulowanego nie posiada stałego poziomu szczytowego, lecz składa się z szerszego listka (np. około 50 kHz dla typowego sygnału FM, 800 kHz dla sygnału GSM lub 1.2 MHz dla sygnału IS-95 CDMA). Ponieważ wraz z nośną przesyłana informacja nie jest ona stale taka sama, widmo nieznacznie zmienia się. Tak więc typowe widmo nie jest istotne, dlatego też dobrym rozwiązaniem jest uśrednienie pomiarów widma. Jeżeli jednak powinien być pomierzony najgorszy element widma, to należy przejrzeć wartości szczytowe z kilku pomierzonych spektrów, stąd też należy wybrać tryb pamięci wartości maksymalnych.

Okresowe sygnały nieciągłe mogą być mierzone, lecz wymagają one dodatkowych ustawień zapewniających, że pomiary obejmują aktywną część sygnału. W przeciwnym przypadku Przenośny Analizator Widma Willtek 9100 może dokonywać pomiaru w przedziałach czasowych, w których sygnał ten nie będzie występował. Dodatkowo, dla widma modulacji istotnymi parametrami jest długość impulsu oraz jego kształt. Można to pomierzyć w dziedzinie czasu a nie częstotliwości.

Podczas pomiaru parametrów w dziedzinie czasu należy rozważyć następujące elementy:

- Pomiar w dziedzinie czasu oznacza, że analizator widma wyświetla sygnał uzyskiwany na osi czasu a nie osi częstotliwości, co oznacza, że rozpiętość częstotliwości wynosi zero.
- Początek pomiaru powinien być wyzwany rosnącą krawędzią sygnału, co oznacza, że należy zdefiniować wartość progową powyżej wartości dolnej dla szumu a poniżej poziomu, na którym sygnał jest aktywny.
- Czas pomiaru (czas przeszukiwania) musi być równy lub przekraczać długość impulsu, gdyż w innym przypadku wyświetlona zostanie jedynie część impulsu.

Pomiar parametrów w dziedzinie częstotliwości wymaga nieznacznie innego podejścia podczas ustawiania analizatora widma.

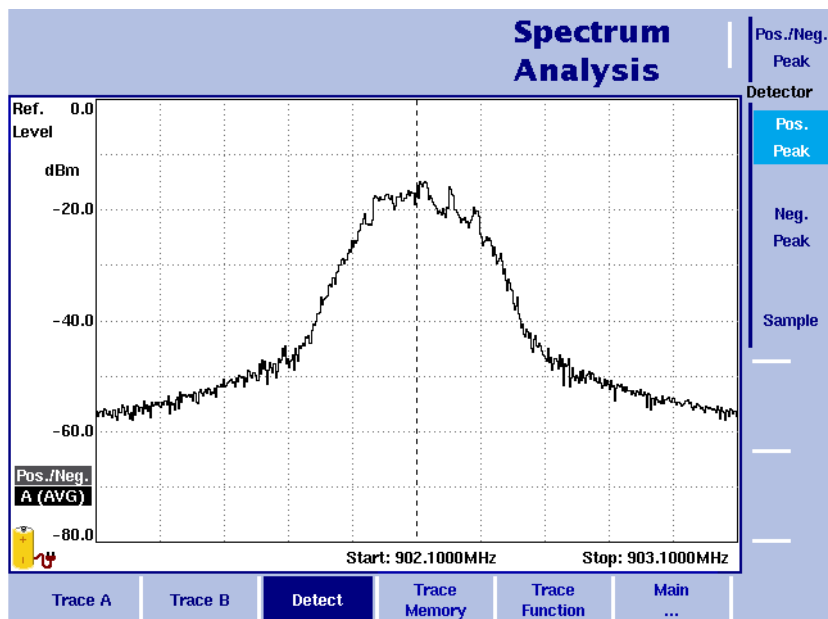
- Definiowane wyzwolenia video w dziedzinie częstotliwości nie ma sensu, gdyż częstotliwość obserwowana przez analizator widma zmienia się stale.
- Czas pomiaru (czas przeszukiwania) powinien być na tyle długi, aby w każdym z punktów pomiarowych, mierzony był przedział o co najmniej o długości dwóch impulsów, tak aby zapewnić, że przedział pomiarowy będzie obejmował pożądany sygnał. Należy zwrócić uwagę na to, że widmo pomierzone w ten sposób zawiera zarówno podzespoły modulacji jak i przełączania.

W poniższym przykładzie omówiony zostanie pomiar sygnału impulsowego z przesyłającego informację aparatu komórkowego GSM pracującego w kanale 63, co oznacza częstotliwość nośnej 902.6 MHz. Poziom sygnału na wejściu analizatora widma wynosi -10 dBm.

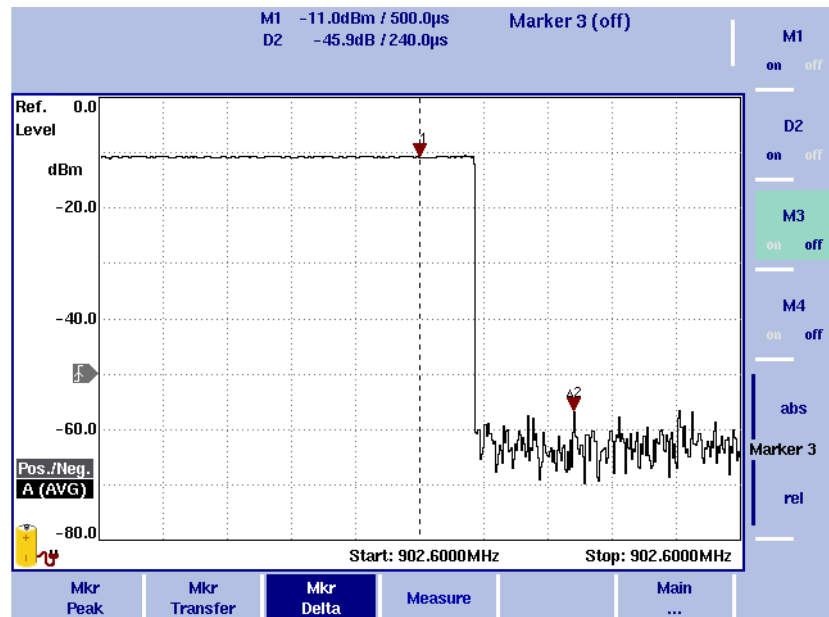
W celu wykonania pomiaru należy posłużyć się następującą procedurą.

- 1 Nacisnąć **PRESET** ustawiając 9100 w znanym ustawieniu parametrów pracy. Częstotliwość początkowa i końcowa ustawiona jest odpowiednio na 0 i 3.6 GHz.
- 2 Nacisnąć przycisk funkcyjny **CENT**, wprowadzając wartość częstotliwości środkowej 902.6 MHz.
- 3 Nacisnąć przycisk funkcyjny **SPAN** ustawiając wartość rozpiętości częstotliwości na 1 MHz.
Pojawi się pocięta wersja widma.
- 4 Czas przeglądania ustawić na wartość maksymalną. Wybrać **Main > SWT** i ustawić czas na 5 s.
Pojawia się widmo; uaktywniony zostaje detektor dodatnich/ujemnych wartości szczytowych, co powoduje, że na wyświetlaczu pojawiają się obie wartości z czarną linią pomiędzy wartościami szczytowymi dla każdego z punktów częstotliwości.

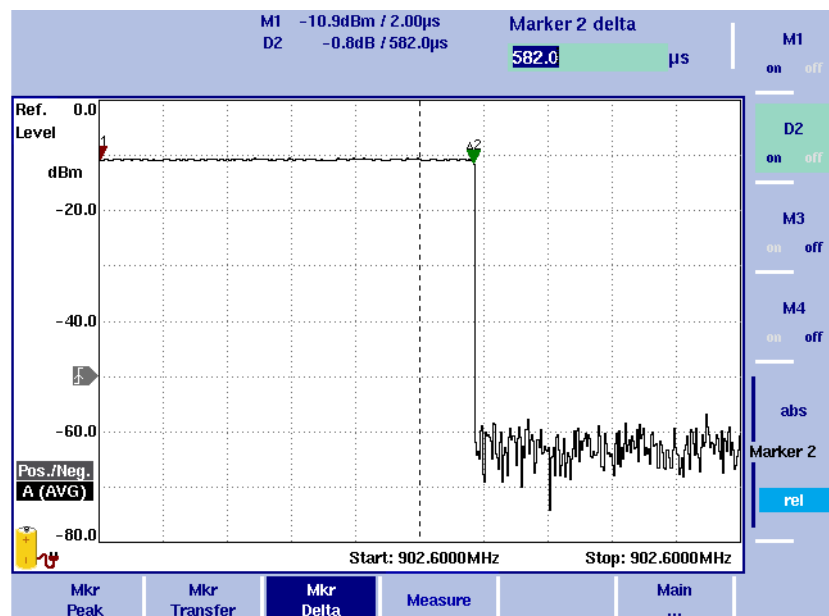
- 5 W celu wyeliminowania czarnych linii należy wybrać detektor dodatnich wartości szczytowych. Wybrać **TRACE > DETECT > DETECTOR: POS. PEAK**. Pojawi się krzywa analogiczna do widocznej na poniższym obrazku.



- 6 Chcąc uzyskać pomiar poziomu na osi czasu, nacisnąć **SPAN** i wybrać 0 MHz.
- 7 Ustawić pasmo pomiarowe obejmujące znaczące składowe widma. Nacisnąć **Main > RBW** i wprowadzić 1 MHz.
- 8 Czas przeszukiwania powinien być nieznacznie dłuższy niż długość impulsu. Nacisnąć **Main > SWT** i wybrać 1 ms.
- 9 W celu uniknięcia wygładzania zniekształcającego kształt sygnału, ustawić wysoki poziom w paśmie video. Nacisnąć **VBW** i wprowadzić 1 MHz. Pomiar impulsu wyświetlony zostanie w dowolnym przedziale.
- 10 Uaktywnić wyzwalanie video z ustawieniem wyzwalającej wartości progowej na 40 dB poniżej poziomu impulsu: Nacisnąć **Freq > Trigger > Video** i wprowadzić -50 dBm. Pojawiać się będą kolejne pomiary impulsu.
- 11 Płaski odcinek impulsu: Użycie markera oraz markera delta pozwoli na analizę zmienności poziomu mocy w aktywnej części impulsu.
- 12 Poziom impulsu w stosunku do poziomu szumu: Użycie markera oraz markera delta pozwoli na przeglądanie różnic pomiędzy poziomem sygnału a poziomem szumów (na rysunku poniżej różnice poziomu wynoszą 45.9 dB).



13 Długość impulsu: Umieścić marker na początku impulsu a marker delta na końcu impulsu. Odczytać długość impulsu (w przykładzie poniżej wynosi 582 µs).



Analiza sygnałów pasożytniczych, chwilowe impulsy oraz zakłócenia krótkotrwałe

Sygnały pasożytnicze są składowymi zbliżonymi lub odległymi od danego pasma częstotliwości. Stanowią one część ogólnego sygnału zwykle poza pasmem częstotliwości obejmującym dany sygnał i powstają one na skutek przesłuchów lub działania podzespołów elektronicznych.

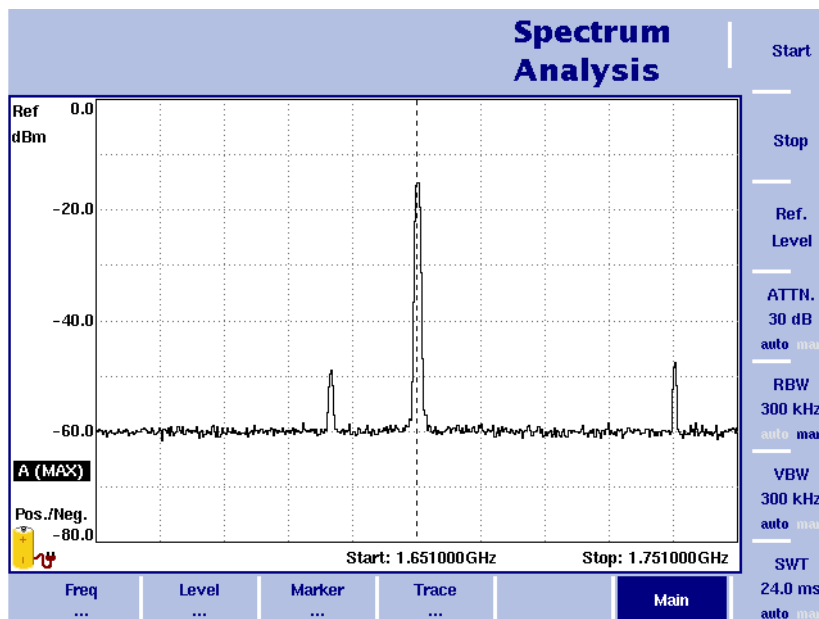
Impulsy chwilowe oraz krótkotrwałe zakłócenia oddziałują na składowe widma i pojawiają się niezwłocznie na analizatorze widma. Występują one od czasu do czasu a ich uwidocznienie możliwe jest dzięki funkcji zapamiętywania szczytowej wartości sygnału.

Sygnały pasożytnicze oraz chwilowe impulsy mogą być w pewnych granicach tolerowane, lecz w przypadku przekroczenia tych granic wpływają ujemnie na działanie systemu. W 9100, w celu oznaczenia granic występowania oraz określenia dopuszczalności danych sygnałów niepożądanych oraz czy sam sygnał mieści się w zakresie dopuszczalności, czy też przekracza ograniczenia.

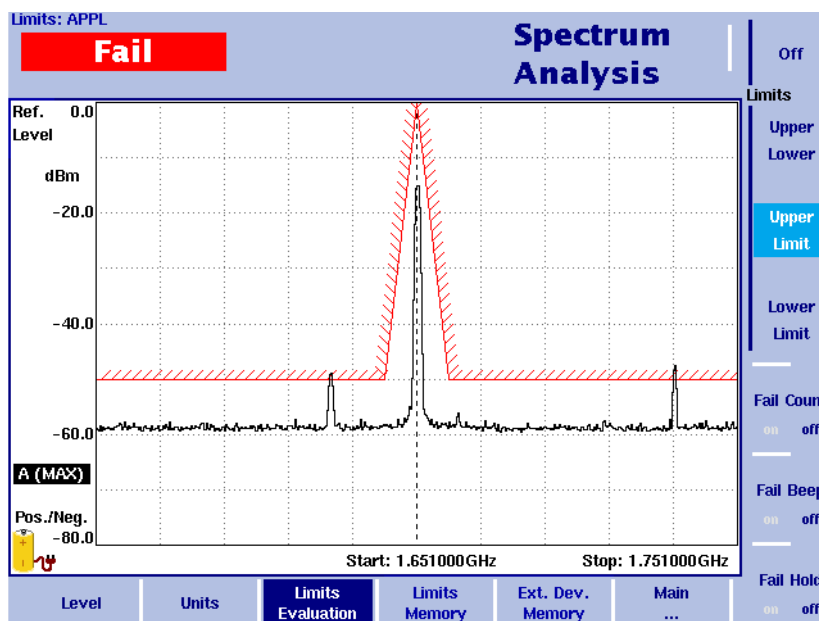
Znaczniki oraz znaczniki delta mogą wskazywać częstotliwości w jakich występuje krytyczna składowa sygnału oraz może posłużyć do odczytu absolutnych poziomów, jak również poziomów relatywnych do głównej składowej sygnału.

Te niepożądane składowe sygnały mogą być analizowane w sposób następujący:

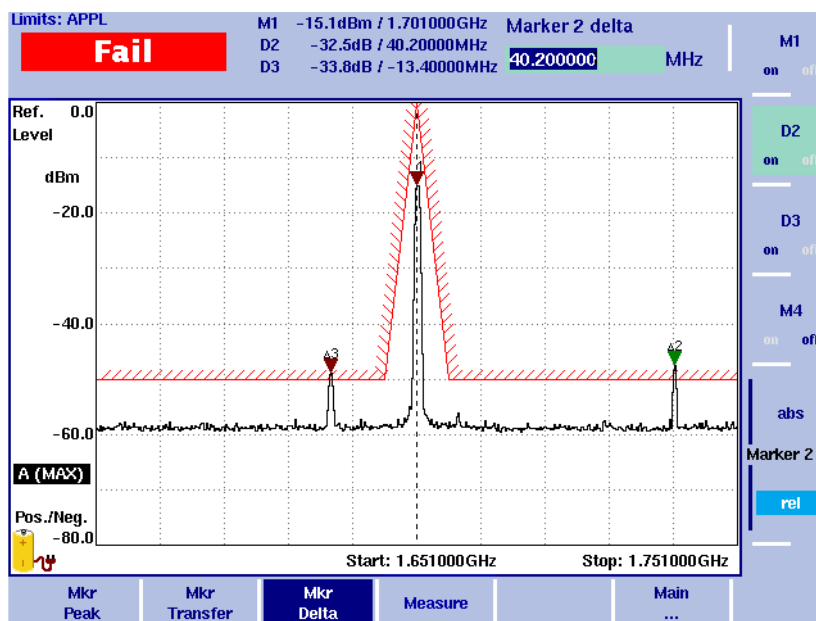
- 1 Nacisnąć **PRESET** ustawiając 9100 w znanym ustawieniu parametrów pracy. Częstotliwość początkowa i końcowa ustawiona jest odpowiednio na 0 i 3.6 GHz.
- 2 Nacisnąć **CENT** i wprowadzić częstotliwość środkową dla obserwowanego sygnału.
- 3 Nacisnąć **SPAN** i wprowadzić pasmo obserwowanych częstotliwości, np. 100 MHz.
- 4 Wybrać **Main > Trace > Mode: Max hold**, co pozwoli wychwycić sygnały występujące nieciągłe.
Po pewnym czasie wyświetlacz może pokazywać poniżej prezentowaną sytuację (sygnały oczekiwane przy częstotliwości środkowej oraz dwa sygnały pasożytnicze lub niepożądane).



- 5 Jeżeli pomiar ten jest często wykonywany, to dobrym rozwiązaniem jest zdefiniowanie wzorca, co określi położenie linii ograniczających. Może to tworzyć podstawy dla wygodnego określania dopuszczalności danego sygnału. Linie ograniczające (wzorec) można zdefiniować na PC. Dokładniejsze szczegóły zamieszczono w instrukcji użytkownika 9101 lub 9102.
- 6 W celu pobrania wzorca (linii ograniczających) z PC do 9100, najpierw należy zapisać je lokalnie na PC, a następnie nacisnąć Send to 9100.
- 7 W celu wybrania jednego z kilku dostępnych wzorców wprowadzić sekwencję **Level > Memory > Recall Limits**.
- 8 W celu uaktywnienia wzorca wprowadzić **Limits Evaluation > Upper Limit** (ogranicznik górny). Wzorec lub ogranicznik górny zostaje wykreślony a 9100 w lewym rogu wyświetla wskazanie dopuszczenia lub niedopuszczenia sygnału.



- 9 Uaktywnić znaczniki i umieścić je przy sygnale oczekiwanym oraz sygnałach pasożytniczych: Nacisnąć przycisk funkcyjny **Mkr** uaktywniając menu markerów oraz pierwszy marker, który zostanie umieszczony przy najwyższym sygnale szczytowym. Nacisnąć **A2** i przejść do sygnału pasożytniczego kilkakrotnie naciskając **Next Peak**. Krok ten powtórzyć z **A3** oraz następnym sygnałem pasożytniczym. Częstotliwości oraz poziom sygnałów pasożytniczych zostaną podane u góry wyświetlacza.
- 10 Uaktywnić markery delta dla A2 i A3 naciskając przyciski programowe **A2** i **A3** aż podświetlone zostanie wskazanie **REL** a markery zostaną określone jako DA2 i DA3.
Można teraz zobaczyć częstotliwość i poziom każdego z sygnałów pasożytniczych powiązanych z sygnałem oczekiwanym, które podaje się w parametrach oraz przy porównaniach sygnałów.



Testowanie zespołu pasywnego w trybie transmisji

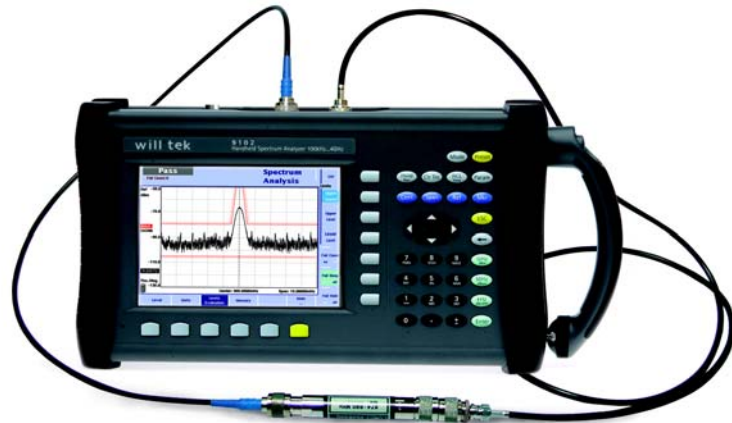
W trybach transmisji 9102 można sprawdzić reakcję częstotliwościową urządzeń aktywnych i pasywnych. Przykładem zastosowania tego trybu jest testowanie odpowiedzi częstotliwościowej filtrów pasmowych, które przepuszczają sygnał w pewnym paśmie blokując lub absorbując sygnały o częstotliwościach spoza określonego pasma.

UWAGA

Tryb transmisji dostępny jest w Przenośnym Analizatorze Widma 9102 (edycja Tracking oraz VSWR/DTF).

W celu przeprowadzenia testu odpowiedzi częstotliwościowej oraz reakcji filtru pasmowo-przepustowego należy wykonać następującą procedurę:

- 1 Nacisnąć przycisk funkcyjny **MODE**.
Pojawi się menu Mode. Wybrać **Tracking ... > Transmission**.
Pojawi się menu główne Transmission. Wykonać połączenie kablem pomiędzy złączami **RF IN** oraz **RF OUT**.
- 2 W menu głównym Transmisji nacisnąć przycisk programowy **Tracking Generator**.
- 3 W celu wyeliminowania nieznacznych pulsowań wyświetlacza naciskając przycisk **Normalize A** doprowadzać do podświetlenia „on”. Po lewej stronie wyświetlacza wyników pojawi się komunikat „Normal.'d” wskazując, że wskazanie jest normalizowane.
- 4 Rozłączyć połączenie pomiędzy **RF IN** a **RF OUT** i podłączyć do instrumentu pomiarowego filtr pasmowoprzepustowy.
Na poniższym rysunku pokazane zostały ustawienia pomiarowe dla filtra pasmowoprzepustowego.

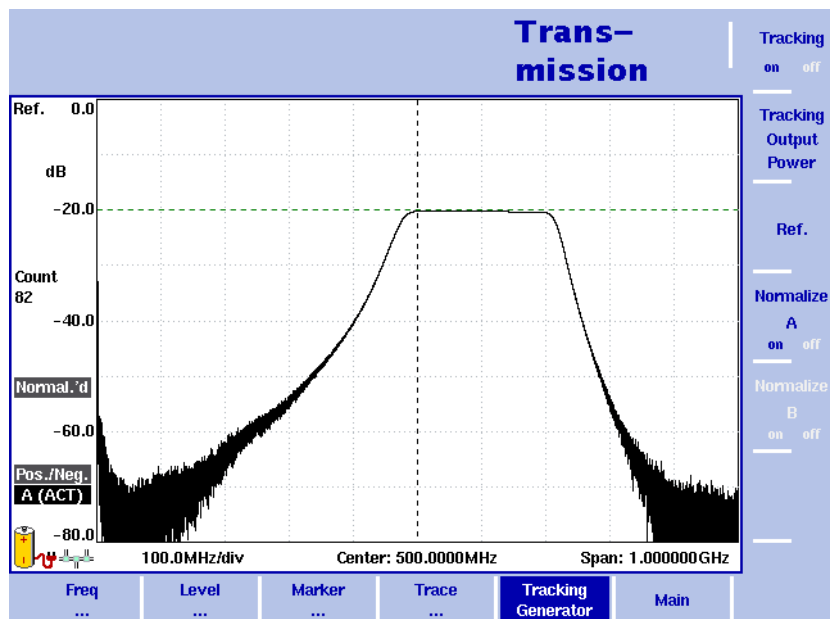


- 5 W celu dokładniejszego sprawdzenia wyświetlanego sygnału można zmienić częstotliwość środkową. Dodatkowo można zmienić parametry poziomu, mierzone wyjście, częstotliwość początkową i końcową, pasmo i tłumienie sprzętu. Dokładniejsze omówienie trybów pomiarowych zamieszczono w instrukcji użytkownika 9102.

UWAGA

W przypadku zmiany parametrów pomiaru np. mierzonego wyjścia, ustawień częstotliwości lub tłumienia może zajść potrzeba powtórzenia procedury normalizacyjnej. W takim przypadku komunikat „Normalize” będzie wyświetlany po lewej stronie wyświetlacza wyników na czerwonym tle.

- 6 Wyświetlacz wyników pokaże częstotliwości jakie są przepuszczane oraz częstotliwości blokowane przez filtr pasmowo-przepustowy.



Pomiary anteny

Bardzo ważnym zakresem zastosowań Przenośnego Analizatora Widma 9102 są pomiary anten dla celów analiz parametrów pracy anteny w czasie jej instalacji, konserwacji oraz testów akceptacji systemów antenowych. Trzy główne podzespoły mobilnych systemów radiowych jakimi są stacja bazowa, system antenowy oraz podłączenie do sieci lub komutacja, często instalowane są przez różne firmy. Każda firma musi wykonać testy akceptacyjne oraz udokumentować jakość swojej sieci. Poniższe rozdziały omawiają wykonywanie testów oraz dokumentację jakości systemu antenowego wykonywane za pomocą Przenośnego Analizatora Widma 9102 w połączeniu z Opcjonalnym Miernikiem Odbicia VSWR/DTF 9130 oraz Mostkiem VSWR/DTF 9160.



Wstęp Nowoczesne transmitery mobilnych sieci składają się ze stacji bazowej, podłączenia do rdzenia sieci (poprzez dedykowaną linię lub połączenie radiowe) oraz system antenowy. System antenowy składa się z elastycznego cienkiego kabla biegnącego ze stacji bazowej do wieży, nisko-stratnego sztywnego kabla biegnącego po wieży do anten oraz samych anten, jak również możliwych dodatkowych urządzeń takich jak wzmacniacze oraz układy sterowania położeniem. Na jakość zainstalowanego systemu znacząco wpływają kable, złącza oraz zintegrowane filtry i wzmacniacze. Na jakość transmisji szczególnie wpływają aspekty mechaniczne. Przykładowo, nieprawidłowe podłączenie kabla do gniazda lub też skręcenie albo zbyt silne zagięcie kabla może znacząco pogorszyć jakość transmisji.

Zwykle antena instalowana jest zanim dostarczona zostanie stacja bazowa. System może być sprawdzony rozpoczynając od połączeń antenowych. Podzespoły systemu zostały zaprojektowane dla transmisji sygnałów o wysokiej częstotliwości przy impedancji 50Ω . Idealnie, przy doprowadzeniu takiego sygnału do przewodu antenowego

zostanie on przesłany poprzez antenę bez żadnych odbić. Jakikolwiek nieciągłości w kablu, zwarcia lub inne zmiany impedancji (np. wynikające ze zbyt silnego zwinienia kabla) spowodują odbicie części mocy sygnału. Moc odbitego sygnału nie będzie już dostępna dla abonentów sieci mobilnej i zostanie zwrócona do zasilacza mocy. Powstająca fala stojąca powoduje wzrost napięcia i w najgorszym przypadku może doprowadzić do uszkodzenia wzmacniacza lub zintegrowanych filtrów.

Poza tym mogą wystąpić inne efekty, które będą miały mniej znaczący wpływ, lecz mogą mieć wpływ na reputację dostawcy usług sieci komórkowych. Poza optymalnymi warunkami transmisji przez antenę, kabel może powodować zrywanie połączeń lub zawieszenia pracy stacji bazowej, a także inne usterki. Oznacza to, że połączenia nie będą realizowane, co prowadzi do strat w dochodach dostawcy usług. Satysfakcja klienta z dostarczanych usług ma krytyczne znaczenie dla obrazu i reputacji operatora. W bardziej poważnych sytuacjach nieprawidłowość działania sieci wynikająca z nieprawidłowo działającego systemu antenowego może doprowadzić do niemożności korzystania z niej przez instytucje rządowe, organizacje bezpieczeństwa publicznego. Może to doprowadzić do strat materialnych, a nawet do śmierci.

Optymalna budowa systemu antenowego jest warunkiem krytycznym dla zapewnienia optymalnego pokrycia i chroni przed przeciążeniami.

Typy pomiarów

Pomiary najczęściej stosowane przy antenach wykonywane w trakcie ich instalacji, konserwacji oraz testach zatwierdzających są pomiarami odbić sygnału jak również pomiarami DTF.

Pomiary odbicia sygnału

Za pomocą pomiarów odbicia sygnału można sprawdzać jakość transmisji w zakresie nadawania i odbioru, a także oceniać prawidłowość pracy podzespołów systemu antenowego. W instrumencie pomiarowym odbicia mierzone są poprzez mostek pomiarowy Wheatstone. Do tych celów Willtek zapewnia Mostek VSWR/DTF 9160. Tam wykonywane są pomiary impedancji. Nawet mały błąd impedancji wywołuje relatywnie wysokie zmiany napięcia i dlatego też są one łatwe do pomiaru. Mierzona impedancja przeliczana jest na współczynnik odbicia i wyświetlana przez instrument.

Dwoma najczęściej określanymi parametrami jest Napięciowy Współczynnik Fali Stojącej (VSWR) oraz tłumienność odbicia. Za pomocą trybu pomiaru odbicia Przenośnego Analizatora Widma 9102 można wyznaczyć pomierzone wartości, jak również tłumienność odbicia, VSWR i inne określane przez użytkownika jednostki np. współczynnik odbicia (ρ) lub też współczynnik mocy odbitej.

Dla zespołów częstotliwościowych często określa się Napięciowy Współczynnik Fali Stojącej. Mierzona wartość jest wielkością liniową większą lub idealnie równą 1. VSWR wyświetlany jest w funkcji częstotliwości. W systemach antenowych wartości graniczne są zwykle przypisywane określonym zakresom częstotliwości.

Z tego też powodu tłumienność odbicia wyrażana jest jako wartość logarytmiczna w dB. Na tle wskazania liniowego na wyświetlaczu graficznym wyraźnie widoczne są mniejsze odbicia. W przypadku całkowitej mocy odbicia w wysokości 10% instrument pomiarowy pokaże tłumienność odbicia o wartości 10 dB. W mobilnych systemach radiowych systemy antenowe o tłumienności odbicia w zakresie 17 do 20 dB traktowane są jako systemy o dobrej jakości.

Pomiar odległości do miejsca
usterki

Poza testami jakości transmisji w systemach antenowych nadawczych i odbiorczych często określa się również lokalizację usterki. Zapętlenie kabla, nieprawidłowe podłączenia pomiędzy złączem i kablami doprowadzającymi, jak również zwarcia częściowe mogą znacząco wpływać na jakość transmisji szczególnie z długoterminowego punktu widzenia. Przy pomiarze odległości do usterki można stwierdzić tego typu usterki kabla. Pomiar ten oparty jest o lokalne zmiany impedancji powodowane przez usterkę w kablu. Instrument pomiarowy wykonuje pomiar odbicia wewnętrznego w danym paśmie częstotliwości i przetwarza wynik poprzez FTT przedstawiając go na osi czasu. Jeżeli znana jest prędkość propagacji fali w kablu, instrument może przetworzyć uzyskany wynik na odległość. W wyniku tych przekształceń instrument graficznie wyświetli pomiary odbicia jako funkcję odległości. Pozwala to na łatwą ocenę miejsca usterki kabla, gdyż jej pozycja określana jest na podstawie wyświetlonej informacji o odległości.

Wykonywanie pomiarów
anteny w terenie za pomocą
9102

The 9102 Handheld Spectrum Analyzer in conjunction with the 9130 Przenośny Analityczny Widma 9102 w połączeniu z Opcjonalnym Miernikiem Odbicia VSWR/DTF 9130 oraz Mostkiem VSWR/DTF 9160 zapewnia tryby pomiaru VSWR/DFT dla przeprowadzenia pomiarów anteny niezbędnych dla oszacowania jakości systemów antenowych oraz pomiarów opisanych we wcześniejszych sekcjach:

- Stosując tryb pomiaru odbicia wszystkie parametry określające pomiary odbicia są wyraźnie widoczne i dostępne. Tryb ten umożliwia wykonanie testów sprawności oraz dostosowania systemu antenowego do danego pasma częstotliwości. Tryb pomiaru odbicia zapewnia skalarne i wektorowe pomiary odbicia, jak również wyświetla wszystkie najczęściej stosowane parametry odbicia takie jak tłumienność odbicia, ρ , VSWR oraz współczynnik mocy odbitego sygnału.
- Tryb pomiaru odległości do usterki umożliwia dokładne analizy działania kabla doprowadzającego sygnał do anteny na długości całkowitej do 2000 m. Posługując się tym trybem pomiarowym można łatwo wykryć i zlokalizować niepewne połączenia, zagięcia kabla, przedostanie się wody pod izolację, jak również inne problemy związane z kablem. Nawet niewielkie źródła odbicia sygnału są wykrywane i wyświetlane z podaniem odległości do usterki. Dla przeprowadzenia pomiaru odległości do usterki wprowadzone muszą zostać charakterystyki kabla. Willtek zapewnia pliki z parametrami najczęściej stosowanych kabli koncentrycznych, które mają zastosowanie w instalacjach antenowych. Pliki te można łatwo pobrać do 9100. Jednak parametry rzadziej stosowanych kabli należy wprowadzić krok po kroku do pamięci instrumentu.

Kroki przygotowawcze

Przed przystąpieniem do pomiarów odbicia lub odległości do usterki niezbędne jest wykonanie następujących kroków przygotowawczych.

Podłączenie mostka VSWR/DTF 9160

9102 w swojej edycji Tracking lub VSWR/DTF posiada generator śledzenia, którego sygnał wyprowadzony został na niezależny port. Do testowania anteny oraz systemów kablowych sygnał wysyłany i odbierany zbierany jest na mostku pomiarowym. Dlatego też pomiary mogą być wykonane od strony końcówki kabla podłączonej do stacji bazowej. Willtek oferuje Mostek VSWR/DTF 9160, który jest mostkiem pomiarowym dopasowanym do 9102. Mostek ten jest mostkiem pomiarowym Wheatstone będącym układem mostka elektrycznego, pozwalającym na precyzyjne porównywanie rezystancji dobrze dostosowanym dla pomiaru małych zmian impedancji.

W celu przygotowania 9102 do wykonywania pomiarów antenowych podłączyć mostek 9160 do gniazd RF In oraz RF Out, jak również do złącza Portu Multi umieszczonego na górze instrumentu w sposób prezentowany na poniższym rysunku. Dokładniejsze informacje dotyczące gniazd dostępnych w instrumencie, podano w ["Podłączenie Przenośnego Analizatora Widma serii 9100" na stronie 13](#).



Kalibracja

Przed rozpoczęciem pomiarów instrument pomiarowy powinien zostać skalibrowany z użyciem precyzyjnego terminatora. W celu wykonania kalibracji opracowana została procedura stosująca złącze rozwarte, zwarte oraz obciążone. Celem procedury kalibracyjnej jest eliminacja niedokładności wewnątrz instrumentu oraz na złączu, które mogą powstać przykładowo na skutek zmian temperatury. Willtek oferuje zestaw kalibracyjny składający się ze złącza Rozwartego/Zwartego/Z Obciążeniem Typu 7/16" (męski) oraz Typu N (męski), jak również przewodu przedłużającego port testujący z różnymi standardami wtyków (N i 7/16" DIN).

Zestaw kalibracyjny



Przewód przedłużający port testujący



Opis szczegółowy procesu kalibracji dla pomiarów odbicia oraz DTF został dołączony do odpowiedniego opisu procedury pomiarowej.

Podłączenie kabla, dla którego ma być wykonywany pomiar

Otwarte złącze kabla, który ma być pomierzony najczęściej posiada złącze 7/16 cala. W celu podłączenia wtyku mierzonego kabla do złącza N mostka pomiarowego 9160 VSWR/DTF należy posłużyć się opcjonalnym adapterem.

Wykonywanie pomiarów odbitego sygnału

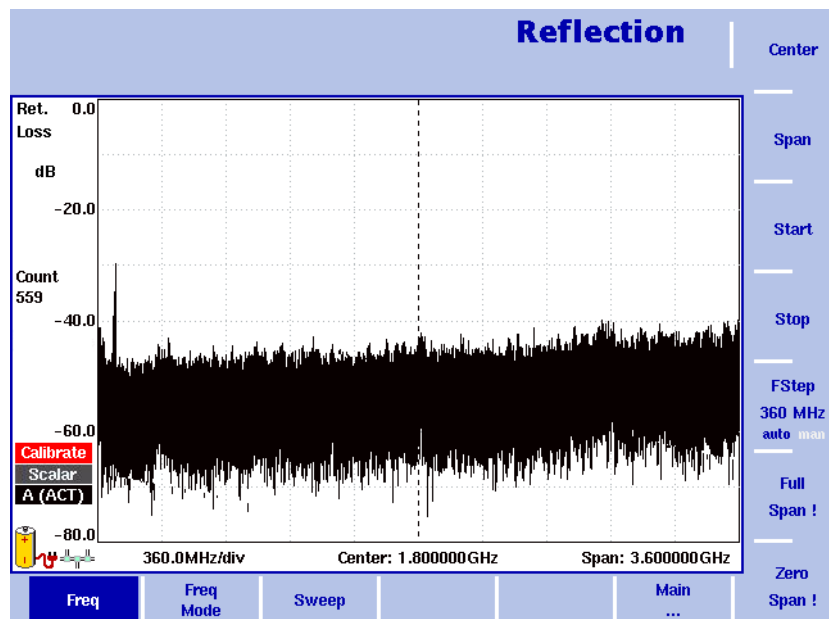
W celu wykonania pomiaru odbicia należy posłużyć się poniżej opisaną procedurą:

- 1 Nacisnąć przycisk funkcyjny **MODE**.
Pojawi się menu Mode.
- 2 Naciskając **VSWR/Tracking...** > **Reflection** wybrać tryb pomiar odbicia.
Pojawi się menu główne Reflection (pomiaru odbicia).

UWAGA

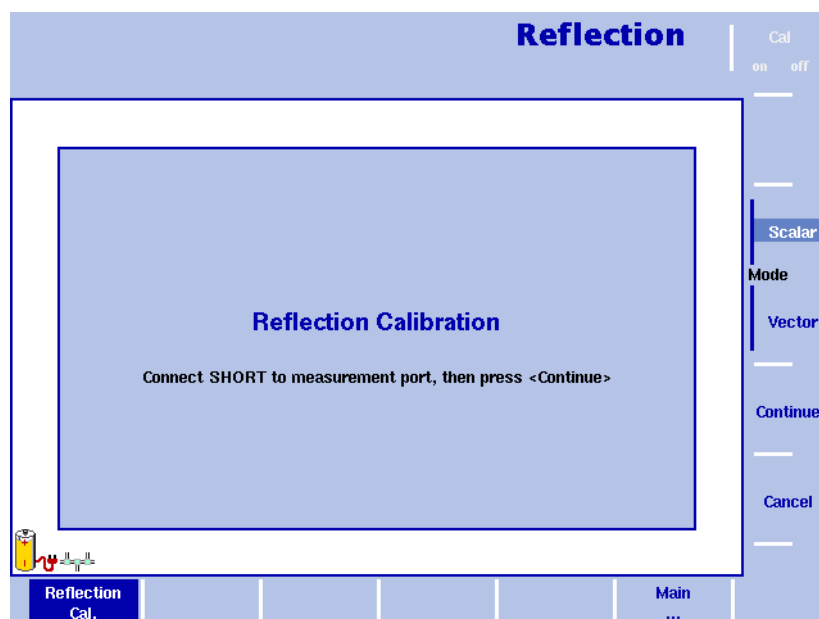
Tryb pomiaru odbicia dostępny jest w Przenośnym Analizatorze Widma podłączonym do opcji Pomiaru Odbicia 9130 VSWR/DTF i jest to funkcja zależna od modelu.

- 3 Następnym krokiem jest określenie częstotliwości. Za pomocą przycisku programowego **Freq** wybrać odpowiednie pasmo częstotliwości. Pojawi się menu Częstotliwości.



Rysunek 7 Menu Reflection (częstotliwości)

- 4 Jest kilka metod ustawiania zakresu mierzonych częstotliwości; zakres ten może być wyrażony zarówno poprzez określenie częstotliwości początkowej i końcowej (np. pierwszej i ostatniej częstotliwości na wyświetlaczu) lub poprzez określenie częstotliwości środkowej oraz rozpiętości, albo innej kombinacji częstotliwości środkowej, rozpiętości, częstotliwości początkowej i końcowej. Dodatkowe informacje o ustawieniu częstotliwości zamieszczono w instrukcji 9102 dostarczanej wraz z instrumentem pomiarowym.
- 5 Po określeniu częstotliwości następnym krokiem jest kalibracja odbicia. Najpierw podłączyć przewód przedłużenia portu testowego do mostka VSWR/DTF 9160.
- 6 W menu głównym pomiaru odbić nacisnąć przycisk programowy **Reflection Cal.** Pojawi się menu Kalibracji Pomiaru Odbić.

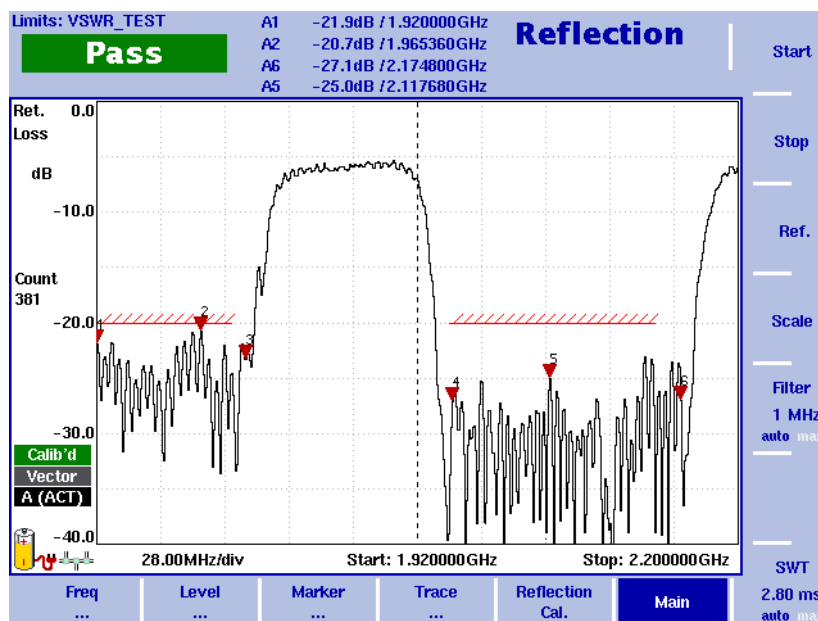


Rysunek 8 Menu Reflection Calibration (Kalibracji Pomiaru Odbić)

- 7 Za pomocą przycisku programowego **Scalar** lub **Vector** wybrać odpowiedni tryb pracy. Menu pomiaru skalarnego pozwala na pomiary poziomu sygnału odbitego. Pomiar wektorowy jest bardziej precyzyjny i dodatkowo mierzy fazę odbitego sygnału. Zwiększa on dokładność pomiaru jak również zakres pomiaru tłumienności odbicia.
9100 przeprowadzi przez proces kalibracji wskazując poszczególne czynności za pomocą komunikatów prezentowanych na wyświetlaczu, patrz [Rysunek 8](#). Po pojawieniu się zachęty podłączyć zestaw kalibracyjny do przewodu przedłużenia portu testowego i nacisnąć **Continue**. Kalibrację można przerwać naciskając przycisk programowy **Cancel**.
- 8 Po zakończeniu kalibracji ponownie pojawi się menu główne pomiaru odbić. Po lewej stronie wyświetlacza wyników w kolorze zielonym wyświetlona zostanie ikona kalibracji a w czerwonym „Calib'd” (Wykalibrowane). Po dołączeniu zestawu kalibracji wykres kalibracji pokaże pełne odbicie (0 dB tłumienia odbicia). Instrument jest gotowy do rozpoczęcia pomiaru odbić.
- 9 Następnym krokiem jest ustawienie jednostki jaka ma być użyta dla pomiaru odbić. Tryb pomiaru odbić obsługuje wszystkie najczęściej stosowane jednostki pomiarowe: tłumienność odbicia, VSWR, współczynnik odbicia oraz odbitą moc. W menu głównym pomiaru odbić wybrać opcję **Level > Units**. Po prawej stronie ekranu pojawi się menu jednostek.
- 10 Naciskając odpowiedni przycisk programowy, a następnie przycisk **ENTER** wybrać jedną z opcji Return Loss, VSWR, Refl. Factor lub Refl. Power. Wybrana jednostka zostanie wyświetlona po lewej stronie wyświetlacza wyników.
- 11 Po określeniu jednostki stosowanej do wyrażenia pomiaru odbicia można ustawić parametry poziomu. Zależnie od jednostki określonej za pomocą menu jednostek, wyświetlacz odzwierciedli zmiany w menu poziomym umożliwiając ustawienie parametrów poziomu dla poszczególnych jednostek. Dokładny opis procedury ustawiania parametrów poziomu opisano w instrukcji 9102 dostarczanej wraz z instrumentem pomiarowym.

Po określeniu parametrów pomiaru odbić można posłużyć się funkcjami śledzenia, markera oraz linii ograniczających 9102 do późniejszych analiz i dokumentacji wyników pomiaru. Dokładny opis procedury ustawiania parametrów poziomu opisano w instrukcji 9102 dostarczanej wraz z instrumentem pomiarowym.

Poniższy rysunek prezentuje wyświetlenie wyników pomiaru odbicia po wybraniu jako jednostki pomiarowej tłumienia odbić i ustawieniu markerów, a także linii ograniczających. Ze względu na uaktywnienie linii ograniczających, 9102 zapewnia prosty werdykt wartość zgodna/niezgodna, jak również prezentuje linie na ekranie. Jeżeli odbicia są wyższe niż ustalony poziom, jako wynik wyświetlony zostanie komunikat "Fail".



Rysunek 9 Ekran wyświetlania wyników pomiaru odbić

Wykonywanie pomiaru odległości do miejsca usterki

W celu wykonania pomiaru odległości do usterki należy posłużyć się poniżej opisaną procedurą:

- 1 Nacisnąć przycisk funkcyjny **MODE**. Pojawi się menu Mode.
- 2 W celu wybrania trybu pomiaru odległości do usterki wybrać **VSWR/Tracking... > Distance to Fault**. Pojawi się menu główne Distance to Fault (pomiaru odległości do usterki).

UWAGA

Tryb pomiaru odbicia dostępny jest w Przenośnym Analityzatorze Widma 9102 podłączonym do opcji Pomiaru Odbicia 9130 VSWR/DTF i jest to funkcja zależna od modelu.

Określenie jednostki

- 1 Pierwszym krokiem jest ustawienie jednostki pomiaru odbić. W menu głównym pomiaru odległości do usterki wybrać opcję **Level > Units**. Po prawej stronie ekranu pojawi się menu jednostek.

- 2 Naciskając odpowiedni przycisk programowy, a następnie przycisk **ENTER** wybrać jednostkę dB lub mRho. Wybrana jednostka zostanie wyświetlona po lewej stronie wyświetlacza wyników. "Ref." i "dB", w przypadku wybrania dB. "Refl. factor" i "mRho", w przypadku wybrania Rho.

Ustawienie długości kabla

- 1 Następnym krokiem jest określenie długości testowanego kabla. Najpierw należy określić jednostkę w jakiej długość ta będzie określona. Aby to wykonać w menu głównym pomiaru Odległości do usterki nacisnąć przycisk programowy **Distance Unit**.
- 2 Naciskając przycisk pomiarowy wybrać żadaną jednostkę miary metry; lub stopy i nacisnąć przycisk **ENTER**. Wybrana jednostka zostanie wyświetlona w polu długości kabla wyświetlacza wyników, jak również w polu wprowadzania długości kabla.
- 3 W menu głównym pomiaru Odległości do usterki nacisnąć przycisk programowy **Cable Length**. Wyświetlone zostanie pole wprowadzania długości kabla.
- 4 Wprowadzić długość kabla wraz z nią w wybranych jednostkach i nacisnąć przycisk **ENTER**.

Wprowadzanie ustawień określających kabel

- 1 Następnym krokiem jest określenie parametrów kabla. Najczęściej stosowane kable koncentryczne mają już przygotowane przez Willtek pliki z danymi, które dostarczane są z urządzeniem na płycie 9100 Data Exchange Software. Pliki te mogą zostać łatwo przeniesione do instrumentu pomiarowego i będą dostępne do wyboru w czasie pomiarów DTF. Informacje dotyczące predefiniowanych typów kabli podano w rozdziale 9100 Data Exchange Software w instrukcji użytkownika 9102. Jeżeli testowany kabel jest kablem, którego dane zawarte zostały w pliku parametrów predefiniowanych, to parametry te po przesłaniu plików parametrów mogą być użyte do wykonywania pomiarów DTF. W celu wybrania parametrów predefiniowanych zapisanych w pamięci instrumentu wybrać **Cable > Cable Memory**. Pojawi się menu Pamięci parametrów kabli.
- 2 Nacisnąć przycisk programowy **Recall Cable Type**. Na rozwiniętej liście pojawią się wszystkie typy kabli, których parametry zostały zarejestrowane.
- 3 Posługując się przyciskami **GÓRA/DÓŁ** wybrać właściwe parametry kabla i nacisnąć przycisk **ENTER**. Do pomiarów DTF automatycznie użyte zostaną ustawienia dla wybranego kabla.
- 4 Chcąc wykonać test rzadziej używanego kabla można określić jego parametry krok po kroku i zapisać je jako typ kabla zdefiniowanego przez użytkownika, po czym ustawienia wybierać bezpośrednio z pamięci. Wartości jakie mają być wprowadzone podane zostały w informacji producenta testowanego kabla. W celu Przenośnego określenia parametrów kabla w menu głównym pomiaru Odległości do usterki wybrać **Cable > Cable Setting**. Pojawi się menu Ustawień parametrów kabli.
- 5 Nacisnąć przycisk programowy **Cable Dielec.** określając dielektryk użyty w izolacji kabla, który ma wpływ na współczynnik prędkości oraz izolacyjność własną między przewodnikami w kablu. Wyświetlone zostanie pole wprowadzania dielektryka. Wprowadzić wartość właściwą dla kabla i nacisnąć przycisk **ENTER**. Lub nacisnąć przycisk programowy **Cable Velocity Factor** wprowadzając prędkość

propagacji fali w kablu. Wyświetlone zostanie pole współczynnika prędkości propagacji (Cable Velocity). Wprowadzić współczynnik prędkości określony dla testowanego kabla i nacisnąć przycisk **ENTER**.

- 6 W celu określenia częstotliwości odcięcia w kablu, co oznacza częstotliwość sygnału, do której kabel jest w stanie sygnał ten prawidłowo przesyłać, nacisnąć przycisk programowy **Cut Off Freq.** Wyświetlone zostanie pole wprowadzania częstotliwości odcięcia (Cut Off Frequency). Wprowadzić częstotliwość właściwą dla testowanego kabla i nacisnąć przycisk **ENTER**.
- 7 W celu wprowadzenia tłumienia kabla nacisnąć przycisk programowy **Cable Attn.** Zależnie od jednostki jaka użyta została do zdefiniowania długości kabla, wartości można wprowadzić w dBm na 100 m lub dBm na 100 stóp. Naciśnięcie przycisku programowego **Cable Attn.** umożliwi wyświetlenie pola wprowadzania tłumienia kabla wraz z wybranymi jednostkami. Wprowadzić tłumienie określone dla testowanego kabla i nacisnąć przycisk **ENTER**.

Ustawienie częstotliwości środkowej oraz rozpiętości

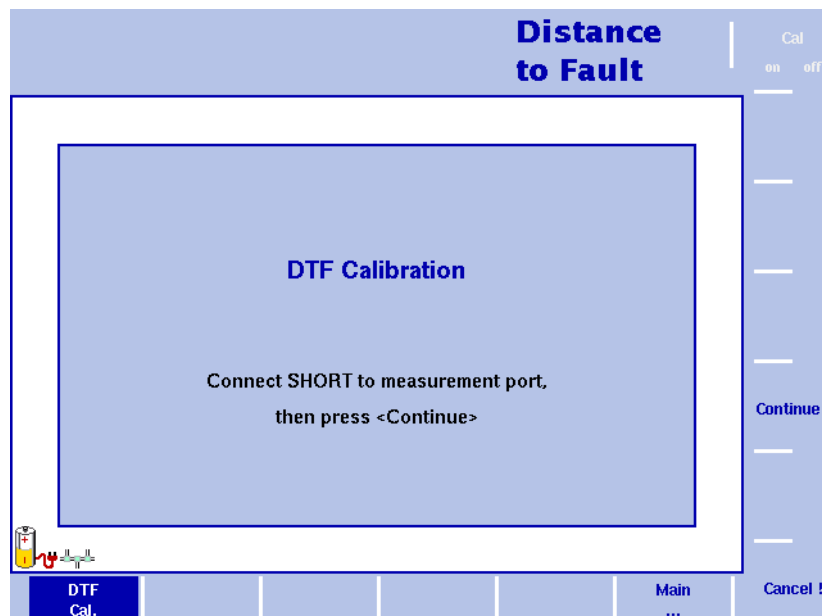
- 1 Następnym krokiem jest określenie częstotliwości środkowej i rozpiętości pasma pomiarowego. W menu głównym pomiaru Odległości do usterki nacisnąć przycisk funkcyjny **CENT** lub przycisk programowy **Center**. Pionowe przyciski programowe obejmują wprowadzenie częstotliwości środkowej (Center) oraz rozpiętości (Span). Naciśnięcie spowoduje pojawienie się pola wprowadzania wskazującego aktualnie ustawioną częstotliwość środkową oraz skok uzyskiwany za pomocą przycisków kursora góra/dół.
- 2 Za pomocą przycisków numerycznych, przycisku kursora i przycisku **COFNIJ** wprowadzić nową częstotliwość.
- 3 Wprowadzoną wartość należy zatwierdzić przyciskiem określającym jednostkę (**GHz/dBm** dla gigahertz, **MHz/dB/μs** dla megahertz, **KHz/dBμV/ms** dla kilohertz lub **ENTER** dla hertz).
- 4 Jednokrotnie nacisnąć przycisk programowy **Span**. Chcąc wprowadzić rozpiętość pasma pomiarowego ręcznie wprowadzić zakres częstotliwości dla lewej i prawej krawędzi wyświetlacza. Chcąc automatycznie ustawić rozpiętość pasma pomiarowego kilkakrotnie nacisnąć przycisk **Span** uzyskując opcję auto.

UWAGA

Jeżeli dla częstotliwości środkowej oraz częstotliwości odcięcia dla kabla wprowadzona zostanie ta sama wartość pomiar będzie nieprawidłowy, gdyż częstotliwość odcięcia jest maksymalną częstotliwością z jaką kabel może przesyłać sygnały. W tym przypadku pomiar nie będzie miał jakiegokolwiek sensu.

Kalibracja

- 1 Następnym krokiem jest wykonanie procesu kalibracji Odległości do usterki. Najpierw podłączyć przewód przedłużenia portu testowego do mostka VSWR/DTF 9160.
- 2 W menu głównym pomiaru Odległości do usterki nacisnąć przycisk programowy **DTF Cal**. Pojawi się menu kalibracji pomiaru odległości do usterki.



Rysunek 10 Menu DTF Calibration (kalibracyjny DTF)

- 3 9102 przeprowadzi przez proces kalibracji wskazując poszczególne czynności za pomocą komunikatów prezentowanych na wyświetlaczu, patrz [Rysunek 10](#). Po pojawieniu się zachęty podłączyć zestaw kalibracyjny do przewodu przedłużenia portu testowego i nacisnąć **Continue**. Kalibrację można przerwać naciskając przycisk programowy **Cancel**.
- 4 Po zakończeniu kalibracji ponownie pojawi się menu główne pomiaru odległości do usterki. Po lewej stronie wyświetlacza wyników w kolorze zielonym wyświetlona zostanie ikona kalibracji a w czerwonym „Calib'd” (Wykalibrowane).

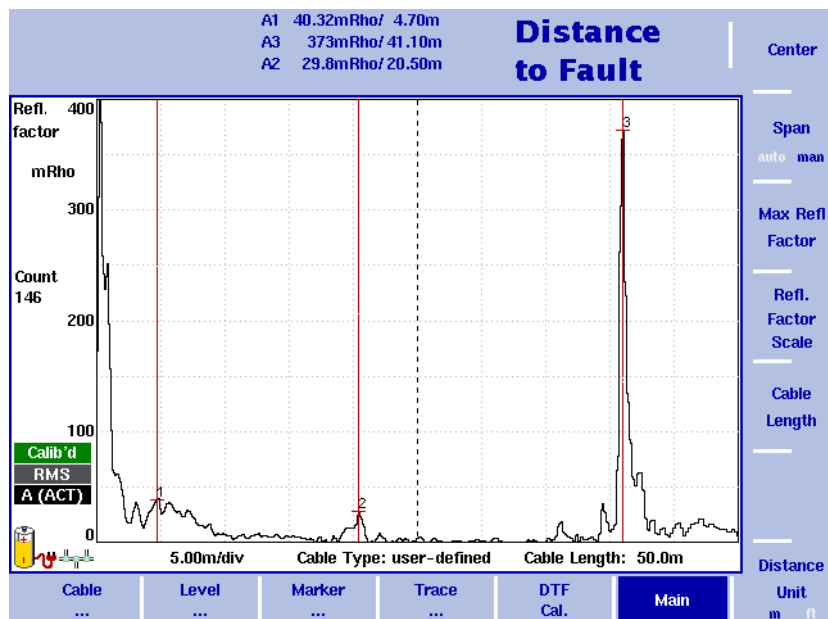
Określenie parametrów poziomu

Jako ostatni krok określania parametrów dla pomiaru DTF można ustawić parametry poziomu. Zależnie od jednostki określonej za pomocą menu jednostek, wyświetlacz odzwierciedli zmiany w menu poziomu umożliwiając ustawienie parametrów poziomu dla poszczególnych jednostek. Dokładny opis procedury ustawiania parametrów poziomu opisano w instrukcji 9102 dostarczanej wraz z instrumentem pomiarowym.

Wyniki pomiarów

Po określeniu parametrów pomiaru odbić można posłużyć się funkcjami śledzenia, markera oraz linii ograniczających 9102 do późniejszych analiz i dokumentacji wyników pomiaru. Dokładny opis procedury ustawiania parametrów poziomu opisano w instrukcji 9102 dostarczanej wraz z instrumentem pomiarowym.

Poniższy rysunek prezentuje wyniki pomiaru odległości do usterki dla kabla o niezdefiniowanym typie po wybraniu jednostki mRho oraz długości kabla w m. Znaczniki (w trybie pomiaru odległości do usterki przyjmują formę pionowej linii) zostały ustawione tak, aby oznaczyć wartość szczytową odbicia np. zmiany impedancji mierzone i przetwarzane na czynniki odbicia. Dzięki czemu można łatwo zidentyfikować usterki kabla.



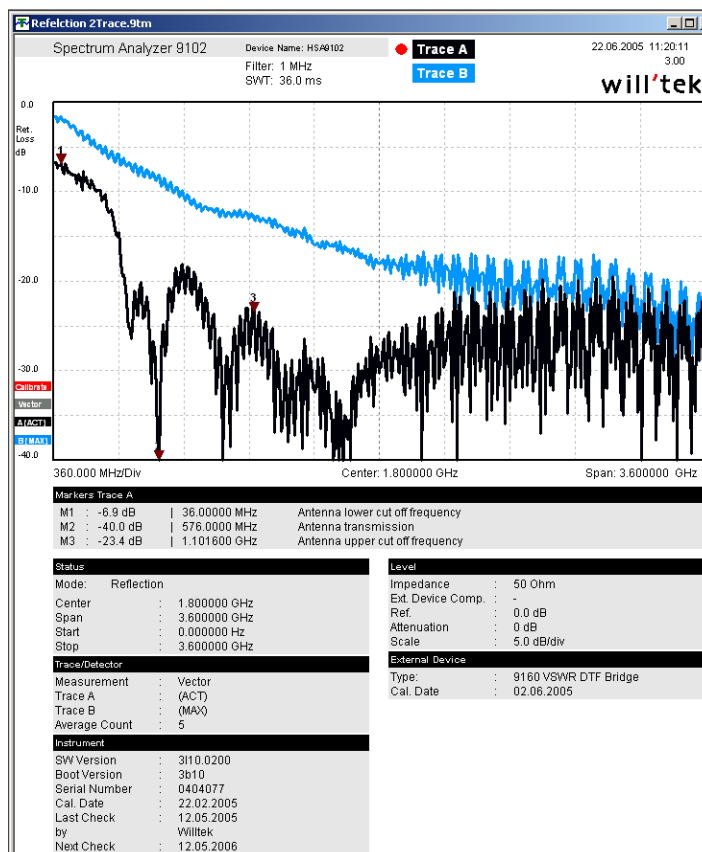
Rysunek 11 Wyniki wyświetlane w trybie pomiaru Odległości do usterki

Analiza i dokumentacja wyników pomiarów w biurze

Najczęściej wyniki pomiarów dokonanych w czasie instalacji systemu, konserwacji oraz testów akceptacyjnych dokumentuje się po powrocie, w biurze. Dokumentacja pomiarów tłumienia odbicia oraz DTF niezbędne są dla uzyskania akceptacji końcowej systemu antenowego. Wyniki pomiaru dokonanego za pomocą Przenośnego Analizatora Widma 9102 można przesłać za pomocą sieci lub interfejsu RS-232 przy użyciu oprogramowania 9100 Data Exchange Software pracującego na komputerze PC, które dołączone jest do instrumentu pomiarowego 9102. Wyniki wyświetlane są na PC, tak jak wyświetlane one były na wyświetlaczu instrumentu.

Oprogramowanie 9100 Data Exchange Software zapewnia specjalne metody dokumentowania wyników pomiarów. Poza sześcioma markerami, które można ustawić w 9102 na komputerze PC można również wprowadzić cztery dodatkowe markery, jak również wprowadzić przypisane do markerów komentarze. Oznacza to, że każdemu wykresowi można przypisać dziesięć markerów. Użycie dodatkowych czterech markerów wraz z polami komentarzy pozwala na oznaczenie i skomentowanie wartości które mieszczą się w granicach tolerancji, lecz są krytyczne. Wartości pomiarowe w pozycji markerów są oczywiście uwzględnione na wyświetlanym obrazie. Użycie funkcji linii ograniczających pozwala na szybkie zobrazowanie uzyskanych wyników. W celu udokumentowania warunków pomiaru, parametry pomiaru można również umieścić na wyświetlaczu.

Poniżej zamieszczone zostały przykładowe wyniki pomiaru odległości do usterki edytowane z użyciem Data Exchange Software. Na tym wykresie została wybrana krzywa A, jak również wprowadzone zostały markery wraz z komentarzami. Komentarze wraz z wartościami dla wskazywanych przez markery punktów zostały zamieszczone poniżej krzywej pomiarowej pod nagłówkiem Markers Trace A. Dokładniejsze omówienie oprogramowania 9100 Data Exchange Software zamieszczono w instrukcji użytkownika 9102.



Po dopracowaniu za pomocą oprogramowania 9100 Data Exchange Software wyników pomiaru zgodnie z wymaganiami można przenieść je do edytora tekstu i dołączyć do tekstu dokumentacji. Uzyskany obraz wyników można zapisać w jednym z dziesięciu formatów graficznych (np. TIF, JPEG etc.) lub skopiować je na pulpit. Następnie włączyć plik lub obraz do dokumentacji tekstowej. Pozwoli to dostarczyć klientowi wyczerpującą dokumentację jakości wykonania pracy podpierając ją połączeniem grafik i numerycznych wartości pomiarów (markery).

Pomiary pól elektromagnetycznych

Coraz więcej pojawia się pól elektromagnetycznych wynikających z działania przenośnych nadajników, stacji nadawczych, jak również z innych usług w paśmie radiowym. Urządzenia dla komunikacji domowej oraz biurowej, a także inne urządzenia techniczne również narażone są na działanie pól elektromagnetycznych w środowisku pracy, jak również w domu. Ze względów zdrowotnych organa ustawowe określają zalecenia dotyczące ograniczeń, które stają się prawem krajowym. Operatorzy sieci, firmy instalujące nadajniki transmisyjne oraz ciała regulacyjne stają przed wyzwaniem weryfikacji spełniania ograniczeń dla pól elektromagnetycznych.

Przenośny Analizator Widma Willtek 9102 w połączeniu z opcjonalnym miernikiem pól elektromagnetycznych 9131 EMF oraz odpowiednimi akcesoriami, takimi jak anteny, zapewniają podręczne i wygodne rozwiązanie do zastosowania w tym zakresie.



W poniższym rozdziale zamieszczono wprowadzenie do koncepcji weryfikacji pól elektromagnetycznych oraz zaprezentowano jak wykonywać pomiary pól za pomocą 9102 z opcjonalnym miernikiem pól elektromagnetycznych 9131 EMF.

Wprowadzenie do pomiarów pól elektromagnetycznych

Pola elektromagnetyczne są zwykle mierzone dla danego zakresu częstotliwości w celu określenia mocy promieniowania emitowanego przez dane źródła, takie jak stacje nadawcze lub stacje bazowe telefonii komórkowej. Dlatego też pomiary powinny być wykonane w zakresie częstotliwości, w których oczekuje się tego promieniowania np. częstotliwości nadawania, czy też pracy aparatów komórkowych. W celu uzyskania precyzyjnego pomiaru niezbędny jest odbiornik z możliwością dostrojenia do częstotliwości o dużej dynamice oraz precyzji pomiarów mocy pól. Są to warunki wstępne uzyskania dokładnych i powtarzalnych wyników pomiaru.

Podstawowo występują dwa różne podejścia do weryfikacji pól elektromagnetycznych.

- Emisja promieniowania oraz
- immisja promieniowania

Urządzenia oraz zastosowane metody zależą od typu pomiaru. Dzięki Ręcznemu Analizatorowi Widma 9102 w połączeniu z opcjonalnym miernikiem pól elektromagnetycznych 9131 EMF oraz odpowiednimi akcesoriami takimi jak anteny, Willtek zapewnia metodę pomiarową obejmującą różne podejścia i wymagania.

W poniższych dwóch rozdziałach wyjaśniona została koncepcja emisji i immisji. Dodatkowo rozdziały te zapewniają omówienie sprzętu niezbędnego do wykonywania pomiarów pól magnetycznych zależnie od podejścia do pomiaru.

Emisja promieniowania Posługując się tym typem pomiarów operatorzy sieci komórkowych oraz stacji nadawczych weryfikują, czy promieniowanie danego nadajnika mieści się w ograniczeniach określonych przez prawo oraz instytucje regulujące. W wielu krajach na świecie instytucje regulujące zastrzegają sobie prawo do kontroli przestrzegania. Pomiary emisji są pomiarami kierunkowymi, określającymi pole elektromagnetyczne emitowane przez transponder. Antena kierunkowa pomaga pomierzyć emitowane promieniowanie w ustalonym zakresie pomiarów.

Ustawienie zakresu dla pomiaru emisji

W celu wykonania pomiarów emisji zgodnie z normą ICNIRP (Międzynarodowej Komisji Ochrony przed Promieniowaniem Niejonizującym), 9102 wymaga uzupełnienia o dwa następujące elementy:

- 9102 Przenośny Analizator Widma wyposażony w 9131 Opcjonalny miernik promieniowania elektromagnetycznego oraz 9132 opcjonalny miernik wartości skutecznej
- Antenę kierunkową

W celu wykonywania pomiarów promieniowania emisji Willtek oferuje dwie różne anteny kierunkowe. Dokładny opis tych dwóch anten podano w ["Antena kierunkowa" na stronie 61](#).

Zestaw pomiarowy składa się z 9102 oraz anteny kierunkowej stanowiącej Przenośny zestaw do wygodnego wykonywania pomiarów promieniowania emisji.

Promieniowanie immisji Dla pracowników obsługi oraz jednostek nadzoru, szczególne znaczenie ma określenie promieniowania właściwego dla danego miejsca. W trakcie pomiaru immisji poziom pola elektromagnetycznego mierzony jest w różnych miejscach danego obszaru co pozwala na identyfikację minimalnego i maksymalnego promieniowania. Typowym zastosowaniem dla tego typu pomiarów jest przykładowo:

- Pomiary definiujące strefy bezpieczeństwa w obszarze bliskim nadajnikowi.
- Pomiary określające poziom promieniowania w określonych miejscach, szczególnie wrażliwych obiektach np. szkoły, przedszkola, szpitale położone w pobliżu nadajnika.
- Pomiary długoterminowe określające zmienność immisji.

Ustawienie pomiaru dla pomiaru immisji

W celu wykonania pomiaru immisji za pomocą 9102 niezbędne są dwa elementy:

- 9102 Przenośny Analizator Widma wyposażony w 9131 Opcjonalny miernik promieniowania elektromagnetycznego oraz 9132 opcjonalny miernik wartości skutecznej
- 9170 Antena dwustożkowa (dokładny opis ["Antena dwustożkowa 9170" na stronie 58](#))
lub
- 9171 Antena równokierunkowa (dokładny opis ["Antena równokierunkowa 9171" na stronie 59](#))

Typ użytej anteny zależy od wymagań pomiaru. Szczegółowy opis dwóch typów anten zamieszczono w „Anteny pomiarowe” na stronie 57, gdzie znajdują się użyteczne informacje dotyczące wyboru odpowiedniej anteny pomiarowej dla wykonania pomiaru EMF.

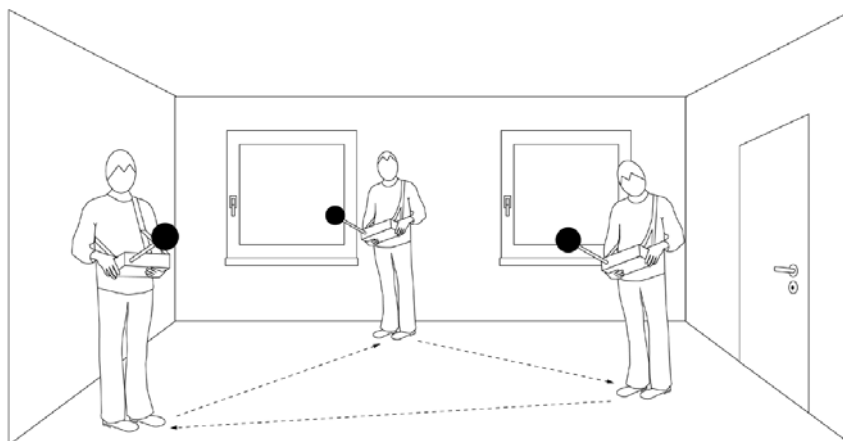
W tym ustawieniu pomiarowym 9102 przechwytyje fale elektromagnetyczne ze wszystkich kierunków i określa ogólne natężenie pola w danym paśmie częstotliwości.

Metody pomiarowe

Lokalizacja wykonywania pomiarów pola elektromagnetycznego jest zwykle zdefiniowana. Głównym celem wykonania pomiarów elektromagnetycznych jest określenie na jakie promieniowanie narażeni są ludzie w codziennym życiu. Dlatego też pomiary te zwykle wykonywane są w miejscach okresowego przebywania ludzi np. w ich miejscu pracy, domu, lecz również w restauracjach lub w miejscach spacerowych itd. W lokalizacjach pomiarowych wykonywane są pomiary maksymalnego natężenia pola, co pozwala na określenie promieniowania wywołwanego na przykład przez stacje bazowe sieci komórkowej. W przypadku długoterminowych pomiarów promieniowania elektromagnetycznego najpierw określa się maksymalne natężenie pola, a następnie umieszcza się antenę w miejscu maksymalnej ekspozycji. Występują dwie podstawowe metody określania maksymalnego natężenia pola w określonym obszarze pomiarów:

- Metoda mieszania lub
- Metoda wielopunktowa

Stosując każdą z tych dwóch metod użytkownik przemieszcza antenę w obszarze pomiarów, tak jak to pokazano na poniższym rysunku wyjaśniającym, następnie określa maksymalne natężenie pola stosując ustawienia pomiarowe posługując się w tym celu anteną dwustożkową.



Metoda mieszania

Stosując metodę mieszania użytkownik ustawia instrument pomiarowy w miejscu uzyskania maksymalnego wskazania i przemieszcza antenę w ramach określonego obszaru pomiaru. Zależnie od użytej anteny użytkownik musi być bardzo dokładny w pokrywaniu danego obszaru pomiarowego w celu równomiernego wychwycenia różnych lokalizacji, kierunków padania oraz polaryzacji. Stosując anteny równokierunkowe kierunki padania oraz polaryzacja mogą być pominięte, gdyż anteny te stanowią bardziej wygodne rozwiązania przy stosowaniu metod mieszania. Dokładniejsze infor-

macje dotyczące charakterystyk różnych anten zamieszczono w rozdziale [“Anteny pomiarowe” na stronie 57](#). Po pokryciu całego obszaru pomiarowego, pomiar ten zapewni wskazanie określenia maksymalnego natężenia pola.

Metoda wielopunktowa

W metodzie przybliżeń wielopunktowych stosowana jest maczyca wielopunktowa pozwalająca użytkownikowi określić dane punkty pomiarowe. W tym celu najpierw określa się wymiary obszaru pomiarowego oraz ustala się punkty pomiarowe. W każdym punkcie pomiarowym wykonuje się pomiar. Ponieważ w każdym punkcie wykonuje się trzy pomiary (po jednym w każdym kierunku x, y, z), do wykonania pomiarów metodą wielopunktową zaleca się zastosowanie anteny równokierunkowej. Dokładniejsze informacje dotyczące charakterystyk różnych anten zamieszczono w rozdziale [“Anteny pomiarowe” na stronie 57](#). Użytkownik wykonuje pomiar w każdym z punktów pomiarowych i dokumentuje poszczególne wyniki pomiarów.

Inną możliwością jest zastosowanie uproszczonego przybliżenia metody wielopunktowej. Tak jak przy metodzie mieszania, użytkownik umieszcza instrument pomiarowy w miejscu maksymalnego wskazania i przemieszcza się trzymając antenę dwustożkową we wszystkie wstępnie definiowane punkty pomiarowe.

W porównaniu z metodą mieszania, metoda wielopunktowa zarówno w swojej czystej jak i uproszczonej formie ma zalety zapewniając użytkownikowi wytyczne, jak również tworząc bardziej strukturalne przybliżenia.

Anteny pomiarowe

Antena stanowi najważniejszy czynnik pomiarów pól elektromagnetycznych. Dostępne są różne typy anten, stosowanych do pomiaru natężenia pola zależnie od wymagań pomiarowych. Willtek zapewnia różne anteny przeznaczone do uzyskania różnych wymagań pomiarów:

- Antena dwustożkowa 9170 pracująca w paśmie częstotliwości 60 do 2500 MHz, stosowana do pomiarów immisji.
- Antena równokierunkowa 9171 pracująca w paśmie częstotliwości 50 do 3000 MHz, stosowana do pomiarów immisji.
- Anteny kierunkowe 9172 i 9173 obydwie anteny pracujące odpowiednio w paśmie 80 do 1000 MHz oraz 100 do 3000 MHz stosowane do pomiarów emisji.

Szczegółowe informacje dotyczące anten i akcesoria do anten zamieszczono w instrukcji 9102 dostarczanej wraz z instrumentem pomiarowym.

W trakcie pomiarów antena przetwarza swobodną falę progresywną na falę liniową. Podczas kalibracji anteny niezbędna jest tabela korekcji określająca współczynnik k. Współczynniki te są współczynnikami proporcjonalności, które korygują pasmo przeniesienia anteny i pomagają przetworzyć pomierzoną moc lub napięcie na natężenie pola oraz gęstość mocy. Posługując się tabelą współczynnika k poziom pomiarowy przetwarzany jest na odpowiednie wartości, natężenie pola mierzone jest w V/m, a gęstość mocy w W/m².

Wraz z antenami pomiarowymi Willtek dostarcza odpowiednie tabele ze współczynnikami korygującymi. Posługując się oprogramowaniem 9100 Data Exchange Software można przenieść dostarczane wraz z instrumentem tabele współczynników k. W przypadku anteny równokierunkowej 9171 krok ten jest zbędny, gdyż współczynniki te zapisane są w pamięci wewnątrz interfejsu anteny. Można również posłużyć się

oprogramowaniem 9100 Data Exchange Software do zbierania danych korekcyjnych z anten innych producentów i przeniesienia ich do 9102. Dokładniejsze informacje dotyczące posługiwania się oprogramowaniem 9100 Data Exchange Software, zamieszczono w instrukcji użytkownika 9102 dostarczanej na płycie CD wraz z instrumentem. Po przeniesieniu tabel korekcji do instrumentu są one dostępne dla pomiarów pól elektromagnetycznych.

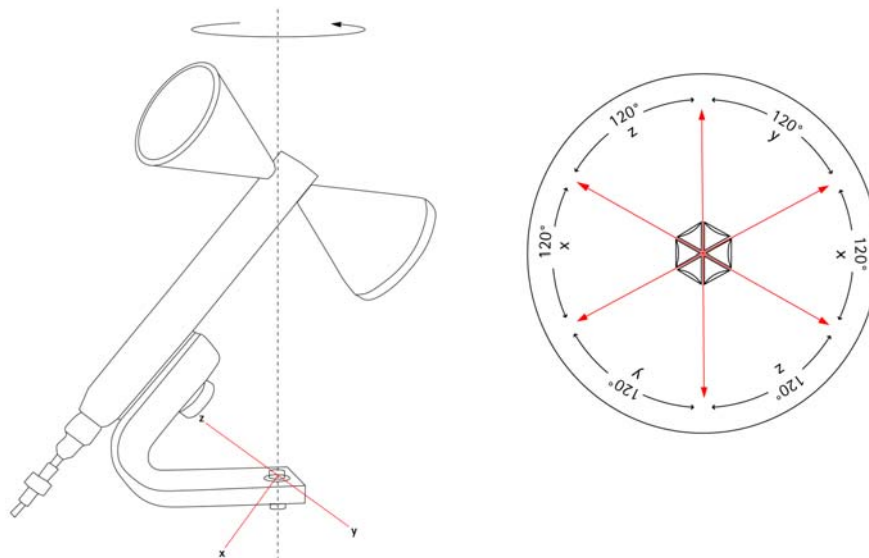
Willtek oferuje również akcesoria antenowe takie jak statyw antenowy, czy też kalibrowane kable. Pozwala to 9102 oraz stosowanym z nim akcesoriom na dostosowanie się do dowolnej sytuacji w terenie. W przypadku stosowania dla pomiarów stojaka i kabla, tłumienie kabla uwzględnione jest poprzez zastosowanie odpowiedniego współczynnika.

Poniżej zamieszczono ogólny opis techniczny dla różnych typów anten pomiarowych oraz informacje dotyczące określonych celów pomiarowych, jak również szczegółów technicznych. Szczegółowy opis poszczególnych kroków jakie należy wykonać w czasie pomiaru EMF przy różnych typach anten opisano w ["Wykonywanie automatycznych pomiarów siły elektromotorycznej" na stronie 62](#) oraz ["Wykonywanie pomiarów siły elektromotorycznej z ustawieniami Przenośnymi" na stronie 66](#).

Antena dwustożkowa 9170



Anteny dwustożkowe charakteryzują się strukturą zbliżoną do dipolu. Dwa listki odbiorcze charakteryzują się wysoką symetrycznością i zapewniają antenie dwustożkowej dwa główne kierunki odbioru o kącie rozwarcia 120° każdy. Ręcznie obracając w czasie pomiaru antenę dwustożkową w trzech osiach głównych (x, y, z) ten sam element anteny użyty jest do pomiarów w każdym z kierunków. Zapewnia to niezrównaną izotopię powodując, że anteny dwustożkowe stanowią bardzo precyzyjne narzędzie pomiarowe. Zainstalowanie anteny na zespole obrotowym pozwala łatwo obracać antenę w dowolnym kierunku wskazanym na urządzeniu i wykonywanie pomiarów w każdej płaszczyźnie. Pozwala to na uzyskanie pokrycia zbliżonego do kuli, porównywalnego do uzyskiwanego za pomocą anteny równo-kierunkowej zgodnego z poniższym schematem.



9102 obsługuje pomiary sukcesywne w trzech osiach oraz automatycznie wylicza uzyskiwane natężenie pola.

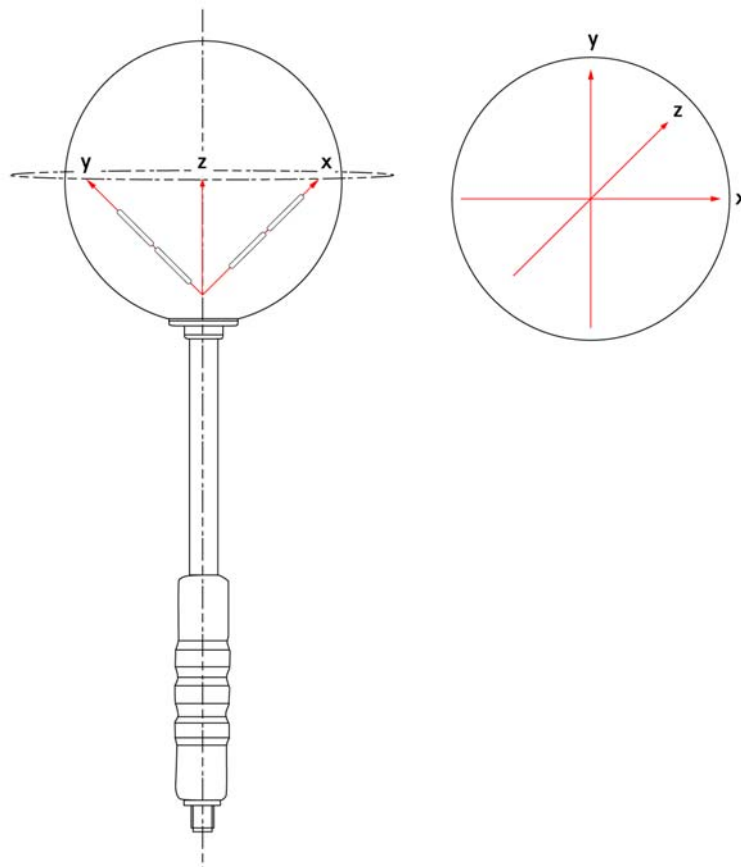
Willtek zapewnia anteny dwustożkowe 9170 do pomiarów emisji pola elektromagnetycznego z użyciem opcjonalnych elementów pomiarowych pola elektromagnetycznego 9102 oraz 9131.

Informacje dotyczące zamawiania oraz parametry techniczne anteny dwustożkowej 9170 podano w instrukcji użytkownika 9102.

Antena równokierunkowa 9171



Najszybciej i najwygodniej pomiary emisji pola elektromagnetycznego uzyskuje się za pomocą anteny równokierunkowej. Antena równokierunkowa składa się z trzech anten lub elementów dipolowych ustawionych odpowiednio w kierunkach trzech osi głównych (x, y, z), tak jak to prezentuje poniższy rysunek.

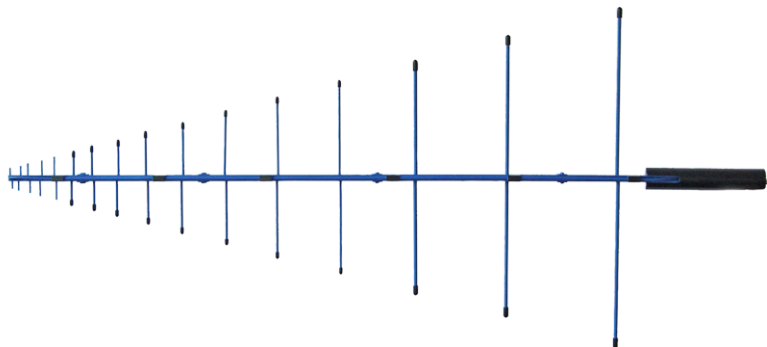


Willtek zapewnia anteny równokierunkowe 9171 do pomiaru pól elektromagnetycznych za pomocą 9102 wyposażonego w opcjonalny zespół do pomiaru pól elektromagnetycznych 9131. Antena równokierunkowa 9171 sterowana jest przez Przenośny Analizator Widma 9102 a obracanie anteną w czasie pomiaru jest zbędne. Antena umożliwia wykonanie pomiarów automatycznie szybko. Zdalne sterowanie realizowane jest poprzez obwody zintegrowane zainstalowane w antenie. Obwód ten podłączony jest do Portu Multi 9102 poprzez dodatkowy kabel ekranowany ze złączem o wysokiej precyzji. Dzięki temu połączeniu 9102 dodatkowo automatycznie odczytuje dane kalibracyjne, np. współczynnik korekcji k , zapisane w pamięci EPROM. Zaraz po podłączeniu kabla do Portu Multi 9102, instrument automatycznie wykryje antenę i pobierze zestaw z anteny wartości kalibracyjnych.

Przy rozpoczęciu pomiarów instrument automatycznie kontroluje kierunek odbierania anteny, wykonuje pomiary we wszystkich kierunkach i oblicza wartości całkowite z trzech indywidualnie uzyskanych wartości pomiarowych.

Informacje dotyczące zamawiania oraz parametry techniczne anteny równokierunkowej 9171 podano w instrukcji użytkownika 9102.

Antena kierunkowa



Anteny kierunkowe są logarytmiczno-okresowymi antenami szerokopasmowymi obejmującymi szerokie spektrum zastosowań. Typowo stosowane są one do pomiaru emisji z określonej anteny.

Willtek oferuje dwie różne anteny kierunkowe o długości 1 m, każda pracująca w różnym zakresie częstotliwości.

- Antena kierunkowa 9172 - 80 do 100 MHz
- Antena kierunkowa 9173 - 100 do 3000 MHz

Dzięki małemu kątowi wiązki oraz ich wspaniałemu pasmu przenoszenia te dwie anteny kierunkowe mogą być również użyte do wstępnej kwalifikacji pola elektromagnetycznego oraz do wyszukiwania zakłóceń. Te dwa typy anten oraz zakres ich pracy pozwalają na objęcie całego zakresu komercyjnych usług radiowych.

Informacje dotyczące zamawiania oraz parametry techniczne anten kierunkowych 9172 i 9173 podano w instrukcji użytkownika 9102.

Pomiary pola elektromagnetycznego wykonywane za pomocą 9102

9102 w połączeniu z opcjonalnym miernikiem pola elektromagnetycznego 9131 umożliwia na pomiar zakłóceń elektromagnetycznych (EMI) pozwalając na łatwe i efektywne wykonanie pomiaru promieniowania. Wszystko co jest potrzebne do zarejestrowania pola elektromagnetycznego to 9102 z zainstalowanym opcjonalnym 9131 oraz antena odpowiednia do przyjętej metody pomiarowej.

Tryb pomiaru zakłóceń elektromagnetycznych umożliwia automatyczne wykonanie pomiarów pola uaktywniane naciśnięciem jednego przycisku. W tym trybie 9102 mierzy pole elektromagnetyczne w zdefiniowanym przez użytkownika paśmie częstotliwości i wyświetla wartość natężenia pola wyrażoną w V/m lub też gęstość mocy w W/m². Dostępne są wszystkie niezbędne funkcje np. wykrywanie wartości szczytowej w zadanym okresie czasu lub integracja mocy sygnału szerokopasmowego w danym zakresie częstotliwości. Można porównać zarejestrowane wartości pomiaru z odpowiednimi wartościami progowymi.

Wynik może być wyświetlony na skali logarytmicznej lub liniowej, a zakres wyświetlania można łatwo i szybko dostosować do mierzonego sygnału. Mierzone sygnały mogą być wyświetlane zarówno w formie graficznej jak i numerycznej w skali logarytmicznej albo liniowej.

W trybie pomiaru zakłóceń elektromagnetycznych (EMI), 9102 mierzy natężenie pola elektrycznego (E), jak również gęstość mocy (S) umożliwiając porównanie pomierzonej siły elektromotorycznej z ograniczeniami określonymi w przepisach oraz podanymi przez odpowiedzialne organa nadzorcze. Można określić, który z wyników powinien zostać wyświetlony.

Jednostką wyświetlania natężenia pola jest V/m.

Natężenie pola elektrycznego wyliczane jest jako pierwiastek kwadratowy z $S \times R_0$ przy R_0 będącą rezystancją fali w powietrzu 377 Ω .

9102 wyświetla całkowite natężenie pola poprzez zsumowanie wartości pomierzonej w kierunkach trzech osi x, y, z.

E_{result} obliczane jest jako pierwiastek kwadratowy z $E_{x\text{result}}^2 + E_{y\text{result}}^2 + E_{z\text{result}}^2$.

Jednostką wyświetlania dla gęstości mocy jest W/m². Obliczana jest ona jako $S = E_r^2 \div R_0$. R_0 ponownie jest rezystancją fali powietrza 377 Ω .

Poniższy rozdział wyjaśni jak przeprowadzić pomiar siły elektromotorycznej za pomocą 9102. Jako najbardziej typowe przykłady w tym zakresie pomiaru immisji skoncentrujemy się na dwóch różnych przykładach pomiaru: pomiar automatyczny z wykorzystaniem anteny równokierunkowej 9171 oraz pomiar Przenośny z wykorzystaniem anteny dwustożkowej 9170.

Krokami przygotowawczymi, które powinny być wykonane przed rozpoczęciem aktualnego pomiaru np. wybrania trybu pomiaru siły elektromotorycznej (EMI), ustawienie trybu pomiarowego, ustawienie pasma częstotliwości, wybór jednostki pomiarowej oraz określenie wyniku pomiaru, jaki ma być wyświetlany (gęstość mocy lub natężenie pola) są identyczne w obu pomiarach z wyjątkiem podłączenia anten do 9102. Krok ten w tej procedurze zależy od użytej anteny.

UWAGA

Ze względu na fizyczną naturę pomiaru siły elektromotorycznej pod uwagę należy wziąć następujące elementy.

Wykonując pomiar sygnału szerokopasmowego natężenie pola elektrycznego oraz gęstość mocy mogą wykazywać odchylenia. W takim przypadku pomiar wykonywany jest poprzez kanałowy pomiar mocy. Dodatkowo, bardzo duża lub bardzo mała relacja pomiędzy rozpiętością i RBW może prowadzić do błędnych pomiarów lub niewłaściwych wyników pomiaru.

Wykonywanie automatycznych pomiarów siły elektromotorycznej

Przy antenie równokierunkowej pomiar można przeprowadzić w trybie automatycznym. Warunkiem wstępnym przeprowadzenia pomiaru automatycznego jest to, aby kabel kontrolera anteny równokierunkowej 9171 podłączony był do Portu Multi 9102. Poprzez to podłączenie 9102 odczytuje z anteny odpowiednie dane korekcji i kontroluje pomiar. Jednak jeżeli stosowany jest statyw w połączeniu z kablem przedłużającym, to pod uwagę brane jest również tłumienie kabla, które korygowane jest za pomocą wartości korygującej. Dodatkowe informacje dotyczące ustawienia pomiaru, tłumienia kabla oraz uaktywnienia danych korekcji kabla podano w instrukcji obsługi 9102.

W menu pomiarów można wybrać dwie opcje pozwalające wykonać pomiary automatyczne: Auto i Quick. W poniższym przykładzie zastosowania skoncentrujemy się na trybie Auto. Dokładniejsze omówienie trybu skróconego (Quick mode), będącego specjalnym trybem Auto zamieszczono w instrukcji użytkownika 9102.

Pomiary automatyczne zapewniają komfort tego, że 9102 kontroluje proces pomiaru we wszystkich 3 płaszczyznach pomiarowych. Po uruchomieniu pomiaru automatycznego 9102 automatycznie wykona wszystkie pomiary i przeliczenia, a następnie wyświetli wyniki ogólne uzyskane na podstawie wyników określonych dla osi x, y, z. Jednak można określić czas pomiaru.

Podłączenie anteny równokierunkowej

Pierwszym krokiem przygotowawczym jest ustalenie połączenia pomiędzy 9102 a anteną równokierunkową 9171. Aby to uzyskać wystarczy podłączyć antenę bezpośrednio do złącza RF IN 9102 i podłączyć przewód kontrolera do portu Multi 9102. Po podłączeniu anteny do obu złączy, 9102 automatycznie wykryje antenę i pobierze dane dotyczące korekt.

UWAGA

Po podłączeniu kontrolera anteny do instrumentu pracującego w trybie pomiaru siły elektromotorycznej (Zakłóceń elektromagnetycznych), wykrycie anteny i pobranie danych zajmuje 9102 około 10 sekund. Aby uniknąć zakłóceń procesu, w tym czasie nie należy naciskać na urządzeniu żadnych przycisków.

Wybór trybu pomiaru siły elektromotorycznej (Zakłóceń elektromagnetycznych)

W celu wybrania trybu pomiaru siły elektromotorycznej (zakłóceń elektromagnetycznych) należy wykonać następujące czynności:

- 1 Nacisnąć przycisk funkcyjny **MODE**.
Pojawi się menu Mode.
- 2 Wybrać **EMF (EMI)**.
Pojawi się menu EMF (EMI).

UWAGA

Tryb EMF (EMI) dostępny jest na 9102 w połączeniu z opcjonalnym zespołem pomiarowym 9130 i dotyczy tylko tego układu.

Określenie jednostki

Po wybraniu trybu pomiarowego EMF (EMI), następnym krokiem jest ustalenie jednostki.

- 1 W menu głównym wybrać opcję **Level > Units**.
- 2 Można stosować zarówno skalę logarytmiczną jak i liniową. W celu przełączenia między skalą logarytmiczną a liniową należy nacisnąć przycisk programowy **Unit** umieszczony w dolnym, prawym narożniku wyświetlacza i wybrać log lub lin.
- 3 Za pomocą przycisku programowego Unit w górnym, prawym rogu wyświetlacza można wybrać następujące jednostki:
Skala logarytmiczna: dBm/m², dBμV/m i dBV/m
Skala liniowa: V/m, mW/m²

Ustawienie pasma częstotliwości

W następnym kroku ustawiane jest pasmo częstotliwości dla pomiarów siły elektromotorycznej. W menu głównym EMF (EMI) nacisnąć przycisk programowy **Freq** wybierając żądane pasmo częstotliwości. Pojawi się menu Częstotliwości dla EMF (EMI).

Jest kilka metod ustawiania zakresu mierzonych częstotliwości, zakres ten może być wyrażony zarówno poprzez określenie częstotliwości początkowej i końcowej (np. pierwszej i ostatniej częstotliwości na wyświetlaczu) lub poprzez określenie częstotliwości środkowej oraz rozpiętości, albo innej kombinacji częstotliwości środkowej, rozpiętości i częstotliwości początkowej oraz końcowej. W menu częstotliwości 9102 dostępne są cztery parametry. Dokładniejsze omówienie trybów pomiarowych zamieszczono w instrukcji użytkownika 9102.

Określenie obliczeń wyświetlanych na ekranie

Po ustawieniu pasma częstotliwości należy określić, które z wyników pomiarów powinny być wyświetlane na 9102: natężenie pola (E) w V/m lub gęstość mocy (S) w W/m². Wyświetlane informacje można przełączać.

UWAGA

Krok ten jest przygotowawczym i należy go wykonać przed podjęciem automatycznego, jak również sterowanego ręcznie wykonywania aktualnych pomiarów.

W celu przełączenia wyświetlacza pomiędzy wyświetlaniem natężenie pola i gęstości mocy należy wykonać następujące czynności:



- 1 W menu głównym EMF (EMI) wybrać **Measure > Display Calculation**.
- 2 Naciskając przycisk programowy **Display** doprowadzić do wyświetlenia podświetlenia odpowiedniej opcji, E dla natężenia pola i S dla gęstości mocy. W górnym, lewym rogu wyświetlacza w trakcie pomiaru w zadanym trybie pojawia się odpowiednia wartość: natężenie pola elektrycznego w V/m lub gęstość mocy w W/m².

Ustawienie poziomu odniesienia

Następnym krokiem jest ustawienie poziomu odniesienia dla wyświetlania pomiaru. Poziom odniesienia podstawowo określa odwzorowany w górze wyświetlacza. Oś pionowa podzielona jest ośmioma liniami poziomymi; skala może być ustawiona (standardowo każda linia odpowiada 10 dB).

W celu ustawienia poziomu odniesienia należy wykonać następujące czynności:

- 1 W menu głównym nacisnąć przycisk programowy **Ref. Level**. Można również wybrać **Level**, a następnie **Ref. Level**. Alternatywnie, nacisnąć przycisk funkcyjny **REF**. Pojawi się okno wprowadzania poziomu odniesienia.

UWAGA

Zależnie od użytej jednostki oraz określonych obliczeń przycisk programowy Ref Level zmienia się na Ref. Power lub Ref. Voltage. Dodatkowo, nazwa pola wprowadzania oraz wskazania po lewej stronie ekranu odpowiednio się zmieniają.

- 2 Posługując się klawiaturą numeryczną wprowadzić nową moc odniesienia lub napięcie wybierając pole wprowadzania odpowiednim przyciskiem wprowadzania lub też przyciskami oznaczonymi strzałkami **GÓRA/FÓŁ**.
U góry osi pionowej pojawi się nowy poziom odniesienia. Wartość odniesienia określa się na podstawie aktualnego ustawienia mocy wyjściowej.

Dokładniejsze omówienie ustawienia poziomów odniesienia podano w instrukcji użytkownika 9102.

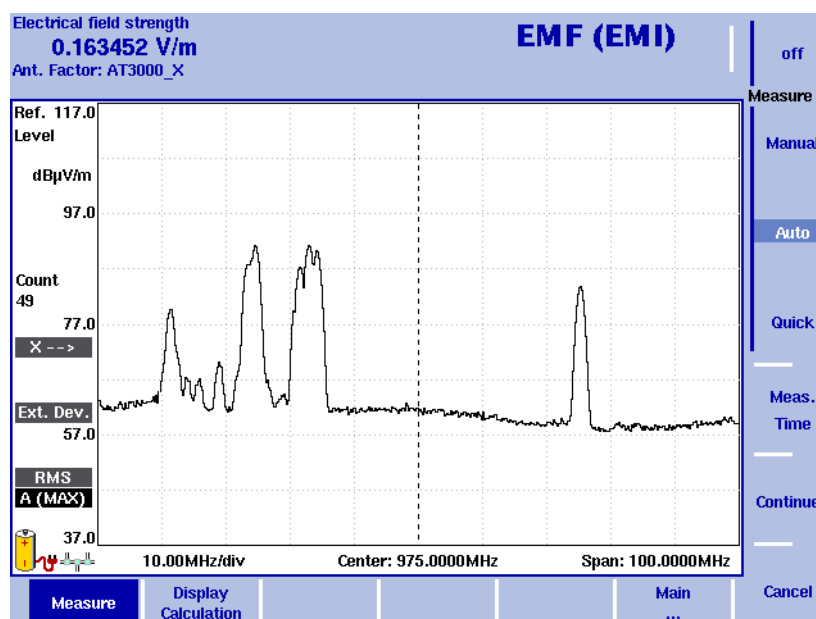
Uaktywnienie ustawień współczynnika anteny

Po wykryciu anteny, 9102 pobiera odpowiednie dane przełączając się do menu poziomu i podświetlając przycisk programowy **Antenna Factor**. W celu uaktywnienia współczynnika anteny, naciskać przycisk programowy **Antenna Factor** do momentu podświetlenia wskazania **on**.

Rozpoczęcie pomiarów w trybie Auto


Teraz można rozpocząć aktualny automatyczny pomiar EMF. W celu ustawienia należy postępować w następujący sposób.

- 1 W menu głównym EMF (EMI) wybrać **Measure**. Pojawi się menu pomiaru EMF (EMI).



Rysunek 12 Metody pomiarowe

- 2 W menu pomiarowym wybrać **Meas. Time**. Wyświetlone zostanie pole wprowadzania czasu pomiaru.
- 3 Wprowadzić przedział czasu stosowany do pomiaru każdego z przedziałów. Standardowo przedział ten wynosi 360 sekund, maksymalną wartością jest 600 sekund. Nacisnąć przycisk **ENTER** dla ustawienia czasu pomiaru.
- 4 Nacisnąć przycisk pomiarowy **Auto** i nacisnąć przycisk **Continue !** rozpoczynając automatyczny pomiar.

- 5 Po prawej stronie wyświetlacza wyświetlony zostanie czerwony wskaźnik pomiarowy informujący o trwającym pomiarze: **Measure**.
Powyżej tego wskaźnika prezentowana jest oś pomiaru (pierwszym jest x):
.
Pomiar można przerwać naciskając przycisk programowy **Cancel** !.
- 6 Po zakończeniu pomiarów dla osi pomiarowej x znikają wskazania pomiarowe i 9102 automatycznie przełącza się na pomiar w osi y, a następnie w osi z.
- 7 Po zakończeniu pomiarów, wyniki pomiarów wyświetlane są również automatycznie w formie graficznej, mogą być zatrzymane jak również na ich podstawie może być wyliczone natężenie pola oraz gęstość mocy, zależnie od wyboru dokonanego za pomocą **Measure > Display Calculation** (patrz ["Określenie obliczeń wyświetlanych na ekranie" na stronie 64](#)). Teraz można zapisać wyniki w pamięci instrumentu pomiarowego.

Wykonywanie pomiarów siły
elektromotorycznej z ustawieniami
Przenośnymi

Tryb Przenośnego wykonywania pomiarów zapewnia wygodny sposób wykonywania pomiarów EMF z użyciem anteny dwustożkowej. Dla tego typu pomiarów EMF antena dwustożkowa 9170 zwykle ustawiona w zespole obrotowym obracana jest ręcznie i ustawiana kolejno w kierunkach zgodnych z osiami (x, y i z). Dla każdego z tych kierunków 9102 wykonuje pomiar natężenia pola lub gęstości mocy, zależnie od wyboru dokonanego poprzez **Measure > Display Calculation** (patrz ["Określenie obliczeń wyświetlanych na ekranie" na stronie 64](#)). Każdy z pomiarów uaktywniany jest ręcznie po ustawieniu anteny w odpowiednim kierunku. Tak jak przy pomiarach automatycznych, można również określić czas pomiaru dla każdego z kierunków. Po wykonaniu wszystkich trzech pomiarów 9102 wylicza całkowite wyniki pomiarów.

Ze względu na to, że przy użyciu anteny dwustożkowej współczynnik korekcji k nie jest automatycznie pobierany i uaktywniany, odpowiednią tabelę korekcji należy wprowadzić do instrumentu ręcznie. Antena dwustożkowa często instalowana jest na statywie i podłączana do 9102 za pomocą przewodu przedłużającego, w takim przypadku współczynnik korekcji związany z kablem jest również wprowadzany ręcznie. Dodatkowe informacje dotyczące ustawienia pomiaru, tłumienia kabla oraz uaktywnienia danych korekcji kabla podano w instrukcji obsługi 9102.

Podłączenie anteny dwustożkowej

Pierwszym krokiem jest ustanowienie połączenia pomiędzy 9102 a anteną dwustożkową 9170. Aby to uzyskać wystarczy podłączyć antenę za pomocą kabla RF do złącza RF 9102.

Kroki te są identyczne do kroków wykonywanych w trybie automatycznym

Poniższe kroki pomiarowe są identyczne do opisanych przy pomiarach automatycznych:

- Wybór trybu pomiaru siły elektromotorycznej (Zakłóceń elektromagnetycznych)
- Określenie jednostki
- Ustawienie pasma częstotliwości
- Określenie obliczeń wyświetlanych na ekranie
- Ustawienie poziomu odniesienia

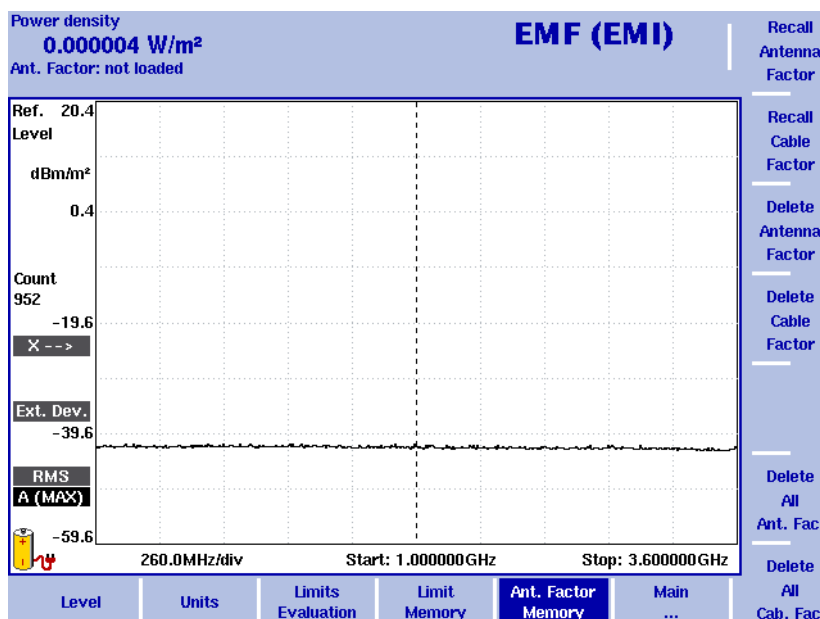
Dokładny opis kroków pomiarowych podano w ["Wykonywanie automatycznych pomiarów siły elektromotorycznej" na stronie 62](#).

Ustawianie współczynników związanych z anteną

Wraz z Anteną Dwustożkową 9170 dostarczana jest odpowiednia tabela współczynników k. Dane dostępne są na płycie 9100 Data Exchange Software. Dokładniejsze informacje dotyczące pobierania danych do 9102 oraz zarządzania współczynnikami anteny za pomocą oprogramowania 9100 Data Exchange podano w instrukcji użytkownika 9102.

W celu uaktywnienia odpowiednich współczynników anteny do pomiarów EMF należy wykonać następujące czynności.

- 1 W menu głównym EMF (EMI) wybrać **Level > Ant. Factor Memory**. Wyświetlone zostanie menu pamięci współczynników anteny.



Rysunek 13 Menu Antenna Factor (współczynników anteny)

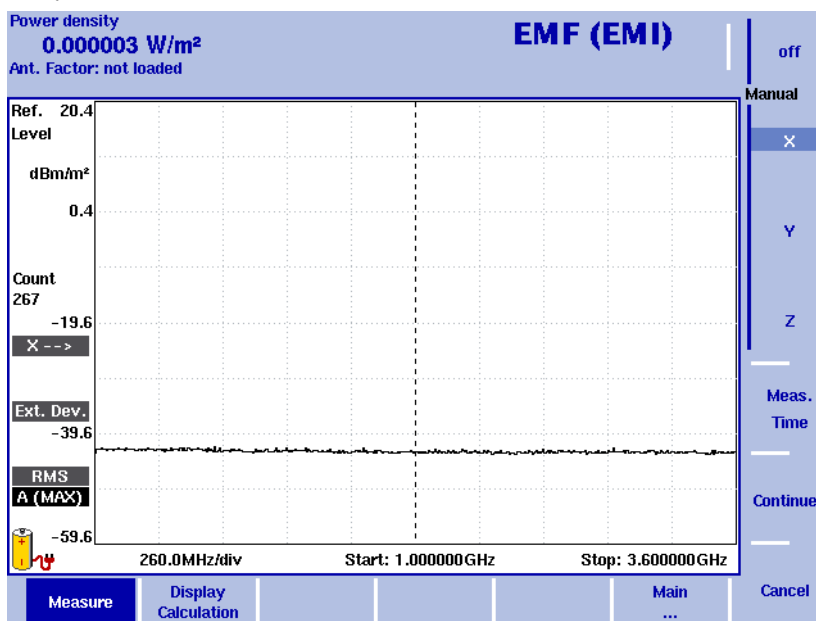
- 2 Nacisnąć przycisk programowy **Recall Antenna Factor**. Na rozwiniętej liście pojawią się wszystkie współczynniki anten dostępne w systemie.
- 3 Wybrać odpowiedni współczynnik dla anteny i nacisnąć przycisk **ENTER**. Spowoduje to ponowne wyświetlenie menu poziomów.

W celu uaktywnienia współczynnika wybranej anteny, naciskając przycisk programowy **Antenna Factor** doprowadzić do podświetlenia wskazania **on**.

Rozpoczęcie pomiaru w trybie Przenośnym

Teraz można rozpocząć aktualny automatyczny pomiar EMF. W celu ustawienia należy postępować w następujący sposób:

- 1 W menu pomiarowym wybrać **Meas. Time**. Wyświetlone zostanie pole wprowadzania czasu pomiaru.
- 2 Wprowadzić przedział czasu stosowany do pomiaru każdego z przedziałów. Standardowo przedział ten wynosi 360 sekund, maksymalną wartością jest 600 sekund. Nacisnąć przycisk **ENTER** dla ustawienia czasu pomiaru.
- 3 Nacisnąć przycisk programowy **Manual**. Przyciski programowe dla trzech różnych kierunków pomiaru (x, y oraz z) dostępne są po prawej stronie, a przycisk X jest podświetlony, gdyż pierwszym kierunkiem pomiaru jest kierunek zgodny z osią X, a wskaźnik kierunku x wyświetlany jest po lewej stronie zgodnie z poniższym rysunkiem.



Rysunek 14 Przyciski programowe dla pomiarów Przenośnych

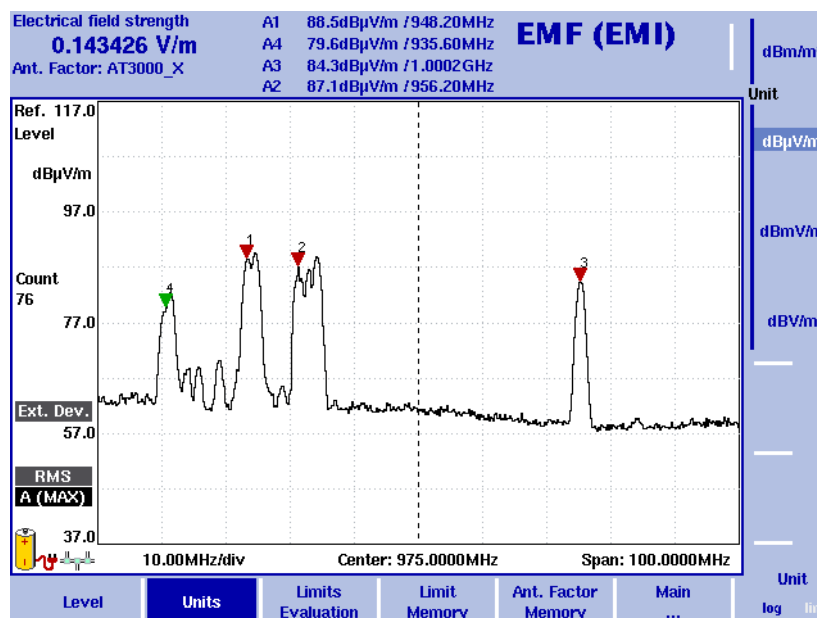
- 4 Naciśnięcie przycisku **Continue !** rozpocznie pierwszy pomiar. Po prawej stronie wyświetlacza wyświetlony zostanie czerwony wskaźnik pomiarowy informujący o trwającym pomiarze: **Measure**. Pomiar można przerwać naciskając przycisk programowy **Cancel !**. Po zakończeniu pomiaru wskazanie Measure zniknie.
- 5 Nacisnąć przycisk programowy **Y** rozpoczynając pomiar w kierunku y. Procedura jest identyczna do opisanej dla kierunku x powyżej.
- 6 Po zakończeniu pomiaru y nacisnąć przycisk programowy **Z** a po nim **Continue !**. Procedura jest identyczna do opisanej powyżej dla kierunku x.

- 7 Po zakończeniu pomiarów wyniki pomiarów wyświetlane są również w formie graficznej automatycznie, mogą być zatrzymane jak również na ich podstawie może być wyliczone natężenie pola oraz gęstość mocy, zależnie od wyboru dokonanego za pomocą **Measure > Display Calculation** (patrz "Określenie obliczeń wyświetlanych na ekranie" na stronie 64). Teraz można zapisać wyniki w pamięci instrumentu pomiarowego.

Wyniki pomiarów

Tak jak dla innych trybów pomiarowych 9102 można posłużyć się funkcjami śledzenia, markera oraz linii ograniczających 9102 do późniejszych analiz i dokumentacji wyników pomiaru po wprowadzeniu wszystkich parametrów DTF. Dokładny opis procedury ustalania parametrów poziomu opisano w instrukcji 9102 dostarczanej wraz z instrumentem pomiarowym.

Poniżej pokazano wyświetlone wyniki pomiarów siły elektromotorycznej prezentujące natężenie pola elektrycznego wyrażone w V/m w skali liniowej z określoną jednostką dB μ V/m. W celu wskazania wartości pomierzonych dla różnych częstotliwości zastosowano markery.



Rysunek 15Pomiary siły elektromotorycznej

Analiza i dokumentacja wyników pomiarów

Wyniki pomiaru dokonane za pomocą Przenośnego Analizatora Widma 9102 można przesłać za pomocą sieci LAN lub interfejsu RS-232 przy użyciu oprogramowania 9100 Data Exchange Software pracującego na komputerze PC, które dołączone jest do instrumentu pomiarowego 9102. Wyniki wyświetlane są na PC, tak jak wyświetlane one były na wyświetlaczu instrumentu.

Oprogramowanie 9100 Data Exchange Software zapewnia specjalne metody dokumentowania wyników pomiarów. Poza sześcioma markerami, które można ustawić w 9102 na komputerze PC, można również wprowadzić cztery dodatkowe markery, jak również wprowadzić przypisane do markerów komentarze. Oznacza to, że każdemu wykresowi można przypisać dziesięć markerów. Użycie dodatkowych czterech markerów wraz z polami komentarzy pozwala na oznaczenie i skomentowanie wartości, które

mieszczą się w granicach tolerancji, lecz są krytyczne. Wartości pomiarowe w pozycji markerów są oczywiście uwzględnione na wyświetlanym obrazie. Użycie funkcji linii ograniczających pozwala na szybkie zobrazowanie uzyskanych wyników. W celu udokumentowania warunków pomiaru parametry pomiaru można również umieścić na wyświetlaczu.

Dokładniejsze omówienie oprogramowania 9100 Data Exchange Software zamieszczono w tej instrukcji do 9102.

Historia publikacji

Wersja	Opis
0509-100-A	Edycja pierwsza
0512-200-A	Wprowadzono rozdział poświęcony pomiarom EMF (EMI)
0608-200-A	Nowy układ.

Willtek oraz logo jest znakiem handlowym Willtek Communications GmbH. Wszystkie inne znaki handlowe oraz zastrzeżone znaki handlowe stanowią własność ich posiadaczy.

Producent zastrzega sobie prawo do zmiany parametrów i warunków bez powiadomienia.

© Copyright 2006 – 2007 Willtek Communications GmbH. Wszystkie prawa zastrzeżone.

Żadna z części tej instrukcji nie może być powielana ani przesyłana w jakiegokolwiek formie lub też w jakikolwiek sposób (drukowanie, kopiowanie ani żadna inna metoda) bez uprzedniej wyraźnej pisemnej zgody Willtek Communications GmbH.

Numer instrukcji obsługi
M 290 504

Wersja instrukcji
0608-200-A

Polski

Digimes Robert Kościeszka
04-831 Warszawa
Poland
Tel: + 48 (0)22 615 94 57
Fax: + 48 (0)22 615 94 58
robert.koscieszka@plusnet.pl

Willtek Communications GmbH
85737 Ismaning
Germany
Tel: +49 (0) 89 996 41-0
Fax: +49 (0) 89 996 41-440
info@willtek.com

Willtek Communications UK
Cheadle Hulme
United Kingdom
Tel: +44 (0) 161 486 3353
Fax: +44 (0) 161 486 3354
willtek.uk@willtek.com

Willtek Communications SARL
Roissy
France
Tel: +33 (0) 1 72 02 30 30
Fax: +33 (0) 1 49 38 01 06
willtek.fr@willtek.com

Willtek Communications Inc.
Parsippany
USA
Tel: +1 973 386 9696
Fax: +1 973 386 9191
willtek.cala@willtek.com
sales.us@willtek.com

Willtek Communications
Singapore
Asia Pacific
Tel: +65 6827 9670
Fax: +65 6827 9601
willtek.ap@willtek.com

© Prawa autorskie 2006 – 2007
Willtek Communications GmbH.
Wszystkie prawa zastrzeżone.
Willtek Communications, Willtek
oraz związane z nimi logo są
znakami handlowymi Willtek
Communications GmbH.
Wszystkie pozostałe znaki han-
dlowe oraz zarejestrowane zna-
ki handlowe są własnością ich
właścicieli.

Uwaga: Producent zastrzega
sobie prawo do zmiany param-
etrów bez powiadamiania.

will'tek