

# Микросхема широкополосного синтезатора частоты до 6 ГГц со встроенным ГУН

А. Аредов<sup>1</sup>

УДК 621.38 | ВАК 05.27.01

В компании АО «ПКК Миландр» разработана микросхема 1508 MT015 – широкополосный синтезатор частоты до 6 ГГц со встроенным ГУН. В статье представлены общее функциональное наполнение и характеристики микросхемы.

В современной аппаратуре для построения источников стабильной сетки частот в диапазоне до нескольких гигагерц в большинстве случаев используются синтезаторы частот на основе цепи фазовой автоподстройки частоты. Для этих целей в распоряжении разработчиков аппаратуры имеются микросхемы синтезаторов с фазовой автоподстройкой частоты двух типов: без встроенного генератора, управляемого напряжением (ГУН), и с его наличием в составе ИС. Совместно с микросхемами первого типа необходимо использова-

ние отдельной ИС ГУН, что увеличивает габариты схемы, делает схему более чувствительной к помехам и требует дополнительных элементов обвеса. Кроме того, номенклатура отечественных ИС ГУН невелика. Среди синтезаторов частот с интегрированным ГУН популярность у разработчиков аппаратуры завоевали микросхемы MAX2870, ADF4350. В этих микросхемах реализован октавный ГУН, диапазон частот которого для микросхемы ADF4350 составляет 2,2–4,4 ГГц, а для MAX2870 – от 3 до 6 ГГц. На рынке отечественной ЭКБ подобные ИС отсутствуют.

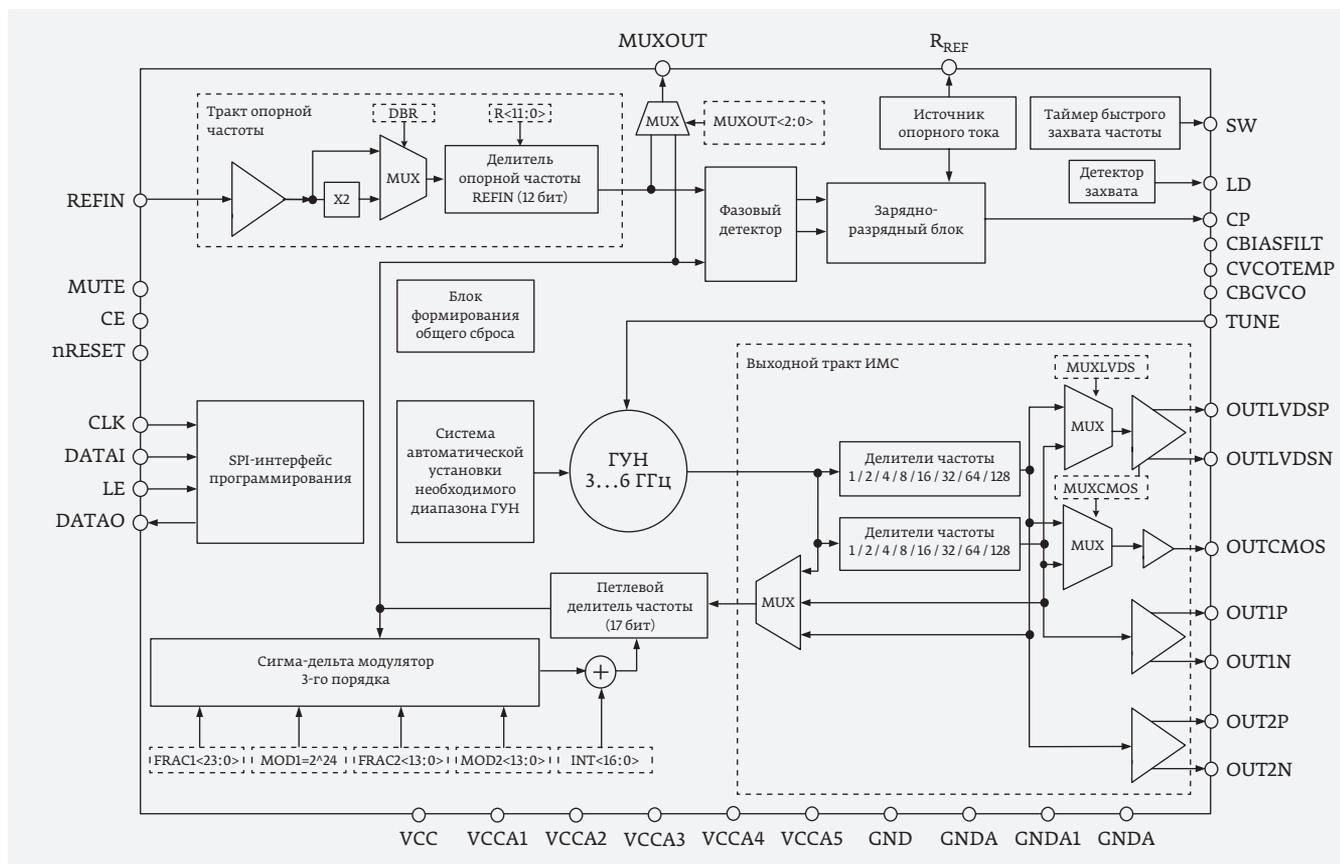
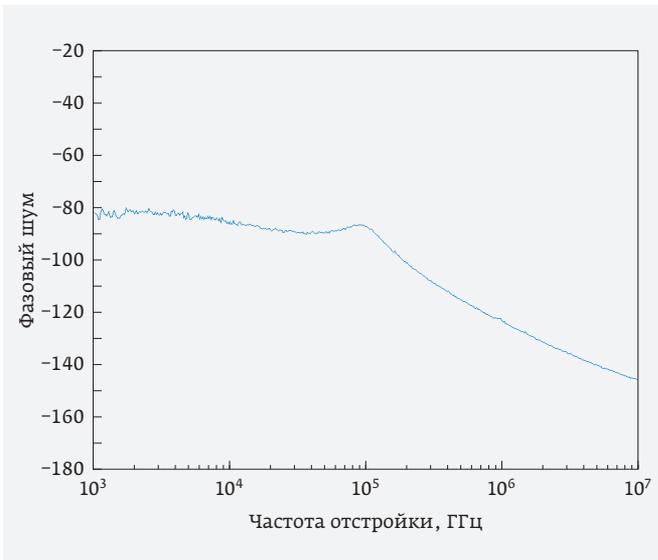


Рис. 1. Структурная схема ИМС 1508 MT015

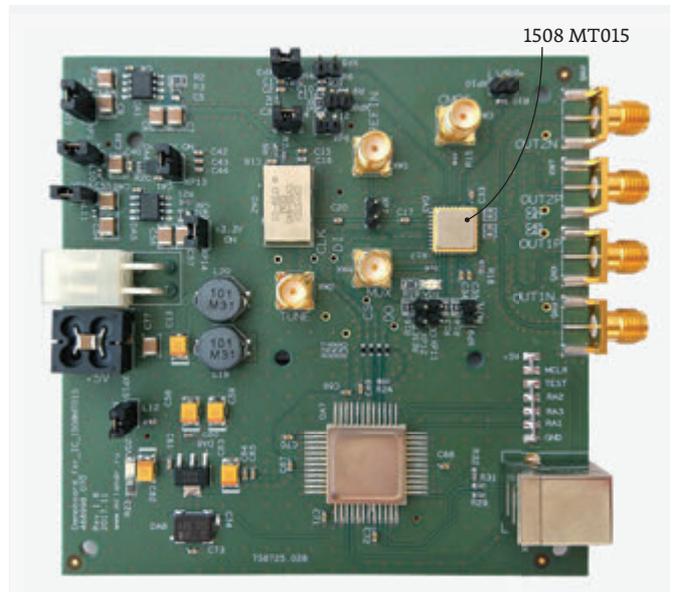
<sup>1</sup> ЗАО «ПКК Миландр», инженер, are dov.alexandr@ic-design.ru.



**Рис. 2.** Фазовый шум микросхемы синтезатора частоты 1508 MT015 на СВЧ-выходе OUT1P на частоте 6 ГГц при опорной частоте 100 МГц

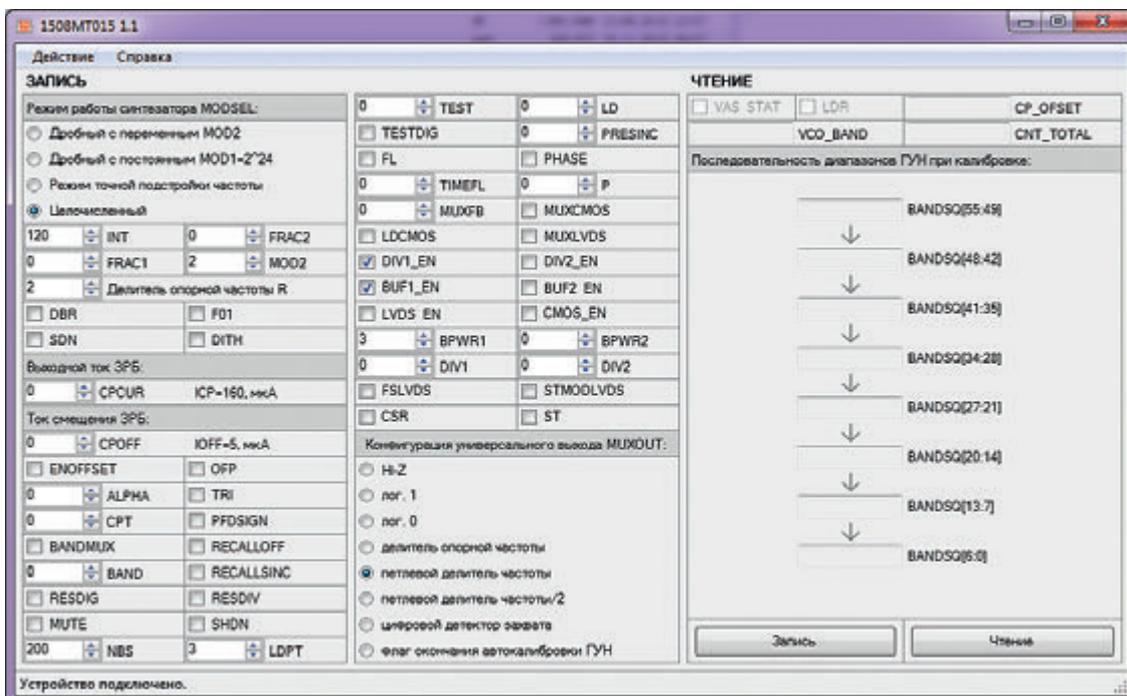
В данный момент российская компания АО «ПКК Миландр» ведет разработку микросхемы, аналогичной по своему функциональному наполнению MAX2870.

Структурная схема разрабатываемой микросхемы синтезатора частоты с интегрированным ГУН (1508 MT015) представлена на рис. 1. Микросхема содержит многодиапазонный октавный ГУН на частоты от 3 до 6 ГГц. Частота с выхода ГУН, охваченного контуром ФАПЧ, может дополнительно делиться



**Рис. 3.** Демонстрационная плата для ИМС 1508 MT015

выходными делителями частоты на 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128. Таким образом, общий частотный диапазон на СВЧ-выходах ИМС (OUT1P, OUT1N, OUT2P, OUT2N) составляет от 23,5 МГц до 6 ГГц. Помимо СВЧ-выходов, сигнал частотой до 800 МГц можно получить на выходе стандарта LVDS (OUTLVDSP, OUTLVDSN), а также КМОП-сигнал частотой до 250 МГц – на выходе OUTCMOS. Синтезатор может работать как в дробном, так и в целочисленном режимах при диапазоне опорной частоты до 200 МГц.



**Рис. 4.** Окно пользовательской программы управления ИМС 1508 MT015 в режиме доступа ко всем регистрам

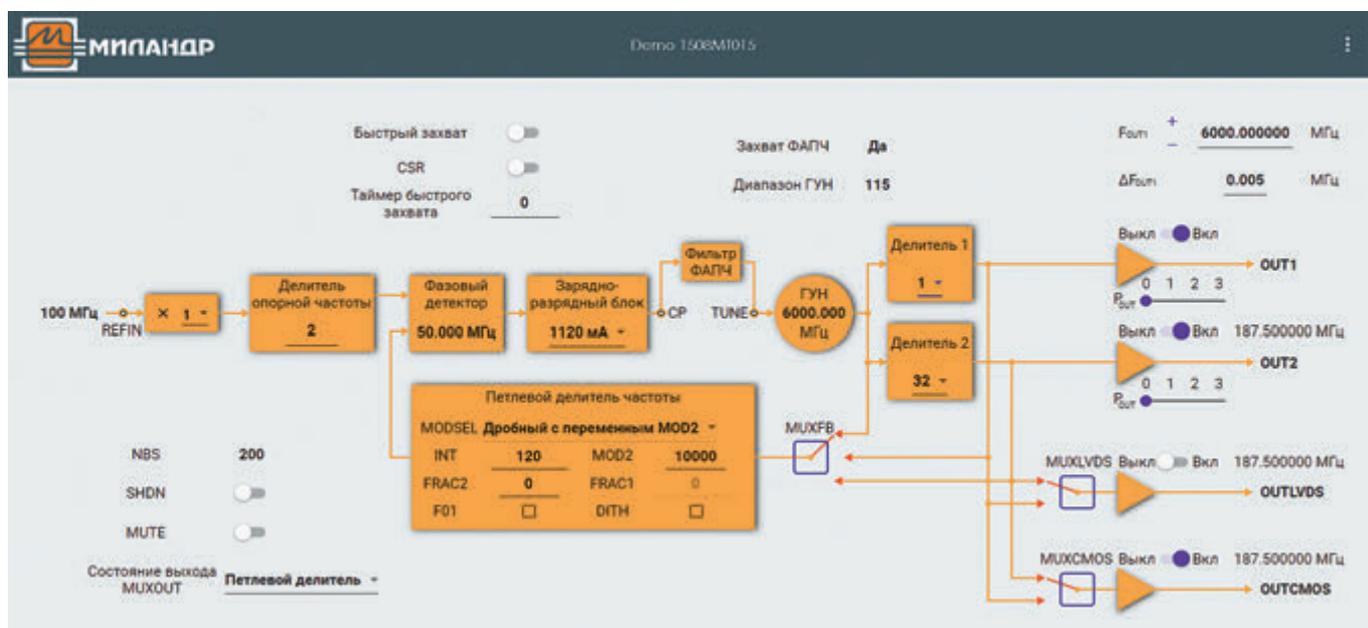


Рис. 5. Окно пользовательской программы управления ИМС 1508 МТ015 в режиме User friendly

Параметры разрабатываемой микросхемы:

- диапазон выходных частот: 23,5–6000 МГц;
- максимальный уровень мощности выходной частоты на СВЧ-выходах: 5 дБм;
- коэффициенты деления делителей выходной частоты: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128;
- максимальная опорная частота: 200 МГц;
- максимальная частота фазового детектора: 100 МГц (целочисленный режим), 50 МГц (дробный режим);
- фазовый шум ГУН на выходной частоте 6 ГГц и отстройке 1 МГц:  $-121,5$  дБн/Гц;
- фазовый шум ГУН на выходной частоте 3 ГГц и отстройке 1 МГц:  $-129$  дБн/Гц;
- время автоматической калибровки ГУН: не более 40 мкс;
- нормированный уровень собственных шумов:  $-226$  дБн/Гц (целочисленный режим),  $-222$  дБн/Гц (дробный режим);
- напряжение питания:  $3,3 \text{ В} \pm 10\%$ ;
- динамический ток потребления: не более 320 мА;
- 40-выводной металлокерамический корпус 5164.40-1.

Микросхема предназначена для построения блоков генераторов сигнала на основе фазовой автоподстройки частоты, которые могут быть применены в качестве гетеродинов радиоприемных трактов или генератора стабильной тактовой частоты.

Фазовый шум синтезатора, измеренный на СВЧ-выходе OUT1P на частоте 6 ГГц при опорной частоте 100 МГц, представлен на рис. 2.

Демонстрационная плата, поставляемая в комплекте с данной микросхемой, показана на рис. 3. Управление всеми режимами работы микросхемы осуществляется при помощи специализированного программного обеспечения, которое осуществляет взаимодействие со всеми регистрами микросхемы. В режиме User friendly (рис. 5) программа обеспечивает интуитивно понятный графический интерфейс с возможностью задания выходной частоты на выходе OUTP. При этом необходимые значения внутренних регистров вычисляются автоматически.

**Широкополосный интегральный LC-ГУН в ИМС 1508 МТ015.** В качестве ГУН в синтезаторе частот применяется LC-генератор со 128 диапазонами, обеспечивающими общий диапазон перестройки частоты ГУН от 3 до 6 ГГц. Диапазон

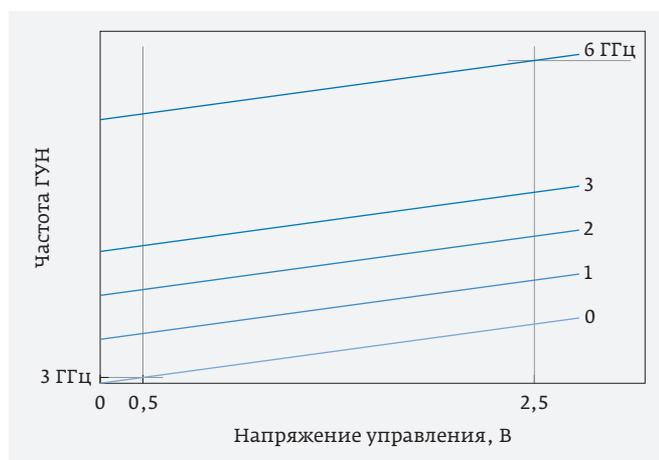
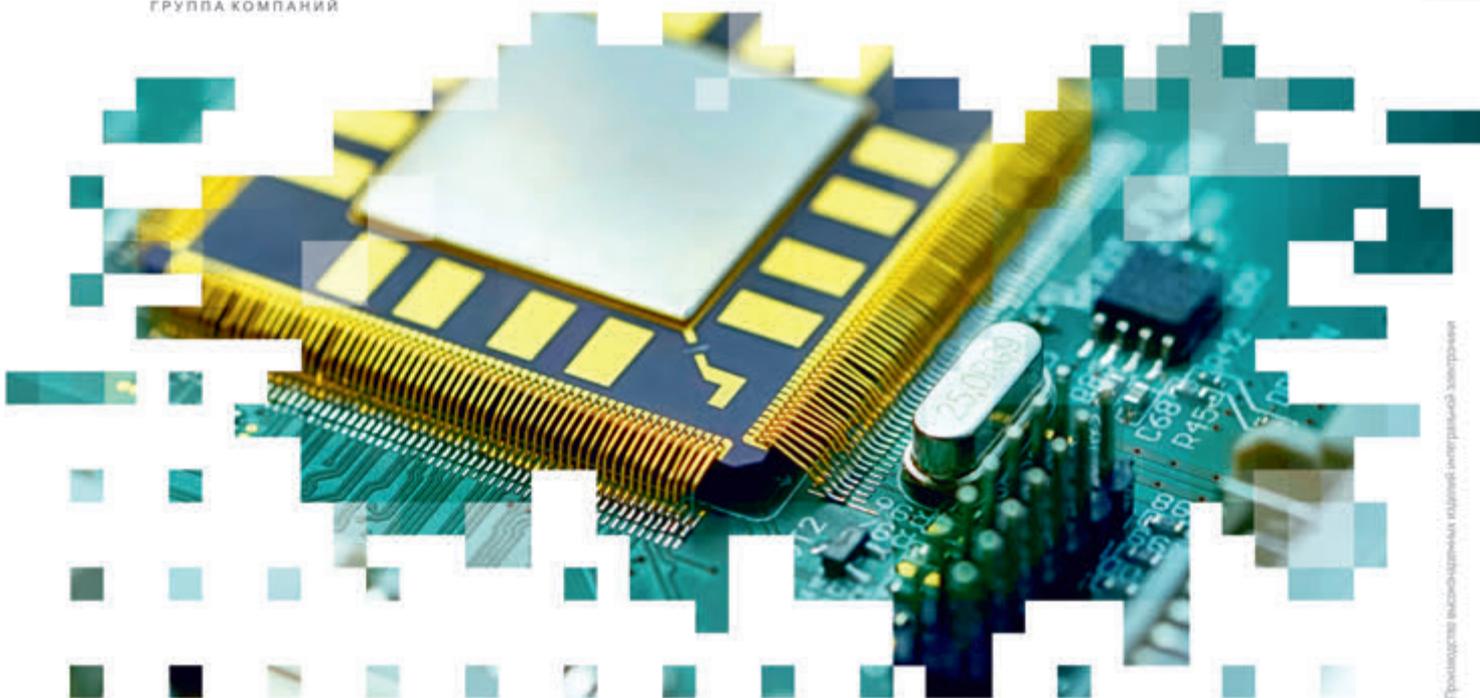


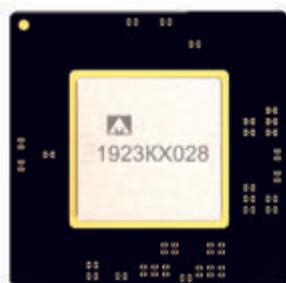
Рис. 6. Семейство перестроечных характеристик ГУН



## 1923КХ028

Микросхема коммутатора интерфейса Ethernet 10/100/1000 Мбит/с  
АЕНВ.431240.329ТУ

Предназначены для использования в аппаратуре специального назначения, особенно эффективен в приложениях для аудио/видео коммутирующих систем



МК 8303.576-2

### Технические характеристики

- 16-порт. коммутатор сетей
- IEEE 802.3/Ethernet 10/100/1000 Мбит/с
- $U_{cc} = (3,3 \pm 0,3) В$  и  $(1,1 \pm 10 \%) В$
- Поддержка Jumbo пакетов до 9216 байт
- Потребляемая мощность 5 Вт
- QoS совместимая с IEEE 802.1р, 1
- VLAN совместимая с IEEE 802.1Q, 1
- Два MDIO интерфейса со скоростью обмена от 2,5 до 12 Мбит/с
- Общая память пакетов, 1 Мбайт
- Интерфейс SPI master / SPI slave

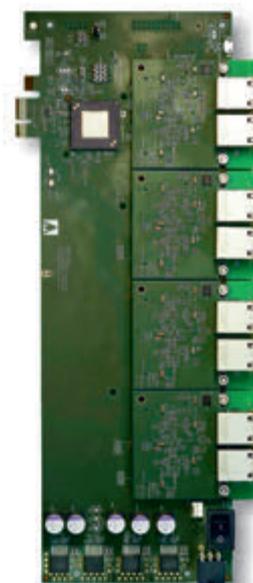
## ТСКЯ.468998.072

Комплект демонстрационной платы для микросхемы 1923КХ028

Комплект предназначен для ознакомления и исследования работы микросхемы 1923КХ028

### Состав комплекта

- 1923КХ028 (коммутатор интерфейса Ethernet 10/100/1000)
- 1986BE92 (32-битный микроконтроллер на базе ядра ARM Cortex-M3)
- PCI-Express x1, стандарт 2.0 (5 ГТ/с)
- 2 интерфейса SMI (MDIO)
- 8 мезонинных плат с Ethernet PHY трансиверами (2 канала Ethernet на каждой плате)
- USB интерфейс для конфигурирования
- Термодатчик



## Новизна инженерных решений

124498, г. Москва, Зеленоград, Георгиевский пр-т, д. 5 • info@milandr.ru  
+7 (495) 981-54-33 • +7 (495) 981-54-36 (факс)

/ MILANDR.RU

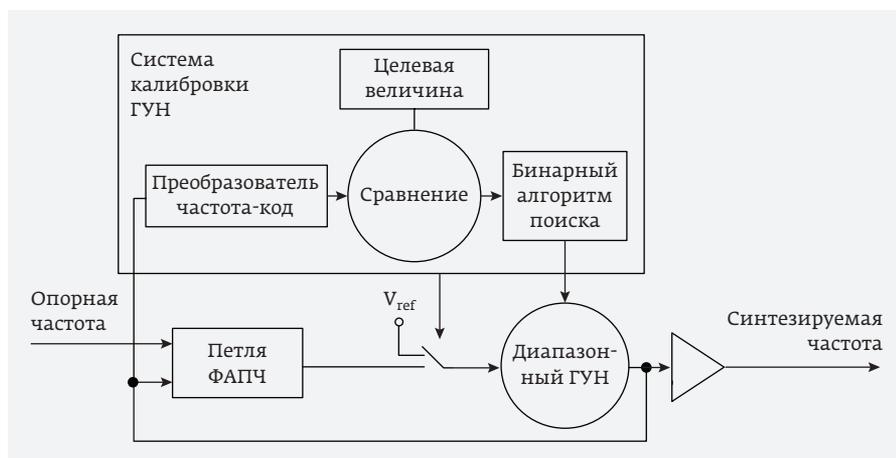


Рис. 7. Структурная схема петли ФАПЧ с системой калибровки ГУН

валидного управляющего напряжения от 0,5 до 2 В. Дискретное управление частотой порождает семейство перекрывающихся перестроенных характеристик (рис. 6).

При использовании в составе контура ФАПЧ генератора, управляемого напряжением с дискретным управлением частотой, возникает необходимость реализации системы автоматической установки необходимого поддиапазона ГУН перед тем, как начнется процесс захвата контура ФАПЧ. Упрощенная структурная схема контура ФАПЧ с системой калибровки ГУН, используемая в ИМС 1508 МТ015, показана на рис. 7.

Во время поиска необходимого диапазона после загрузки всей конфигурации вычисляется целевая величина на основе выбранной опорной частоты и петлевых коэффициентов деления. На входе управляющего напряжения ГУН поддерживается постоянное напряжение, соответствующее середине поддиапазона. Частота ГУН в текущем поддиапазоне переводится в цифровой код специальным преобразователем. Затем эта величина сравнивается с целевой величиной и в соответствии с бинарным поиском (деление отрезка пополам) устанавливается новый поддиапазон ГУН. В результате, за несколько итераций устанавливается тот поддиапазон ГУН, в котором разница между целевой величиной и текущей частотой ГУН минимальна. Время автоматической калибровки ГУН в ИМС 1508 МТ015 составляет не более 40 мкс, что примерно в пять раз меньше, чем в аналоге MAX2870.

Более подробная информация о данной микросхеме, включая предварительную спецификацию, доступна на официальном сайте АО «ПКК Миландр»: [https://ic.milandr.ru/products/radiochastotnye\\_mikroskhemiy/1508mt015/#main\\_tab](https://ic.milandr.ru/products/radiochastotnye_mikroskhemiy/1508mt015/#main_tab).

## КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»



Цена 975 руб.

### МОЩНЫЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ СВЧ-УСИЛИТЕЛИ

Сечи Ф., Буджатти М.

При поддержке АО «НПП „Исток“ им. Шокина»

Перевод с англ. под ред. д. т. н. А. А. Борисова

В книге рассмотрены все традиционные вопросы, связанные с разработкой усилителей мощности, начиная от получения моделей приборов на большом сигнале и заканчивая обсуждением сумматоров мощности и методов проектирования.

Большое внимание в издании уделено рассмотрению физических основ приборов, фазовых шумов, схем смещения и тепловому проектированию. Также в книге особое внимание уделяется рассмотрению фундаментальных принципов. Издание затрагивает необычайно большое количество областей, связанных с физикой полупроводников и активных устройств.

Книга представляет интерес для специалистов, которые занимаются разработкой усилителей мощности для базовых станций сотовой связи. В особенности это относится к рассмотрению моделей на больших сигналах, проблем, связанных с фазовыми шумами, методов проектирования усилителей мощности, специальных конструкций усилителей мощности и теплового проектирования. Также данная книга может послужить в качестве справочного пособия при углубленном изучении СВЧ-устройств.

М.: ТЕХНОСФЕРА, 2018. – 416 с., ISBN 978-5-94836-415-5

#### КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

☎ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 495 234-0110; 📠 +7 495 956-3346; [knigi@technosphera.ru](mailto:knigi@technosphera.ru), [sales@technosphera.ru](mailto:sales@technosphera.ru)



## Разработка и производство конденсаторов

**оксидно-электролитические алюминиевые конденсаторы**  
K50-15, K50-17, K50-27, K50-37, K50-68, K50-74, K50-76, K50-77, K50-80,  
K50-81, K50-83, K50-84, K50-85, K50-86, K50-87, K50-88, K50-89, K50-90,  
K50-91, K50-92, K50-93, K50-94, K50-95(чип), K50-96, K50-98

**объемно-пористые танталовые конденсаторы**  
K52-1, K52-1М, K52-1БМ, K52-1Б, K52-9, K52-11,  
K52-17, K52-18, K52-19, K52-20, K52-21, K52-24,  
K52-26(чип), K52-27(чип)

**оксидно-полупроводниковые танталовые конденсаторы**  
K53-1А, K53-7, K53-65(чип), K53-66, K53-68(чип),  
K53-71(чип), K53-72(чип), K53-74(чип),  
K53-77(чип), K53-78(чип)

**суперконденсаторы (ионисторы)**  
K58-26

**накопители электрической энергии на основе модульной сборки суперконденсаторов**

Система менеджмента качества сертифицирована на соответствие требованиям ISO 9001

Россия, 427968, Удмуртская Республика, г. Сарапул, ул. Калинина, 3  
Тел.: (34147) 2-99-53, 2-99-89, 2-99-77, факс: (34147) 4-32-48, 4-27-53  
e-mail: [elecond-market@elcudm.ru](mailto:elecond-market@elcudm.ru), <http://www.elecond.ru>