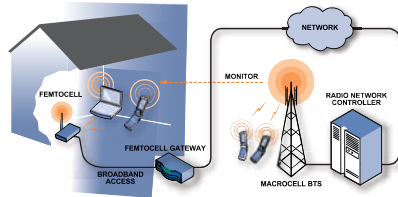


КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ УСТРОЙСТВ СВЯЗИ, часть 3

В статье рассматриваются пути построения беспроводных устройств связи и компоненты для их реализации. В третьей части приведен обзор демодуляторов, выпускаемых компанией Analog Devices.



COMPONENTS FOR CONSTRUCTION OF WIRELESS COMMUNICATION DEVICES, part 3

Abstract - In article ways of construction of wireless communication devices and components for their implementation are observed. In the third part survey of demodulators which are released by company Analog Devices is resulted.

В. Макаренко

V. Makarenko

В [1] были рассмотрены основные функциональные схемы приемопередатчиков, характеристики высокочастотных малошумящих усилителей и модуляторов, выпускаемых компанией Analog Devices. В третьей части рассмотрим основные характеристики демодуляторов, параметры которых приведены в табл. 1.

Сдвоенный квадратурный демодулятор AD8333 [2] обеспечивает:

- демодуляцию квадратурных сигналов с погрешностью восстановления фазы $\pm 0.1^\circ$ и разбалансом амплитуд ± 0.05 дБ
- дискретную регулировку фазы для I/Q-составляющих с шагом 22.5° (16 дискретных значений, задаваемых кодом управления)
- обработку сигналов в полосе рабочих частот:
 - ◆ по входу гетеродина (4LO) * 0.1...200 МГц
 - ◆ по входу ВЧ-сигнала (RF) 0...50 МГц
- ограничение рабочей полосы частот внешним фильтром
- динамический диапазон (спектральную плотность) 161 дБ/Гц

- входное сопротивление буферного каскада (LO drive) 50 Ом
- коэффициент передачи буферного каскада 0 дБм.

Напряжение питания демодулятора AD8333 ± 5 В, потребляемая мощность не более 380 мВт.

Функциональная схема демодулятора AD8333 приведена на рис. 1. Сигнал гетеродина

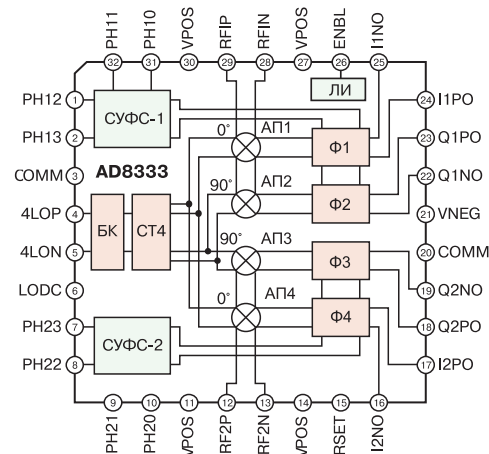


Рис. 1. Функциональная схема демодулятора AD8333

Табл. 1. Основные характеристики демодуляторов компании Analog Devices

Тип ИМС	Функциональное назначение	Диапазон частот на вых., МГц	Диап. частот I/Q, МГц	Фазовая погрешн., град.	Амплитудн. погрешн., дБ	Диапазон изменения K_v , дБ	Уровень собственных шумов, дБм/Гц	Напр. питания, В	Ток потребл., мА
AD8333	демодулятор	0...50	200	0.1	0.05	-	-161	± 5	44
AD8339		0...50	50	1	0.05	-	-	4.5...5.5	35

* Обозначения в скобках соответствуют функциональной схеме AD8333 [2].

через буферный каскад (БК) поступает на вход двоичного счетчика (СТ4) с коэффициентом счета, равным четырем. На выходах счетчика формируются квадратурные сигналы, которые подаются на первые входы аналоговых перемножителей АП1...АП4. На вторые входы АП подаются демодулируемые сигналы со входов RF1P, RF1N и RF2P, RF2N.

На выходах аналоговых перемножителей формируются I- и Q-составляющие демодулированных сигналов, которые через управляемые фазовращатели Ф1...Ф4 поступают на выходы демодулятора. Управление величиной фазового сдвига между сигналами соседних каналов осуществляют схемы управления фазовым сдвигом СУФС-1 и СУФС-2. На входы РНх0...РНх3 СУФС подается код управления, значения которого приведены в табл. 2.

Табл. 2. Зависимость фазового сдвига между сигналами соседних каналов от значения кода управления

Фазовый сдвиг	Значение кода управления на входах			
	РНх3	РНх2	РНх1	РНх0
0°	0	0	0	0
22.5°	0	0	0	1
45°	0	0	1	0
67.5°	0	0	1	1
90°	0	1	0	0
112.5°	0	1	0	1
135°	0	1	1	0
157.5°	0	1	1	1
180°	1	0	0	0
202.5°	1	0	0	1
225°	1	0	1	0
247.5°	1	0	1	1
270°	1	1	0	0
292.5°	1	1	0	1
315°	1	1	1	0
337.5°	1	1	1	1

Возможность регулировки фазового сдвига позволяет строить различные устройства, в которых используется корреляционная обработка сигналов или формируется нужная диаграмма направленности антенны, состоящей из большого числа приемников (например, в ультразвуковых медицинских сканерах). На рис. 2 приведена схема устройства формирования сигнала в приемнике ультразвукового медицинского сканера при обработке сигналов двух элементов приемной антенны.

Если входные ультразвуковые сигналы датчиков сдвинуты по фазе на 45°, как показано на рис. 2, то и электрические сигналы E1 и E2 на выходах ультразвуковых датчиков УЗ1 и УЗ2 сдвинуты по фазе на такой же угол. Сигналы усиливаются малошумящими усилителями МШУ1 и МШУ2 AD8332 и подаются на входы демодулятора AD8333. В первом канале, принятом в качестве опорного, фазовый сдвиг, вносимый демодулятором, устанавливается равным нулю, а во втором канале – равным 45 градусов. В результате сигналы S1 и S2 на выходах AD8333 совпадают по фазе и после сложения в сумматоре Σ полезный сигнал на его выходе имеет удвоенную амплитуду. Сигналы помех, фазы которых отличаются на величину, отличную от 45°, ослабляются. Используя несколько таких схем, можно построить приемный тракт, рассчитанный на работу с любым требуемым числом ультразвуковых датчиков. В [2] приведена функциональная схема такого тракта.

Высокая идентичность характеристик каналов в широком диапазоне частот позволяет формировать приемные тракты с узконаправленными характеристиками. На рис. 3, а приведены зависимости фазовой ошибки (разности фаз между сигналами первого и второго каналов) от значения кода управления (т.е. при различных величинах фазового

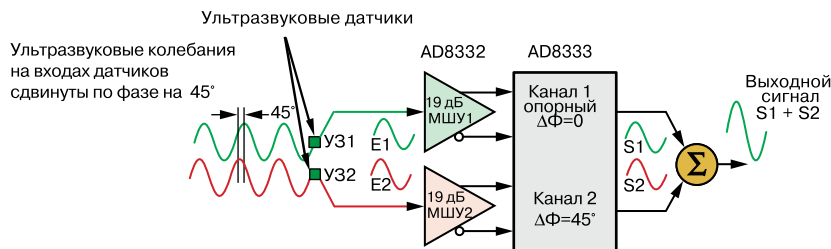


Рис. 2. Функциональная схема формирователя сигнала в приемном тракте ультразвукового медицинского сканера

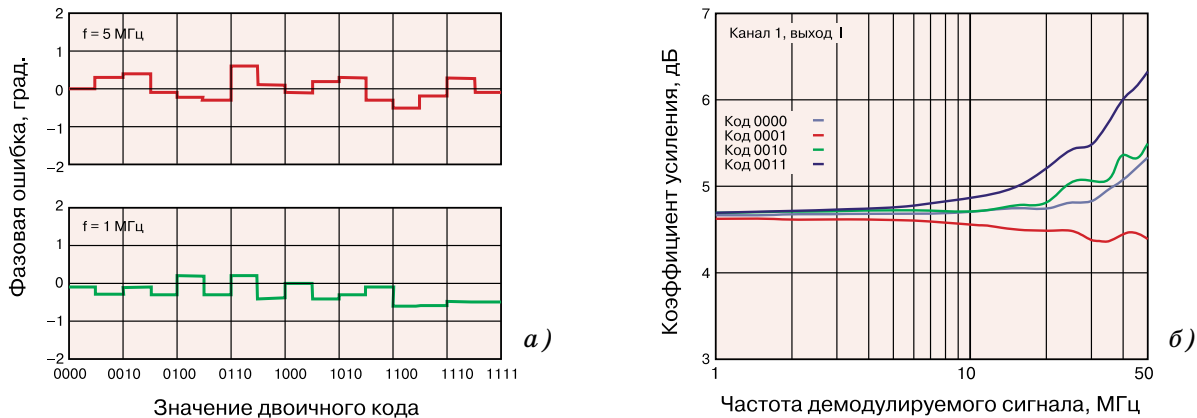


Рис. 3. Зависимости фазовой ошибки от кода управления (а) и коэффициента усиления от частоты демодулируемого сигнала (б) для демодулятора AD8333

сдвига), а на рис. 3, б – зависимость коэффициента усиления от частоты демодулируемого сигнала. Как следует из приведенных зависимостей, фазовая ошибка не превышает по абсолютной величине 0.7°, а коэффициент усиления меняется не более, чем на 1.5 дБ, при перестройке фазового сдвига от 0 до 270° в диапазоне частот 50 МГц. В диапазоне 10 МГц коэффициент усиления изменяется не более, чем на 0.2 дБ.

Изменение фазы выходного сигнала демодулятора в динамике иллюстрирует рис. 4. При кодах управления 0000 на входах СУФС обоих каналов сигналы на выходах первого и второго каналов совпадают по фазе и на рис. 4 показаны красной кривой. Желтой линией показан уровень сигнала на входе управления РН21 СУФС-2. В момент времени, когда на вход РН21 подан уровень логической единицы (высокий потенциал), что соответствует коду управления 0100, фаза сигнала на выходе вто-

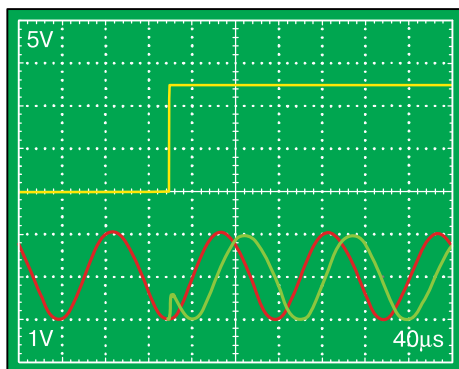


Рис. 4. Изменение фазы на выходе второго канала при подаче кода 0100 на входы управления СУФС-2

рого канала изменяется скачком на 90° (зеленая кривая).

Более подробно с характеристиками демодулятора AD8333 можно ознакомиться в [2].

Демодулятор AD8339 [3] отличается от AD8333 наличием четырех каналов обработки сигнала и последовательного интерфейса SPI для управления фазовым сдвигом в каждом канале. Остальные параметры демодуляторов практически идентичны за исключением динамического диапазона, значение которого для AD8339 составляет 160 дБ/Гц, и потребляемой мощности – 280 мВт для AD8339. Функциональная схема AD8339 приведена на рис. 5. Как следует из рисунка 5, функциональная схема одного канала демодулятора AD8339

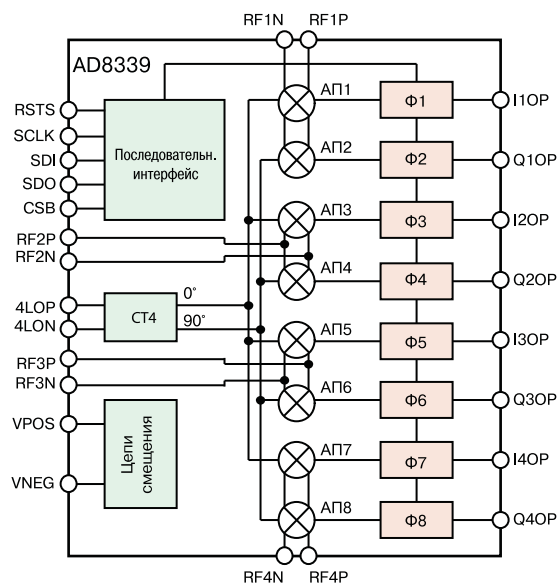


Рис. 5. Функциональная схема демодулятора AD8339

практически не отличается от схемы аналогового канала ИМС AD8333. Существенным отличием является только наличие последовательного интерфейса в схеме управления.

Применение AD8339 вместо AD8333 позволяет сократить число ИМС, необходимых для построения устройств с многоканальной обработкой высокочастотной информации. В [3] приведена принципиальная схема четырехканального демодулятора и даны рекомендации по выбору параметров ее элементов.

Компания Analog Devices выпускает оценочную плату AD8339-EVALZ (рис. 6) для тестирования и отладки устройств, в которых используются демодуляторы AD8339. В состав платы AD8339-EVALZ в качестве источника входного сигнала включена оценочная плата AD9271-EVALZ. Для программирования параметров демодулятора через интерфейс SPI вместе с оценочной платой поставляется программное обеспечение, которое позволяет быстро запрограммировать требуемый фазовый сдвиг в каждом канале демодулятора.

Рассмотренные ИМС демодуляторов предназначены для построения:

- диаграмм направленности приемных антенн ультразвуковых локаторов и медицинских сканеров
- фазированных антенных решеток
- радиолокаторов
- адаптивных антенн и антенных систем
- приемных трактов в различных системах связи.

С другими компонентами, необходимыми для построения беспроводных систем связи,



Рис. 6. Оценочная плата AD8339-EVALZ с источником входного сигнала AD9271-EVALZ

мы будем знакомить читателей в следующих публикациях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макаренко В. Компоненты для построения беспроводных устройств связи, части 1, 2 // ЭКиС – Киев: VD MAIS, 2009, №№ 3, 4.
2. http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD8333.pdf.
3. http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD8339.pdf.

VD MAIS

Электронные компоненты и системы

- Микросхемы • Датчики • Оптоэлектроника
- Источники питания • Резонаторы и генераторы • Дискретные полупроводники
- Пассивные компоненты • СВЧ-компоненты
- Системы беспроводной связи

Дистрибьютор

ANALOG DEVICES, AVAGO TECHNOLOGIES, ARTESYN, ASTEC, COTCO, CREE, DYNEX, FORDATA, DDC, FREESCALE, GEYER, IDT, KINGBRIGHT, MEAN WELL, MICROSEMI, MURATA, OMRON, RECOM, ROCHESTER, ROHM, SONITRON, TELIT, TEMEX, TYCO ELECTRONICS, VACUUMSCHMELZE, XILINX

Украина, 03061 Киев, ул. М. Донца, 6
 тел.: (044) 220-0101, 492-8852, 220-2022
 факс: (044) 220-0202
 e-mail: info@vdmmais.kiev.ua, www.vdmmais.kiev.ua

VD MAIS

Измерительные приборы

- Осциллографы
- Генераторы
- Логические анализаторы
- Анализаторы спектра
- Измерители параметров видеосигналов
- Источники питания
- Частотомеры
- Мультиметры

Дистрибьютор

TEKTRONIX, NAMEG, PROTEK

Украина, 03061 Киев, ул. М. Донца, 6
 тел.: (044) 220-0101, 492-8852, 220-2022
 факс: (044) 220-0202
 e-mail: info@vdmmais.kiev.ua, www.vdmmais.kiev.ua

VD MAIS

Компоненты систем автоматизации производства

- Низковольтная коммутационная аппаратура
- Программируемые промышленные контроллеры и компьютеры, ПО
- Шкафы
- Корпуса
- Крейты
- Соединители
- Кабельная продукция
- Инструмент
- СКС
- Термотрансферные принтеры

Дистрибьютор

BOPLA, DIGI, DUX SCHLEGEL, HARTING, KROY, LAPP CABEL, MOLEX, PORTWELL, RITTAL, SCHROFF, SIEMENS, TYCO ELECTRONICS, WAGO

Украина, 03061 Киев, ул. М. Донца, 6
 тел.: (044) 220-0101, 492-8852, 220-2022
 факс: (044) 220-0202
 e-mail: info@vdmmais.kiev.ua, www.vdmmais.kiev.ua