

Компанія Signal Hound розробляє та створює в США потужні, доступні аналізатори спектру та генератори сигналу для інженерів та професіоналів по всьому світу. Незалежно від того, чи потрібні можливості попередньої відповідності електромагнітної сумісності у невеликій майстерні з двома людьми або моніторинг спектру в національному масштабі, тестове обладнання компанії розроблене з урахуванням усіх потреб. Досить точні та потужні для критично важливого радіочастотного аналізу, доступна ціна для більшості споживачів та підтримка талановитою групою інженерів, відданих своїй справі – ці переваги допомагають пристроям пропонувати неперевершену цінність у галузі тестового обладнання.

Як обрати аналізатор спектру та не платити більше?

Едуард Шепель, м. Київ

В наш час бездротові технології знаходять все більше застосування в різноманітних напрямках. Тому задачі в області ВЧ вимірювань набувають все більшої актуальності. В минулому, для розв'язання цих задач необхідними умовами було наявність коштовного вимірювального обладнання та висококваліфікованих фахівців. Однак на сьогодні перед інженерами і технічними фахівцями різного рівня все частіше постає задача в проведенні ВЧ вимірювань. Аналізатори спектру є одними із найбільш поширених інструментів в лабораторіях, бо вони дозволяють проводити вимірювання ВЧ сигналів. Історично аналізатори спектру мали високу вартість і експлуатувались експертами по вимірюванню.

Досягнення в розвитку технологій дозволили фахівцям Signal Hound розробити аналізатори спектру, які мають порівняно невелику вартість і необхідну продуктивність для розв'язання задач в таких областях як Bluetooth, Wi-Fi, LTE, 5G та ін. Багато компаній здивовані тим, що сучасні аналізатори спектру можуть мати таку низьку ціну. На сьогодні вони мають можливість використовувати доступні прилади для вирішення більшості задач по ВЧ вимірюванням (95% задач), а у разі необхідності проведення унікальних вимірювань (5% задач) використати значно дорожчі рішення Keysight або Rohde&Schwarz.

Signal Hound пропонує аналізатори спектру з достатньою продуктивністю для рішення більшості задач за найкращою ціною, яка доступна на ринку (рис.1). У цій статті ми обговорюємо 7 причин, через які ви можете заплатити більше за ваш аналізатор спектру. Якщо будь-яка з цих при-



Рис. 1

чин стосується ваших вимірювань, можливо, потрібно задуматись щоб придбати аналізатор спектру Signal Hound для Вашої лабораторії.

Причина 1.

Який динамічний діапазон Вам потрібний?

Динамічний діапазон є важливою характеристикою для аналізатора спектру. Якщо Ви працюєте із сигналами низького рівня, то динамічний діапазон буде визначати здатність виявлення сигналу на рівні шумової доріжки. На рис.2 про-

Таблиця 1

Analyzer	Maximum Dynamic Range @1 GHz	Price
Signal Hound SA44B 4.4 GHz, 250 kHz IBW	104 dB	\$919 USD
Signal Hound BB60C 6 GHz, 27 MHz IBW	95 dB	\$2879 USD
Signal Hound SM200A 20 GHz, 160 MHz IBW	118 dB	\$11,900 USD
Keysight N9020B-526-B1X (MXA) 26.5 GHz, 160 MHz IBW	116 dB	\$72,329 USD

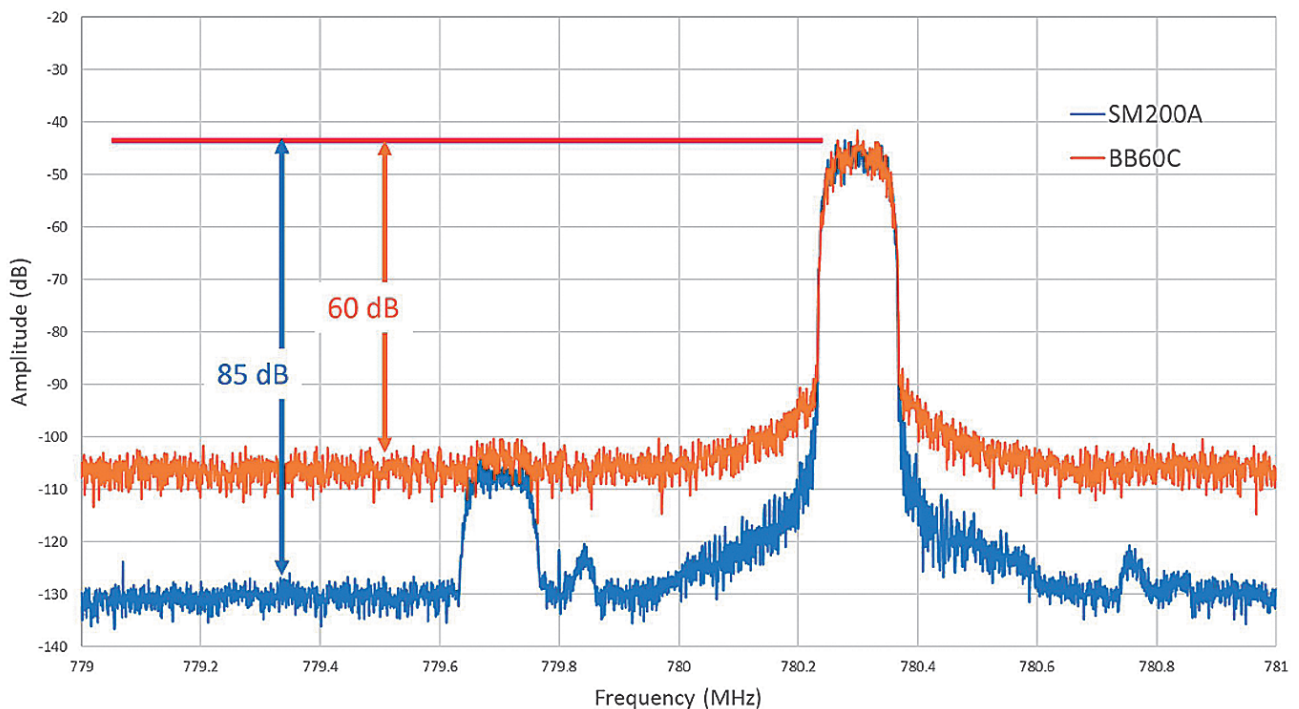


Рис.2

демонстровано яку роль відіграє динамічний діапазон аналізатора спектру при дослідженні сигналів.

Для багатьох вимірювань метою може бути точне визначення основного сигналу. У таких випадках динамічний діапазон 60 дБ більш ніж достатній. Для інших задач може бути потрібен більш коштовний аналізатор спектру із динамічним діапазоном до 85 дБ або більше.

Можна зробити просте порівняння між аналізаторами спектру по максимальному динамічному діапазону, який визначається за формулою $2/3 (T_{OI} - D_{ANL})$ на частоті 1 ГГц. У [табл.1](#) наведено порівняння ефективності аналізаторів спектру Signal Hound і Keysight's MXA.

Причина 2.

Швидкість більше не коштує дорого

Для багатьох застосувань швидкість оновлення спектрограми (sweep speed) має вирішальне значення. Наприклад,

задача з моніторингу спектру радіочастот потребує високої швидкості оновлення щоб не пропустити сигнали з малою тривалістю. Аналізатор спектру Signal Hound SM200A забезпечує sweep speed 1 ТГц/с при RBW ≥ 30 кГц. Діапазон частот від 1 ГГц до 20 ГГц сканується всього за 19 мілісекунд. Важливо, що SM200A дозволяє автоматизувати цю задачу. Користувач може задати рівень сигналу і будь-які сигнали, які перевищують його, будуть реєструватися у файлі CSV в режимі реального часу. Це максимізує як ефективність, так і безпеку, оскільки дані зберігаються навіть якщо комп'ютер вимикається. У [табл.2](#) наведено sweep speed для аналізаторів спектру Signal Hound.

Архітектура аналізаторів спектру Signal Hound надає додаткову можливість для подальшого збільшення швидкодії. У багатьох випадках програмне забезпечення може впливати на швидкість. В додатках, коли це є критичним, Signal Hound дозволяє своїм користувачам обійти програмне за-

Таблиця 2

	Signal Hound USB-SA44B	Signal Hound BB60C	Signal Hound SM200A
Sweep speeds	140 MHz/s ≥ 10 kHz RBW	24 GHz/s ≥ 30 kHz RBW	1 THz/s ≥ 30 kHz RBW

Таблиця 3

Offset	Signal Hound			Keysight N9020B 26.5 GHz MXA	
	USB-SA44B (Typ.)	BB60C (Spec.)	SM200A (Spec.)	Spec.	Typical
10 Hz			-76		-80
100 Hz	-80	-70	-108	-91	-100
1 kHz	-88	-76	-123		-112
10 kHz	-91	-83	-132	-113	-114
100 kHz	-100	-93	-136	-116	-117
1 MHz			-133	-135	-136

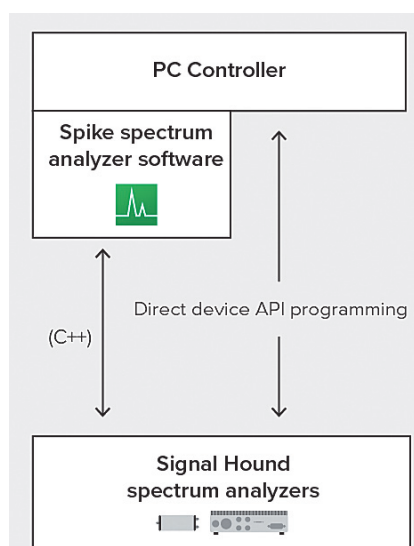


Рис.3

безпечення Spike (рис.3). Використовуючи API користувачі можуть підвищити швидкість запрограмувавши роботу аналізатора спектру в C++, LabVIEW, MATLAB, Python, C # та ін.

Причина 3. Точне вимірювання фазового шуму

Багато пристроїв, підсистем та систем вимагають точного вимірювання фазового шуму. Для цієї задачі можуть використовуватись аналізатори спектру, але вони мають мати досить низький рівень власного фазового шуму. Попри те, що багато виробників аналізаторів спектру не включають цю функцію для своїх продуктів, компанія Signal Hound реалізувала в програмному забезпеченні Spike можливість вимірювання фазового шуму.

Таблиця 4

Analyzer	Real-Time Bandwidth	100% Prob of Intercept (POI)
Signal Hound SA44B 4.4 GHz	250 kHz	592 μ s @ 10 kHz RBW 4.7 ms @ 1 kHz RBW
Signal Hound BB60C 6 GHz	27 MHz	19.2 μ s @ 300 kHz RBW 38.4 μ s @ 100 kHz RBW
Signal Hound SM200A 20 GHz	160 MHz	12 μ s @ 300 kHz RBW 49 μ s @ 100 kHz RBW
Keysight N9020B-526-B1X (MXA) 26.5 GHz	85 / 125 / 160 MHz	17.3 μ s (RBW not specified)

Signal Hound SM200A забезпечує чудову продуктивність вимірювання фазового шуму в порівнянні з продуктивністю дорогих аналізаторів спектру (табл.3). Signal Hound SA44B та BB60C мають нижчу продуктивність для вимірювання фазового шуму, але вони мають ще більш доступну ціну.

Причина 4.

Можливість аналізу спектру в реальному часі

Для багатьох реальних сигналів (від складних модульованих сигналів зв'язку до імпульсних тактичних сигналів) енергія сигналу може бути спорадичною, непослідовною або навіть випадковою. За допомогою традиційних аналізаторів спектру ці сигнали не можливо стабільно виявляти і

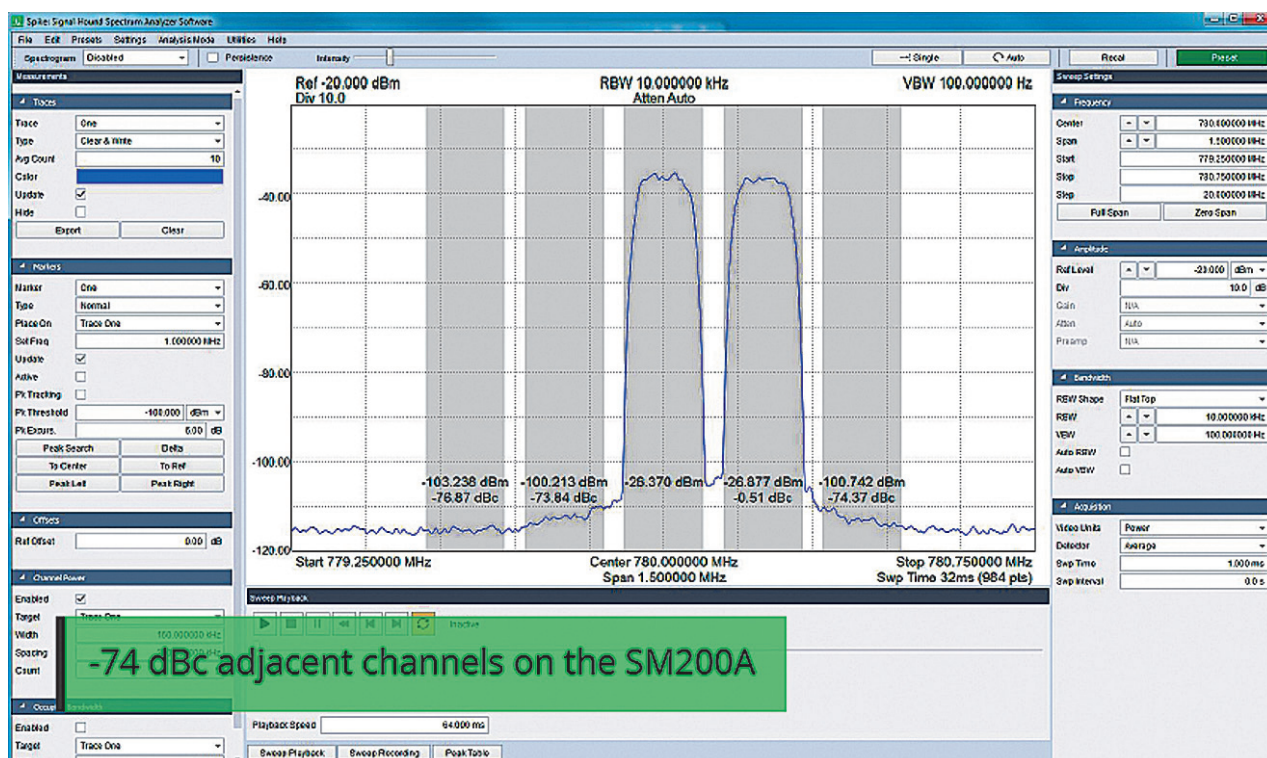


Рис.4

опрацьовувати. З розвитком технології передачі сигналів ця проблема буде набувати все більшої актуальності.

Аналіз спектру в режимі реального часу (RTSA) – це метод обробки цифрового сигналу, який використовує пересічні БПФ та високошвидкісну пам'ять для 100% ймовірності виявлення (POI). Смуга огляду в реальному часі є важливим параметром RTSA, який дає змогу більш детально аналізувати спектр. Signal Hound пропонує RTSA зі смугою огляду в реальному часі до 160 МГц з 100% POI ([табл.4](#)).

Причина 5. Аналіз комплексних сигналів

Не потрібно платити додатково, щоб аналізувати комплексні сигнали! Програмне забезпечення Spike включає в себе повний набір можливостей для аналізу комплексних сигналів. Можливість аналізу цифрової модуляції включає діаграми сузір'я та таблиці символів для форматів модуляції, таких як QPSK, BPSK, 8PSK, 4DQPSK, DQPSK та QAM16/32/64/256. Вимірювання включають в себе: модуль вектора помилки (EVM), співвідношення сигнал/шум (SNR), коефіцієнт похибки модуляції (MER), показники якості модуляції, лінійні компенсації, запуск синхронізації по шаблону та eye-діаграми.

Додаткові можливості аналізу сигналу включають такі функції як співвідношення потужності сусідніх каналів (ACPR) або коефіцієнт витoku потужності в сусідній канал (ACLR), зайнята смуга частот (OBW) та вимірювання потужності каналу. Смуга огляду в реальному часі 27 МГц дозволяє аналізатору спектру BB60C здійснювати вимірювання в реальному часі OBW та ACPR дуже широкосмугових сигналів, перехідних або безперервних. Для задач, де потрібна більша смуга огляду в реальному часі, SM200A забезпечує 160 МГц. На [рис.4](#) наведені приклади вимірювань ACPR.

Причина 6. Вам потрібен старий комп'ютер?

Традиційно вимірювальні прилади використовують вбудований контролер. Ці спеціальні внутрішні контролери виробляються набагато меншим обсягом, ніж комерційні ПК, і, як правило, виробляються іншими компаніями, а не виробниками аналізаторів спектру. Немає нічого надзвичайного в тому, що ці внутрішні контролери відстають від двох до п'яти поколінь від комерційних комп'ютерів. Тому, у більшості випадків, при виході на ринок нової моделі аналізатора спектру з вбудованим контролером може виникнути ситуація, що контролер уже буде «застарілим».

Крім того, вбудовані контролери неможливо оновити.

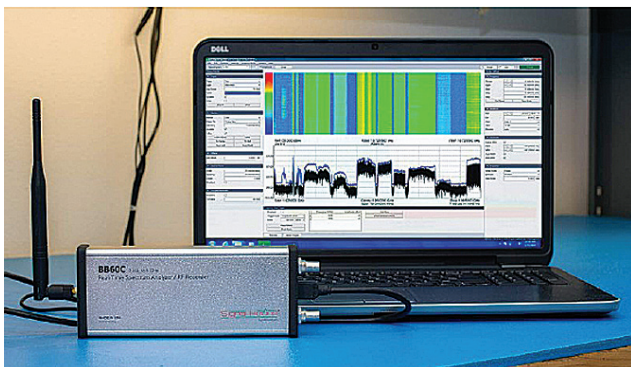


Рис.5

Таблиця 5

Signal Hound		
USB-SA44B	BB60C	SM200A
Size		
16.7 x 8.2 x 3.1 cm 6.6 x 3.2 x 1.2 in	19.3 x 8.2 x 3.1 cm 7.6 x 3.2 x 1.2 in	25.9 x 18.3 x 5.5 cm 10.2 x 7.2 x 2.2 in
Weight		
0.367 kg 0.809 lbs	0.56 kg 1.234 lbs	3.59 kg 7.914 lbs
Power		
2 W (USB 2.0)	6 W (USB 3.0 Y-cable)	28 W typ (Ext. Pwr)
Cost		
\$919 USD	\$2879 USD	\$11,900 USD

Це означає, що до кінця життєвого циклу інструменту користувач має справу з процесором, який на кілька поколінь повільніший, ніж сучасні ПК. Використання ПК останнього покоління збереже загальну продуктивність вашого вимірювального обладнання.

USB аналізатори спектру Signal Hound розв'язують цю проблему за допомогою використання зовнішнього ПК в якості контролера для вимірювань ([рис.5](#)). Цей економічно ефективний підхід усуває непотрібні витрати та дозволяє зосередити свої інвестиції на придбанні аналізатора спектру, який буде забезпечувати можливість модернізації (заміни ПК на сучасний) для досягнення високої продуктивності протягом всього терміну експлуатації.

Додаткова перевага використання даного підходу полягає в тому, що всі зібрані дані знаходяться на вашому ПК. Вам більше не потрібно завантажувати дані з вашого аналізатора спектру і зберігати їх на ПК або турбуватися про те, що хтось випадково видалить ваші дані. За допомогою програми Spike, що працює на вашому ПК, ви завжди можете переглядати свої дані, незалежно від того де ви знаходитесь і чи є у вас з собою аналізатор спектру.

Причина 7. SWaP + C

Військові системи наступного покоління покращують продуктивність, навіть якщо вони стають компактнішими, зменшують вагу, споживану потужність та вартість (SWaP + C). Навіть у комерційному світі, наявність у інженерів-тестувальників необхідного випробувального обладнання, яке вони можуть взяти з собою у відрядження чи на польовий виїзд забезпечує конкурентну перевагу. Продукти Signal Hound є природним рішенням для клієнтів, які шукають рішення SWaP + C ([табл.5](#)).

З приводу придбання продукції Signal Hound звертайтеся у відділ Вимірювальних приладів компанії CEA за тел.: (044) 330-00-88; e-mail: info@sea.com.ua.