

# ON THE APPLICATION OF METHOD INCREASING FREQUENCY RESOLUTION IN A PORTABLE WIDEBAND MICROWAVE GENERATOR

Gorevoy A. V.  
Research and Production Company «Micran»  
47, Vershinin str., Tomsk, 634045, Russia  
Tel. +7 3822 90 00 35, E-mail: andrew.gorevoy@micran.ru

*Abstract* — The article presents the application results of the method obtaining sub-Hz frequency resolution in the wideband microwave generator. Using the method there was built an unique instrument with the functional capabilities of classical generators and only 2.5 W of power consumption.

## О ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДА ПОВЫШЕНИЯ ЧАСТОТНОГО РАЗРЕШЕНИЯ В СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫХ ПОРТАТИВНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ГЕНЕРАТОРАХ СВЧ

Горевой А. В.  
ЗАО НПФ «Микран»  
ул. Вершинина, 47, Томск, 634045, Россия  
Тел: (3822) 90 00 35; E-mail: andrew.gorevoy@micran.ru

*Аннотация* — В статье приведены результаты реализации метода получения субгерцового частотного разрешения в сверхширокополосном измерительном генераторе СВЧ. С использованием метода построен уникальный прибор с функциональными возможностями классических измерительных генераторов и потреблением всего 2,5 Вт.

### I. Введение

Высокий уровень развития микроэлектроники в последние годы обусловил бурный рост портативных вычислительных устройств и устройств связи. Едва ли не вся аппаратная часть любого мобильного устройства умещается в одну микросхему или небольшой их набор. За последние годы были созданы экономичные цифровые, аналоговые и комбинированные микросхемы не только для нужд мобильных устройств, но и смежных областей: тестовой и измерительной техники и т.п.

В настоящее время на рынке представлена огромная номенклатура микросхем для построения универсальных экономичных широкополосных СВЧ приборов до 6 ГГц. Это широкополосные усилители СВЧ, программируемые аттенюаторы, многопозиционные переключатели СВЧ, микросхемы синтезаторов СВЧ с интегрированными управляемыми генераторами и делителями частоты, термокомпенсированные кварцевые генераторы, микросхемы высокоскоростной логики с малым уровнем шумов, высокочастотные импульсные стабилизаторы напряжения и др. Большинство микросхем работает с напряжением питания около 2,5...3,3 В.

Тщательный анализ доступных компонентов показывает реальную возможность создания измерительных приборов СВЧ с высокими функциональными и техническими характеристиками при малом энергопотреблении. Например, уже есть возможность создать сверхширокополосный измерительный генератор СВЧ с питанием и управлением через один провод USB 2.0, обладающий функциями полноразмерных измерительных приборов. Если с обеспечением уровня выходной мощности, ее регулировки, уровня гармоник, аналоговой модуляции и управлением системой в целом больших проблем нет, то построение основной синтезаторной части вызывает существенные сложности. Она должна обеспечивать формирование спектрально чистого сигнала СВЧ с

перестройкой частоты с высоким разрешением (около 1 Гц). Фактически, требуется разрешить известное противоречие между шагом перестройки частоты и степенью спектральной чистоты максимально эффективным способом в условиях крайне ограниченного энергоресурса. Справиться с этой задачей позволяет метод, описанный в [1].

### II. Основная часть

Для создания синтезатора в доступны микросхемы ФАПЧ с интегрированными управляемыми генераторами (НМС833LP6 или МАХ2870), требующие только внешнего опорного генератора и пассивных цепей фильтрации питания и управления. НМС833LP6, в отличие от МАХ2870, обладает менее шумящей системой ФАПЧ, но использует удвоитель частоты для достижения 6 ГГц. Скромные возможности дробного делителя частоты и биения гармоник опорного сигнала и сигнала ГУН не позволяют реализовать частотное разрешение порядка 1 Гц во всем диапазоне частот при высокой спектральной чистоте. Естественным выходом тут будет применение дополнительного опорного синтезатора, построенного по упомянутому методу. Структура синтезатора показана на рис. 1. Частотное разрешение определяется микросхемой ФАПЧ опорного синтезатора:

$$\delta f \approx \frac{F_{in}}{MN^2}$$

где  $F_{in}$  — частота входного сигнала (2 ГГц);  
 $N$  — целая часть коэффициента деления;  
 $M$  — разрядность модулятора.

При  $M=25$  и  $N=23$   $\delta f$  будет равна 0,113 Гц на частоте работы опорного синтезатора и около 0,34 Гц на частоте 6 ГГц на выходе системы.

Побочные спектральные составляющие, обусловленные биениями гармоник ПЧ и умноженного по частоте опорного сигнала, легко устраняются сменой коэффициентов делителей частоты опорного и основного синтезаторов. По крайней мере до уров-

ня минус 80—75 дБн в верхней октаве выходного сигнала они не наблюдались в пределах отстроек не более полосы пропускания основной петли. Уровень фазовых шумов вблизи несущей определяется, в большей степени микросхемой основной ФАПЧ и достигает минус 122 дБн/Гц на отстройке 10 кГц от несущей 1 ГГц (Рис. 2).

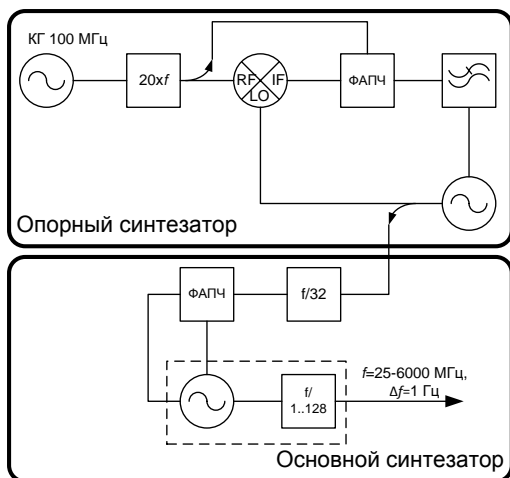


Рис. 1. Схема синтезатора

Fig. 1. Frequency synthesizer structure



Рис. 2. Спектральная плотность мощности фазовых шумов выходного сигнала на частоте 1 ГГц.

Fig. 2. Power spectrum density of 1 GHz output signal phase noise

Суммарное потребление синтезатора оценивается на уровне 1,1 В, что позволило реализовать его в портативном измерительном генераторе PLG06 с питанием и управлением от USB 2.0 [2].

Помимо синтезаторной части в составе прибора присутствует микроконтроллерное управление, источник низкочастотных сигналов стандартных форм для аналоговой модуляции СВЧ, усилитель мощности, система ступенчатых аттенюаторов с глубиной регулировки мощности до 60 дБ, система аналоговых аттенюаторов для амплитудной и импульсной модуляции, переключаемые ФНЧ, фазовый модулятор для угловой модуляции выходного сигнала. Габариты прибора всего 125x65x25 мм.

### III. Заключение

Реализован метод получения субгерцового частотного разрешения в портативном измерительном генераторе [2]. Применение данного метода позволило получить устройство с уникально высоким уровнем технических характеристики при высокой энергоэффективности. Прибор, обладая функциональными возможностями классических лабораторных генераторов, потребляет всего 2,5 Вт, питается и управляется через один провод USB 2.0.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации по контакту № 02.G25.31.0091.

### IV. References

- [1] Горевой А. Синтезатор частот. Решение о выдаче патента на изобретение. №2013115792/08(023425).
- [2] Портативный USB синтезатор. [http://www.micran.ru/sites/micran\\_ru/tmpl/micran\\_ru/inc/pdf/PLG06.pdf](http://www.micran.ru/sites/micran_ru/tmpl/micran_ru/inc/pdf/PLG06.pdf)