#### 1. Вступление

SINAD (signal-to-noise and distortion ratio) — мера, позволяющая в некотором роде оценить качество устройства, его линейность. SINAD - максимальное отношение мощности полезного сигнала на выходе радио тракта к суммарной мощности всех паразитных составляющих + шума.

SINAD = 
$$\max_{P_{ex}} \left( \frac{P_{signal}}{P_{noise} + P_{distortion}} \right)$$

#### 2. Измерение SINAD

Приближенно SINAD можно измерить анализатором спектра, измерив интегральные мощности в полосе сигнала и вне полосы сигнала, как показано на рисунке 1. Для корректности, чтобы не пропустить комбинационные составляющие, сигнал должен быть двухгармоническим.



Рис. 1 Измерение SINAD

$$\mathsf{SINAD} = \max_{P_{\mathsf{ex}}} \left( \frac{P2}{P1 + P3} \right),$$

SINAD (дБ) = 
$$\max_{P_{ex}} \left( P2[\partial \mathcal{D}M] - 10 \lg \left( 10^{0.1P1[\partial \mathcal{D}M]} + 10^{0.1P3[\partial \mathcal{D}M]} \right) \right)$$
 (\*)

# 3. Измерение SINAD приборами Rohde-Schwarz

Для измерения SINAD понадобятся:

- Генератор сигналов (используется SMBV100A)
- Анализатор спектра (используется FSV)
- Устройство, SINAD которого измеряется (DUT device under test)

<u>В тексте обозначено</u>: [FREQ] – кнопка на приборе, (Marker 1) – меню (кнопка) на экране (у FSV сенсорный экран)

### 3.1 Настройка генератора сигнала SMBV100A

• Устанавливаем параметры по умолчанию [Preset]

• Формируем сигнал, состоящий из 2х гармоник. Для этого в блоке [Baseband] выбираем тип модуляции Multicarrier CW, устанавливаем количество несущих No. of Carriers 2. Выбираем шаг между несущими Carrier Spacing. Включаем модуляцию State On. Кнопками [FREQ], [LEVEL] устанавливаем желаемую центральную частоту и мощность сигнала. Включаем выход кнопкой [RF OFF].

Ref Level     9.00 dBm     RBW     10 kHz       Att     29 dB     SWT 3.1 ms     VBW     3 kHz     Mode Auto FFT       ● 1AP CIrw     M2[1]     -34.81 dBm     1.0005070 GHz     -34.82 dBm       0 dBm     M1[1]     -34.82 dBm     999.4930 MHz     -34.82 dBm       -10 dBm     M1[1]     -934.82 dBm     999.4930 MHz     -34.82 dBm       -20 dBm     M1[1]     -934.82 dBm     999.4930 MHz     -34.82 dBm       -20 dBm     M1[1]     -94.82 dBm     -34.82 dBm     -34.82 dBm       -20 dBm     M1[1]     -99.4930 MHz     -34.82 dBm     -34.82 dBm       -20 dBm     M1[1]     -99.4930 MHz     -40 dBm	Spectrum							
Att     29 dB     SWT 3.1 ms     VBW     3 kH2     Mode Auto FFT       ●1AP Clrw     M2[1]     -34.81 dBm     1.0005070 GHz       0 dBm     M1[1]     -34.82 dBm     999.4930 MHz       -10 dBm     M1[1]     -34.82 dBm     999.4930 MHz       -20 dBm     M1[1]     -34.82 dBm     999.4930 MHz       -20 dBm     M1[1]     -34.82 dBm     999.4930 MHz       -30 dBm     M1[1]     -34.81 dBm     999.4930 MHz       -30 dBm     M1[1]     -34.82 dBm     999.4930 MHz       -50 dBm     M1[1]     -34.81 dBm     -40 d	Ref Level 9.00 dBm	RBW	10 kHz					
	Att 29 dB	SWT 3.1 ms 👄 VBW	3 kHz Mo	ode Auto FFT				
0 dBm   M2[1]   -34.81 dBm     0 dBm   M1[1]   -34.82 dBm     -30 dBm   -34.82 dBm   999.4930 MHz     -20 dBm   -34.82 dBm   999.4930 MHz     -20 dBm   -34.82 dBm   999.4930 MHz     -20 dBm   -34.82 dBm   -34.82 dBm     -20 dBm   -34.82 dBm   -34.82 dBm     -20 dBm   -34.82 dBm   -34.82 dBm     -30 dBm   -34.82 dBm   -34.82 dBm     -30 dBm   -34.82 dBm   -34.82 dBm     -40 dBm   -34.82 dBm   -34.82 dBm     -50 dBm   -34.82 dBm   -34.82 dBm     -50 dBm   -34.82 dBm   -34.82 dBm     -50 dBm   -34.82 dBm   -34.82 dBm     -60 dBm   -34.82 dBm   -34.82 dBm     -70 dBm   -34.84 dBm   -34.84 dBm     -74.84 dBm   -34.84 dBm   <	●1AP Clrw							
0 dBm   1.0005070 GHz     -30 dBm   999.4930 MHz     -20 dBm   999.4930 MHz     -30 dBm   999.4930 MHz     -40 dBm   999.4930 MHz     -50 dBm   999.4930 MHz     -60 dBm   999.4930 MHz     -70 dBm   999.4930 MHz     -70 dBm   999.4930 MHz     -60 dBm   999.4930 MHz     -70 dBm   999.4930 MHz				M2[	1]		-3	34.81 dBm
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0.40m			_	_		1.00	05070 GHz
-10 dBm -20 dBm -20 dBm -30 dBm -40 dBm -40 dBm -50 dBm -50 dBm -50 dBm -60 dBm -60 dBm -70				M1[	1]			34.82 dBm
-10 dBm -20 dBm -30 dBm -40 dBm -40 dBm -50 dBm -50 dBm -50 dBm -60 dBm -60 dBm -70				1	1	1	999	.4930 MHZ
-20 dBm -30 dBm -40 dBm -50 dBm -50 dBm -50 dBm -60 dBm -70	-10 dBm							
-20 dBm -30 dBm -40 dBm -40 dBm -50 dBm -50 dBm -60 dBm -70								
-30 dBm -40 dBm -50 dBm -50 dBm -60 dBm -70	-20 dBm							
-30 dBm -40 dBm -50 dBm -50 dBm -60 dBm -70 dBm -70 dBm -70 dBm -71 dBm -70								
-40 dBm	-30 dBm							
-40 dBm -50 dBm -60 dBm -70 dBm -70 dBm CF 1.0 GHz 691 pts Span 50.0 MHz 98.07.2013			Ma	A2 ▼				
-50 dBm -60 dBm -60 dBm -70 dBm CF 1.0 GHz 691 pts Span 50.0 MHz 98.97.2013	40 d0m							
-50 dBm -60 dBm -70 dBm -70 dBm CF 1.0 GHz 691 pts Span 50.0 MHz 98.97.2013	-40 ubiii							
-50 dBm -60 dBm -70 dBm -70 dBm CF 1.0 GHz 691 pts Span 50.0 MHz 98.97.2013								
-60 dBm -70 dBm -70 dBm CF 1.0 GHz 691 pts Span 50.0 MHz 98.97.2013	-50 dBm							
-60 dBm -70 dBm -70 dBm CF 1.0 GHz 691 pts Span 50.0 MHz 98.97.2013								
-70 dBm -70 dBm CF 1.0 GHz 691 pts Span 50.0 MHz 98.07.2013	-60 dBm							
-70 dBm BM PBM PHANE AND								
CF 1.0 GHz Span 50.0 MHz	-70 dBm							
CF 1.0 GHz Span 50.0 MHz								
CF 1.0 GHz 98.07.2013		المتنبية بالملاطلة الأراب		<b>.</b>		المت ما	da ta a	tral dia si ar
CF 1.0 GHz O8.07.2013	ى مى مى مى مەلكە مەلكە مەل ، بىل ، بىل ، بەت مە		ייז ייזיאור איזאיורא	i kina s silit i silit i	אן מייז <i>ר מיני</i> ך אא		ת יין קדעי קרקייי א	ur aldun bel a
CF 1.0 GHz 691 pts Span 50.0 MHz		·						
	CE 1 0 GHz	1 1 1 1 1 L	601	nts	114 11		Snan	50.0 MHz
			571	M	uine a an		0	8.07.2013

Рис. 2 Спектр сигнала

На рисунке 2 показан спектр сигнала с параметрами

- LEVEL = -30 dBm
- FREQ = 1 GHz
- No. of Carriers = 2
- Carrier Spacing = 1 MHz

## 3.2 Измерение SINAD анализатором спектра FSV

• Устанавливаем параметры по умолчанию [Preset]

Настраиваем область анализируемых частот [FREQ] => (Start) – начало диапазона, (Stop) – конец диапазона

 Регулируем параметры RBW и VBW [BW] => (Res BW manual), (Video BW manual) таким образом, чтобы спектральные составляющие сформированного сигнала были хорошо различимы

• Мощности P1, P2, P3 (см. рис 1) измеряются при помощи маркеров. Для этого нужно нажать клавишу [MKR]. Выбрать на экране (Marker 1), установить (Marker Norm), нажать кнопку [MKR FUNC] => (Band Power) => (Power) – должна быть активна, (Span) (для сформированного в 3.1 сигнала зададим Span = 1.25 MHz). Далее нажать кнопку [MKR] и колесом выставить положение маркера так, чтобы он захватил обе гармоники. Получаем величину P2.

Аналогичным образом измеряются мощности P1, P3.
Последовательно включаем и аналогично настраиваем маркеры 2 и 3: [MKR]
=> (Marker 2/3). В результате получаем следующий результат (рисунок 3)

Spectrum										
Ref Le	Ref Level 9.00 dBm									
Att		29 c	3B 🛛 <b>SWT</b> 3.1 ms 👄 <b>V</b>	BW 3 kHz Mod	e Auto FFT					
a 1AP Clrw										
					M3[1]	-81.61 dBm				
						989.3630 MHz				
o ubiii—					M1[1]	-78.00 dBm				
						1.000000 GHz				
-10 aBm	דד ו									
-20 dBm	ד ו									
-30 dBm	יארי									
-40 dBm	יארי									
-50 dBm	יארי									
-60 dBm	יארי									
-70 dBm	א_									
			NO 6			M2				
<sub>ហមិ</sub> ល <u>៧</u> គល					A Had Back of Back	in the state of th				
	- 19 Hz - 11	1.1.1.1	na dha na shi a dadha s		an in the set	a shart data waxaya ayaa ka ayaa ayaa ayaa ayaa a				
			Alter and the		1 Br 1	na data an in a sub-ah				
CF 1.0 GHz 691 pts Span 50.0 MHz										
Marker										
Туре	Ref	Trc	Stimulus	Response	Function	Function Result				
M1		1	1.0 GHz	-78.00 dBm	Band Power	4.04 dBm				
M2		1	1.010666 GHz	-79.90 dBm	Band Power	-49.05 dBm				
M3		1	989.363 MHz	-81.61 dBm	Band Power	-49.19 dBm				
		)[				08.07.2013				

Date: 8.JUL.2013 17:13:39

Вычисляем SINAD по формуле (\*). Варьируя мощность входного сигнала

([LEVEL] на генераторе сигнала SMBV), находим максимальное значение SINAD – его принимаем за искомое.

Рис. З