

Высокоэффективные устройства Semtech для беспроводной зарядки

Константин ВЕРХУЛЕВСКИЙ
info@icquest.ru

Все большее число производителей электроники различного назначения использует в своих устройствах схемы беспроводной зарядки. Выбор подходящего решения осложняется тем, что доступные на рынке компоненты имеют во многом схожие характеристики, определяемые требованиями соответствующих отраслевых стандартов. Компания Semtech предлагает полный комплект отдельных ИС и готовых демонстрационных плат, необходимый для практической реализации типовых архитектур беспроводных зарядных устройств.

Введение

В настоящее время сфера применения беспроводных зарядных устройств (БЗУ) не ограничивается зарядкой аккумуляторов высокотехнологичных интеллектуальных гаджетов — смартфонов, планшетных компьютеров, цифровых фото- и видеокамер. Кроме потребительского рынка электроники их можно обнаружить в медицинских приборах, автотранспортных средствах, светотехническом оборудовании и в других отраслях промышленности [1]. Также БЗУ все чаще встраиваются в элементы интерьера или обстановки офисов, например, известная компания ИКЕА уже два года производит мебель с интегрированными панелями для подзарядки телефонов. Такая популярность обусловлена в первую очередь давним желанием пользователей отказаться от множества проводных зарядных устройств и получить одно универсальное решение, способное заряжать любую мобильную аппаратуру, поддерживающую выбранную технологию.

Принцип работы беспроводного зарядного устройства достаточно прост. Он заключается в передаче энергии между двумя катушками с индуктивной связью, подключенными к базовой станции (передатчику) и нагрузке (приемнику). При поступлении переменного тока индукционная катушка базовой станции создает электромагнитное поле, перпендикулярное своим виткам. В приемнике находится похожая катушка, способная улавливать значительную часть силовых линий передатчика, конвертируя полученную энергию в постоянный ток, использующийся для зарядки аккумулятора (рис. 1). Катушки должны располагаться в непосредственной близости, например, самая востребованная спецификация Qi предусматривает передачу энергии на расстоянии до 5 см, чем меньше зазор между ними, тем эффективнее работа беспроводной зарядки. Важно иметь в виду, что две катушки не должны соприкасаться между собой и что без совместимого приемника процесс передачи невозможен.

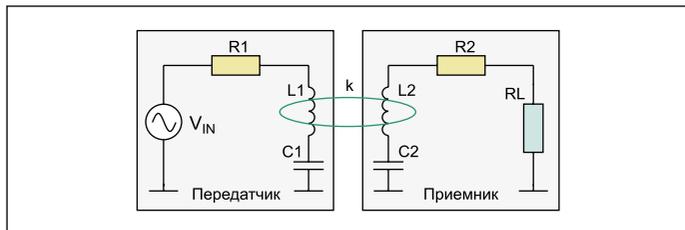


Рис. 1. Принцип работы беспроводного зарядного устройства

Энергоэффективность современных БЗУ достигает 80%. Получение ее максимально возможных значений зависит от оптимального взаимного позиционирования передатчика и приемника, контроля уровня полезной мощности и обнаружения посторонних предметов (FOD, Foreign Object Detection) в зоне действия передатчика. Функция FOD помогает определить наличие любого металлического предмета (ключа, монеты и т. д.), размещенного между катушками и поглощающего часть электромагнитного поля, что снижает эффективность передачи энергии, а также создает угрозу пожаробезопасности из-за нагрева. Реализуется путем сравнения мощности, отданной передатчиком, с мощностью, принятой приемником. Чтобы решить эти проблемы, необходим канал передачи данных между приемником и передатчиком, простейший способ его реализации получил название «модуляция нагрузки». Путем регулировки нагрузки в цепи приемной катушки происходит изменение внесенного импеданса, что вызывает соответствующее изменение тока в передающей катушке и напряжения на контуре) может принимать два значения, которые обозначаются как HI и LO. Разница тока или напряжения между этими величинами должна быть не менее 15 мА или 200 мВ соответственно. По сути, для передачи данных используется классическая амплитудная манипуляция (ASK — Amplitude Shift Keying).

Классификация технологий беспроводных зарядных устройств проводится по величине коэффициента связи катушек k . Магнитно-резонансный метод (MR — Magnetic Resonant) основывается на свойствах слабосвязанных катушек ($k < 0,1$). В методе магнитной индукции (MI — Magnetic Induction) коэффициент связи катушек должен быть как можно ближе к единице, то есть используются сильно связанные катушки. Все доступные спецификации беспроводной зарядки, продвигаемые международными отраслевыми организациями (альянсами) и регламентирующие требования к мощности передатчика, рабочей частоте, параметрам катушек и т. д., базируются на одной из этих технологий.

В настоящее время большинство беспроводных зарядных устройств выпускается в соответствии со стандартом Qi, разработанным консорциумом WPC (Wireless Power Consortium) на основе метода магнитной индукции. В организацию, зарегистрированную в 2008 году, входит более 200 компаний, в их числе Fairchild, Foxconn, Freescale, Huawei, Infineon, Qualcomm, Renesas, Sony, Samsung, STMicroelectronics, TDK Corporation, Texas Instruments, Toshiba и многие другие. Основным конкурентом WPC является недавно образованная организация AirFuel, объединяющая известные альянсы A4WP (Alliance for Wireless

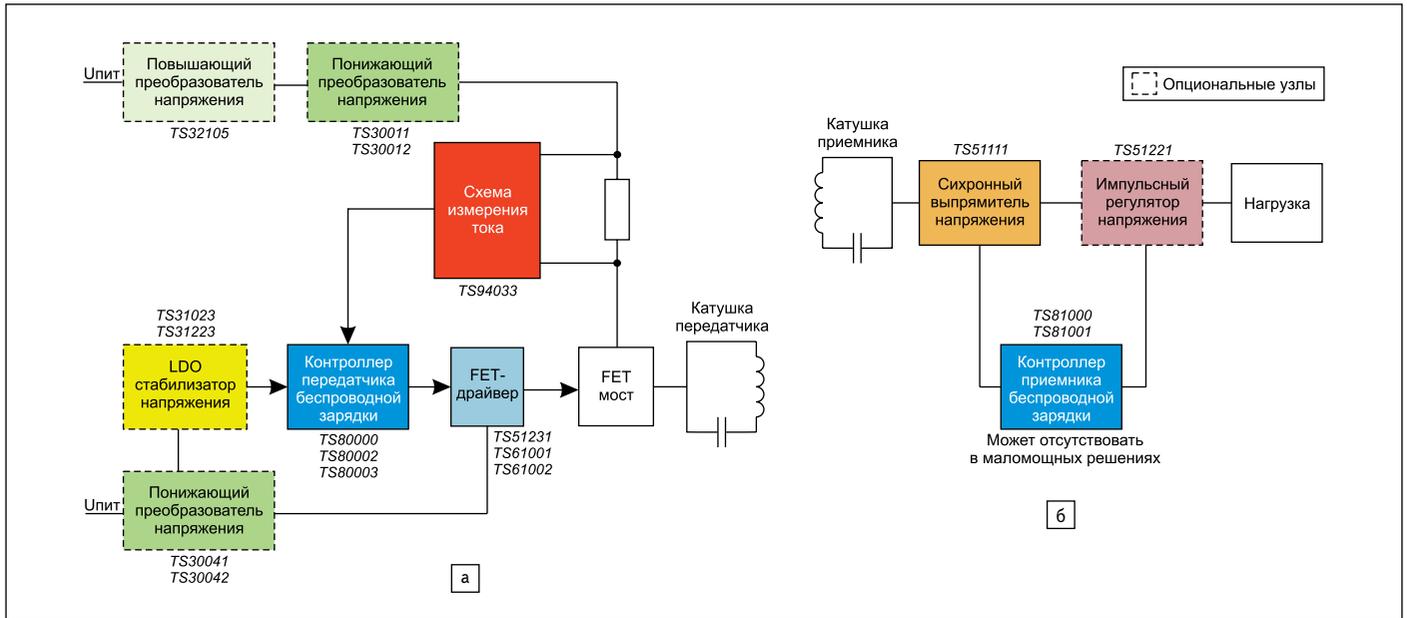


Рис. 2. Типовая архитектура системы беспроводной зарядки: а) архитектура передатчика; б) архитектура приемника

Power) и PMA (Power Matters Alliance). Одноименный стандарт наследует спецификации альянса PMA, в основу которых положен принцип MI, а также спецификации альянса A4WP, базирующиеся на применении метода MR. В совет директоров объединения входят такие крупные отраслевые игроки, как Samsung, AT&T, Duracell Powermat, Broadcom, Mediatek, Qualcomm и другие.

Для производства экономичных портативных беспроводных зарядных устройств необходима специализированная элементная база. В настоящее время ряд компаний-производителей выпускает ИС для реализации технологии беспроводной зарядки в конечных изделиях. Среди них Freescale, Linear Technology, NXP Semiconductor, Texas Instruments, Toshiba, а также компания Semtech, продукция которой и будет рассмотрена далее.

Характеристики устройств серии LinkCharge

Группу электронных компонентов и модулей, предназначенных для беспроводной зарядки, компания Semtech объединяет под торговой маркой LinkCharge. Семейство LinkCharge включает как отдельные микросхемы различного функционального назначения, необходимые для реализации структурной схемы беспроводной зарядки, так и готовые устройства, которые могут быть встроены в элементы интерьера. На рис. 2 показана типовая архитектура приемной и передающей частей такой схемы, цветом отмечены устройства, предлагаемые компанией Semtech [2]. Как видно, основу системы беспроводной зарядки составляют специализированные контроллеры передатчика и приемника энергии, работающие совместно с микросхемами управления электропитанием (обязательными и вспомогательными), драйверами транзисторов, передающими и приемными контурами.

Решения Semtech поддерживают множество конфигураций систем с учетом распространенных напряжений питания, а также размеров и номиналов приемных и передающих катушек. Они могут использоваться в устройствах средней и высокой мощности: до 15 Вт для зарядки смартфонов и планшетных компьютеров, более 15 Вт для потребительской электроники и промышленного оборудования, от 40 Вт и выше для ноутбуков, электроинструментов, автомобильных применений и т. д. Маломощные решения (0,1–2 Вт) ориентированы на работу с миниатюрными катушками.

Являясь активным участником альянсов WPC и AirFuel, Semtech гарантирует полную совместимость создаваемых компонентов с требованиями и особенностями соответствующих спецификаций. Большим

Таблица 1. Основные характеристики стандартов, продвигаемых альянсами WPC и AirFuel

Стандарт	Qi	AirFuel Inductive	AirFuel Resonant
Технология	Магнитной индукции		
Диапазон действия, мм	10		20–50
Рабочие частоты	110–205 кГц	110–300 кГц	6,78 МГц
Стоимость	Низкая		Высокая
Мощность, Вт	15 (Rx)		10 (Tx)
Мощность, Вт (прогнозируемая)	15 (Rx)		22–36 (Tx)
Способ обратной связи	Модуляция нагрузки		Bluetooth
Эффективность зарядки, %	75–77	65–75	20–70
Катушки индуктивности передатчика	Одна и более		Одна, многосекционная

плюсом является универсальность микросхем — одно и то же аппаратное решение без изменения архитектуры подходит для любого из отмеченных в таблице 1 стандартов, а также может быть адаптировано для поддержки проприетарных стандартов беспроводной зарядки.

Микросхемы беспроводной зарядки

Начнем со схемы передатчика. Контроллер передатчика периодически опрашивает окружающие доступные источники питания, выполняет функцию FOD, регулирует уровень передаваемой мощности на основе полученной обратной связи и осуществляет обработку ошибок, возникающих в процессе обмена данными с приемником. Представляет собой RISC-процессор с интегрированной flash- и SRAM-памятью. В настоящее время компания Semtech предлагает три полностью конфигурируемые микросхемы данного типа, отличающиеся, прежде всего, набором и параметрами периферийных узлов и вариантом конструктивного исполнения: TS80000, TS80002 и TS80003.

Контроллер TS80000 предназначен для управления одной или несколькими передающими катушками в полу- или полномостовых системах с мощностью от 40 Вт [3]. Он содержит два 12-битных АЦП, пользовательский USB-интерфейс, ПДП-контроллер, три 16-разрядных таймера/счетчика с режимами IC/OC/PWM, а также дополнительные линии ввода/вывода общего назначения (три аналоговых и пять цифровых). Коммуникационные интерфейсы I²C и UART, сигналы которых (SCL, SDA и TXD, RXD) располагаются на одних и тех же выводах, служат для общения с внутренними конфигурационными регистрами. При их помощи производится программный выбор поддерживаемых стандартов, настройка режимов, задаются пороговые

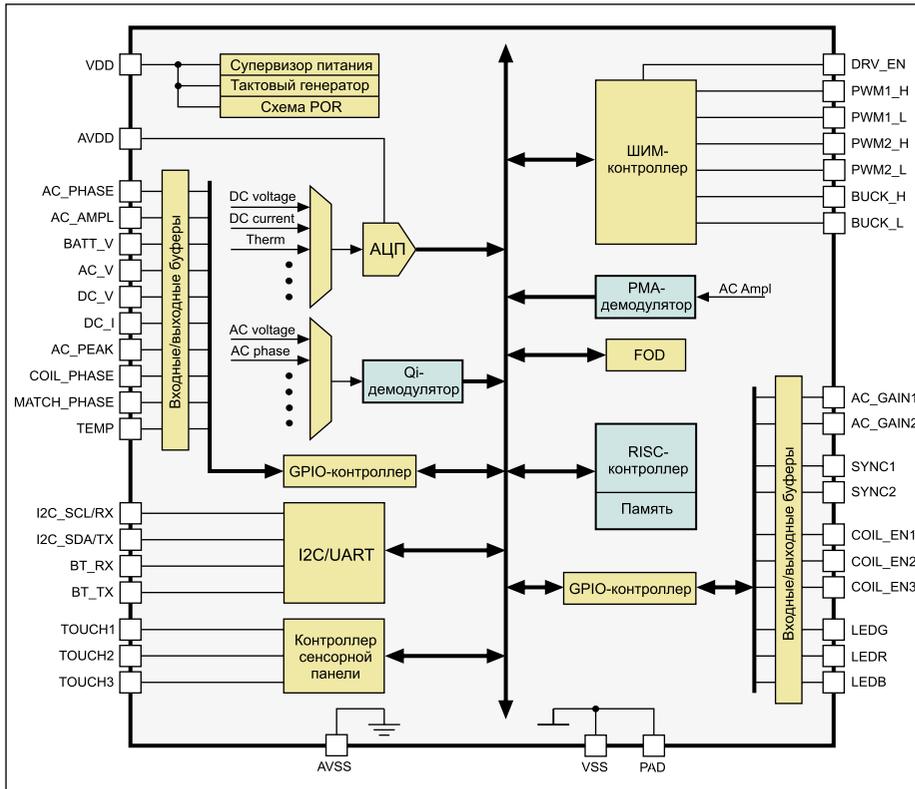


Рис. 3. Структурная схема контроллера TS80003

значения переменного напряжения катушки, максимальной и минимальной рабочей частоты и выходной мощности, считываются данные измерения частоты и коэффициента заполнения ШИМ сигналов, напряжения и тока моста, температуры катушек, коды ошибок и т. д. Выполнение этих задач облегчает предоставляемый графический интерфейс пользователя. Контроллер TS80000 реализован в 36-выводном корпусе QFN размером 6×6 мм, схема его включения практически не требует применения внешних пассивных компонентов. Для питания нужен источник постоянного тока с напряжением 3,3 В, диапазон температур эксплуатации –40...+85 °С.

ИС TS80002, упрощенная копия TS80000, позиционируется для маломощных применений (до 5 Вт). Микросхема отличается минимальными габаритами (20-выводный QFN-корпус размерами всего 3×3 мм), применяется, как правило, в связке с драйвером TS51231. Содержит 10-битный АЦП, три таймера общего назначения (один 8- и два 16-битных), сторожевой таймер, четыре конфигурируемых цифровых вывода. В качестве интерфейса связи используется I²C. Рекомендуемый диапазон напряжений питания 2,95–5,5 В, тактовая частота 16 МГц.

Контроллер TS80003 — старший представитель линейки беспроводных передатчиков энергии, обладающий всеми необходимыми функциями для реализации высокоэффективной системы беспроводной зарядки. Поддерживает стандарты Qi (версия 1.2.2), AirFuel Inductive (бывший PMA) и AirFuel

Resonant (бывший A4WP). Его структурная схема изображена на рис. 3.

Контроллер, способный обеспечить 1–100 Вт выходной мощности при работе с одной (по умолчанию) или несколькими катушками индуктивности, имеет широкий диапазон входных напряжений (5–24 В) и рабочих частот (100–205 кГц), а также меньшую стоимость по сравнению с ближайшим аналогом (TS80000). Изготавливается в стандартном планарном корпусе QFN-40 с внешними габаритами 5×5 мм, рекомендованный диапазон рабочих температур –40...+105 °С, напряжение питания 1,8–5,5 В. К основным функциям TS80003 относятся:

- генерация сигналов ШИМ с настраиваемой частотой, коэффициентом заполнения и фазовым сдвигом для управления MOSFET-драйверами (TS61001/TS61002) и дальнейшей регулировки величины передаваемой мощности;
- обнаружение и демодуляция сигналов обратной связи в соответствии с применяемым стандартом;
- обнаружение посторонних предметов в зоне действия передающей катушки, а также защита от превышения температуры, напряжения и тока через нее;
- периодическое детектирование наличия входных напряжений с целью уменьшения потерь мощности в статическом режиме (энергопотребление при этом не превышает 300 мВт). Порог обнаружения задается при помощи обычного делителя напряжения либо программным способом посредством UART.

Для взаимодействия с внешним контроллером доступны два UART, конфигурирование внутренних регистров выполняется аналогично TS80000, по умолчанию скорость передачи данных составляет 115 200 бит/с.

Измерение входного тока необходимо для реализации FOD и защиты от перегрузки по току. В качестве сенсора тока в зависимости от мощности приложения можно использовать шунтирующий резистор с четырехвыводной конфигурацией (подключение Кельвина) либо датчик Холла. Измерительный резистор должен иметь малый температурный коэффициент сопротивления. Для усиления сигнала токового датчика компания Semtech предлагает использовать токочувствительный усилитель TS94033, схема его включения представлена на рис. 4 [4].

TS94033 относится к маломощным усилителям, отличается широким диапазоном напряжений питания (4–42 В) и идеально подходит для измерения тока потребления в плюсовой шине (до нагрузки). Приведенное к выходу напряжение смещения, не превышающее 215 мВ, позволяет ис-

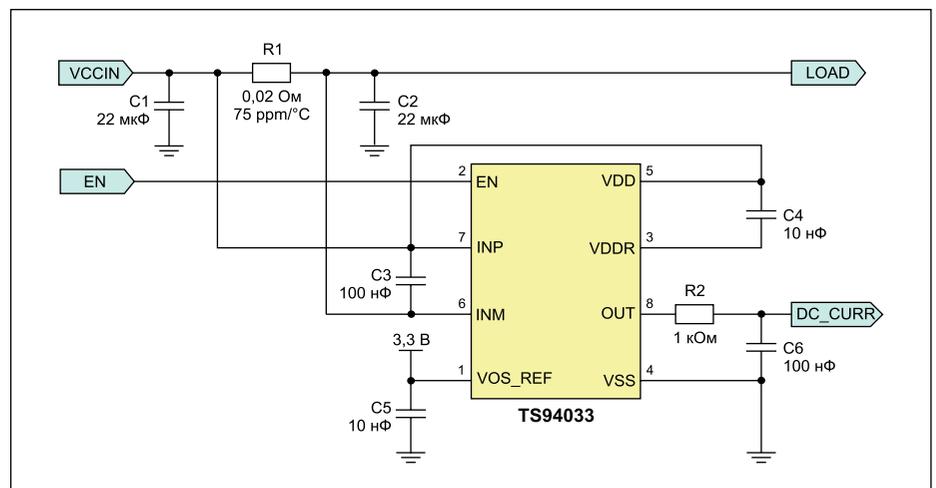


Рис. 4. Типовая схема включения усилителя TS94033

пользовать токоизмерительные резисторы меньших размеров, снизить потери энергии и повысить точность во всем диапазоне входных напряжений. Буфер с низкоимпедансным выходом обеспечивает простое подключение. Усилитель TS94033 имеет внутренне зафиксированный коэффициент усиления 50 В/В с малым температурным дрейфом $-20 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ и типовое значение коэффициента ослабления синфазного сигнала -110 dB . Изготавливается в миниатюрном 8-выводном корпусе SOT-23, предназначенном для эксплуатации в диапазоне рабочих температур от $-40 \dots +125 \text{ }^\circ\text{C}$.

Для согласования низковольтных логических сигналов с уровнями управления затворами n -канальных полевых транзисторов рекомендуются драйверы TS61001, TS61002 или TS51231. TS61001 и TS61002 — две однотипные ИС, выполненные в 28-выводном корпусе QFN для поверхностного монтажа размером $5 \times 5 \text{ мм}$. Интегрированные в одной микросхеме двояные драйверы верхнего и нижнего плеча позволяют реализовать как полумостовую, так и мостовую конфигурацию. На рис. 5 изображена упрощенная функциональная блок-схема драйвера TS61001 с указанием ключевых узлов [5].

Драйверы верхнего и нижнего плеча управляются по отдельным входам, совместимым со стандартными логическими уровнями TTL. Дополнительный вывод DRV_EN отключает оба плеча независимо от состояния на входах HS1ON, LS1ON, HS2ON и LS1ON. При реализации каскадов верхнего плеча быстродействующие схемы сдвига уровня управляющего напряжения используются совместно с относительно простыми цепями вольтдобавки («бутстрапными» схемами). Эта особенность позволяет выполнить драйверы без применения дополнительных источников с гальванической развязкой и получить повышенные «бутстрапные» напряжения: до 85 В у TS61001 и до 50 В у TS61002. Длительность управляющего импульса ограничена величиной емкости, подключаемой к выводам VB1 и VB2.

Оба драйвера обладают хорошими динамическими характеристиками, задержки переключения при отпирании и запираии ключа не превышают 50 нс, время нарастания и спада выходного напряжения не более 20 нс. Повышению быстродействия способствуют низкие выходные сопротивления микросхем (типичные значения: 5 Ом на включение и 2 Ом на выключение). Выходные управляющие напряжения (5–12 В у TS61001 и 3,5–5 В у TS61002) совместимы с требуемыми уровнями напряжений затворов многих транзисторов.

При снижении напряжения питания драйвера, вызванного теми или иными причинами, уменьшается и напряжение на затворе открытого транзистора. При его падении ниже определенного порога выходные транзисторы могут перейти в линейный режим работы, что способно привести к росту потерь и перегреву. Для предотвращения данной ситуации предусмотрена встроенная схема блокировки при пониженном напряжении (UVLO — Under Voltage LockOut), которая наряду с цепью защиты от повышенных температур повышает безопасность эксплуатации драйверов. Из дополнительных особенностей у ИС TS61001 можно отметить наличие вспомогательного компаратора и линейного стабилизатора, рассчитанного на напряжение 3,3 В и выходной ток 10 мА. У драйвера TS61002 периферия представлена двумя операционными усилителями, которые могут работать с сигналами обратной связи, а также линейным регулятором напряжения (3 В, 50 мА) для питания внешних цепей.

В отличие от предыдущих устройств микросхема TS51231 представляет собой драйвер с интегрированным каскадом выходных транзисторов с максимальным выходным током 2 А. Типовое применение подразумевает поступление сигналов управления от контроллера TS80002 на единственный вход HSON. Высокий логический уровень на нем включает транзистор верхнего плеча и выключает транзистор нижнего, низкий уровень — наоборот. Вывод nFLT, связанный с внутренними схемами мониторинга, может сигнализировать контроллеру об аварийных ситуациях. Драйвер TS51231 позиционируется для систем беспроводной зарядки мощностью до 5 Вт, имеет диапазон напряжений питания 4,2–16,5 В, конструктивно изготавливается в миниатюрном 16-выводном корпусе QFN размером всего $3 \times 3 \text{ мм}$.

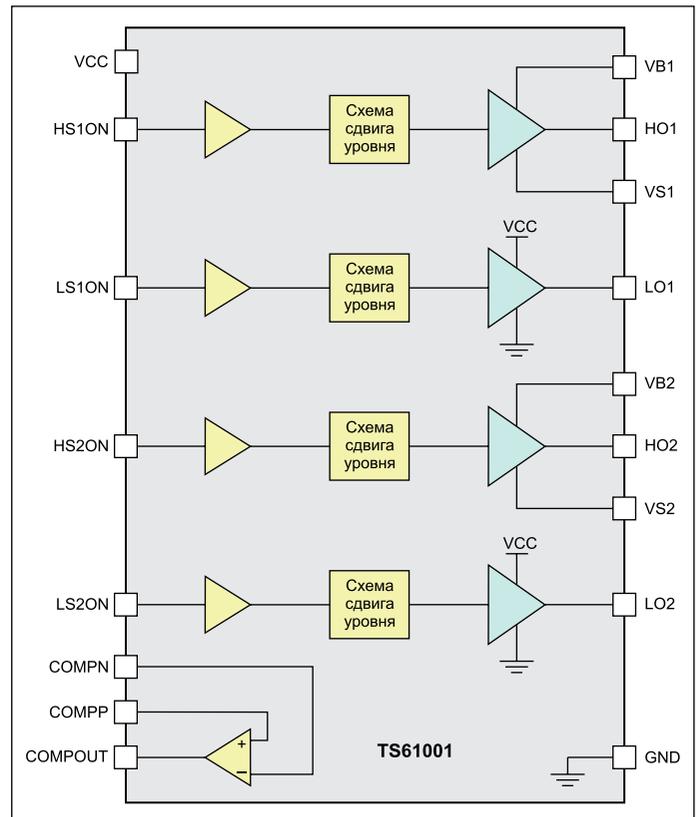


Рис. 5. Упрощенная функциональная блок-схема драйвера TS61001

На стороне приемника выполняется преобразование входного напряжения переменного тока в постоянное напряжение, предназначенное для заряда батареи, для этих целей предусмотрен высокоинтегрированный синхронный выпрямитель TS51111. Используемый для самостоятельной либо для совместной работы с контроллерами TS81000 и TS81001, выпрямитель создан с целью минимизации списка комплектующих, необходимых для проектирования конечного устройства. Имеет выходную мощность более 20 Вт, КПД свыше 98% при высоких токах нагрузки и собственное энергопотребление в режиме ожидания порядка 20 мкА. Внутренние высоковольтные ключи служат для выполнения модуляции нагрузки, низкие значения их сопротивлений открытого канала позволяют минимизировать рассеяние мощности. Высокое значение входного напряжения переменного тока (до 20 В с частотой 100–210 кГц) позволяет применить простые и надежные схемы со вторичной стороны зарядного устройства. Для процесса предварительной подзарядки батареи имеется встроенный источник, который может запитываться от силовой шины USB-интерфейса. Выпрямитель TS51111 производится в 45-выводном корпусе форм-фактора WCSP и 36-выводном корпусе форм-фактора QFN размером $6 \times 6 \text{ мм}$ [6]. На рис. 6 показана электрическая принципиальная схема подключения TS51111, действующего в связке с контроллером TS81000.

Общение микросхем осуществляется посредством входов/выходов общего назначения и интерфейсов связи UART или I²C. Питание контроллера V_{CORE} обеспечивается встроенным в выпрямитель малопотребляющим 3,3-В LDO-стабилизатором с падением напряжения не более 100 мВ и выходным током до 50 мА. Опорное напряжение (2 В), требуемое для работы АЦП-контроллера, поступает с вывода VREF TS51111. Единственный аналоговый выход выпрямителя AMUX соединяется с одноименным входом АЦП через фильтр низких частот, встроенный мультиплексор коммутирует сигналы с внутренних блоков TS51111. Таким образом измеряются сигналы с линий PDC (выпрямленное напряжение), P_{ACKP} (выходной ток), с защитного термистора и ряд других параметров.

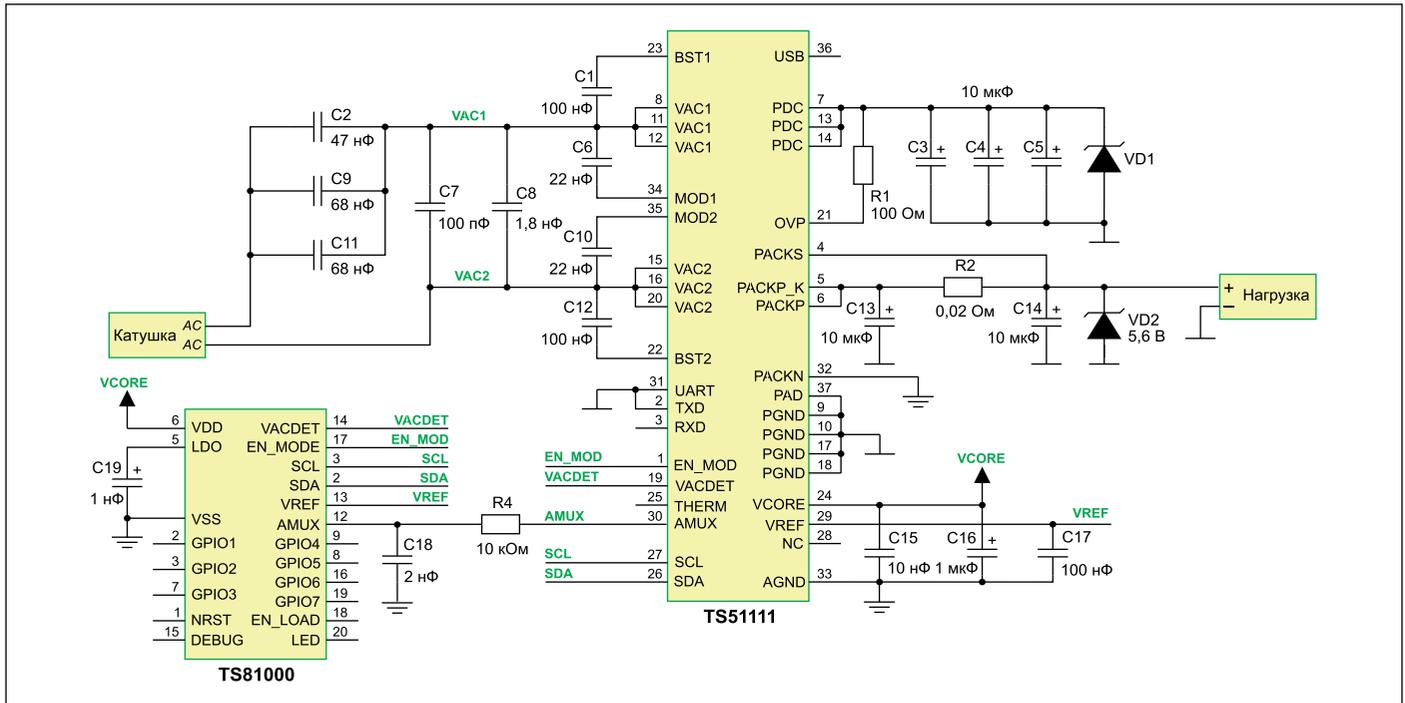


Рис. 6. Типовая схема включения синхронного выпрямителя TS51111 и контроллера TS81000

Наличие высокого логического уровня на выходе VACDET показывает, что на входе выпрямителя присутствует переменное напряжение.

Контроллер приемника системы беспроводной передачи энергии выполняет операции кодирования и передачи команд для регулировки процесса зарядки. В настоящее время компания Semtech предлагает две версии таких устройств: TS81000 и TS81001. Оба контроллера поддерживают стандарты WPC и AirFuel и могут работать в системах с максимальной мощностью до 40 Вт. По своей структуре они во многом соответствуют контроллерам на передающей стороне — содержат RISC-процессор с интегрированной flash- и SRAM-памятью, три таймера (один

8- и два 16-битных), сторожевой таймер, восемь конфигурируемых выводов общего назначения и АЦП (10-разрядный у TS81000 и 12-разрядный у TS81001). В качестве коммуникационного интерфейса используется I²C. Рекомендуемый диапазон напряжений питания 2,95–5,5 В, тактовая частота 16 МГц, корпус — 20-выводный QFN размером 3×3 мм.

Также следует обратить внимание на новинку — высокоинтегрированную микросхему приемника для беспроводной зарядки TS51223, обеспечивающую функции преобразования энергии, управления и двухсторонней связи с передатчиком [7]. Его внутренняя структура и схема подключения показаны на рис. 7.

Однокристальное решение, способное заменить связку TS51111 и TS81000, объ-

единяет в одном устройстве мостовой синхронный выпрямитель, понижающий DC/DC-преобразователь напряжения, детектор частоты, модулятор с силовыми ключами и т. д. Модулятор может быть сконфигурирован для автономной работы либо для совместной эксплуатации с опциональным микроконтроллером приложения. Интегрированная минимальная токовая нагрузка позволяет общаться передатчику и приемнику даже при отсутствии потребления тока со стороны нагрузки. Приемник TS51223 имеет широкий диапазон выходных напряжений 1,5–24 В с погрешностью установки $\pm 2\%$, максимальное входное напряжение 40 В и эффективность преобразования AC/DC более 90% при уровне выходного тока 400 мА. Ток соб-

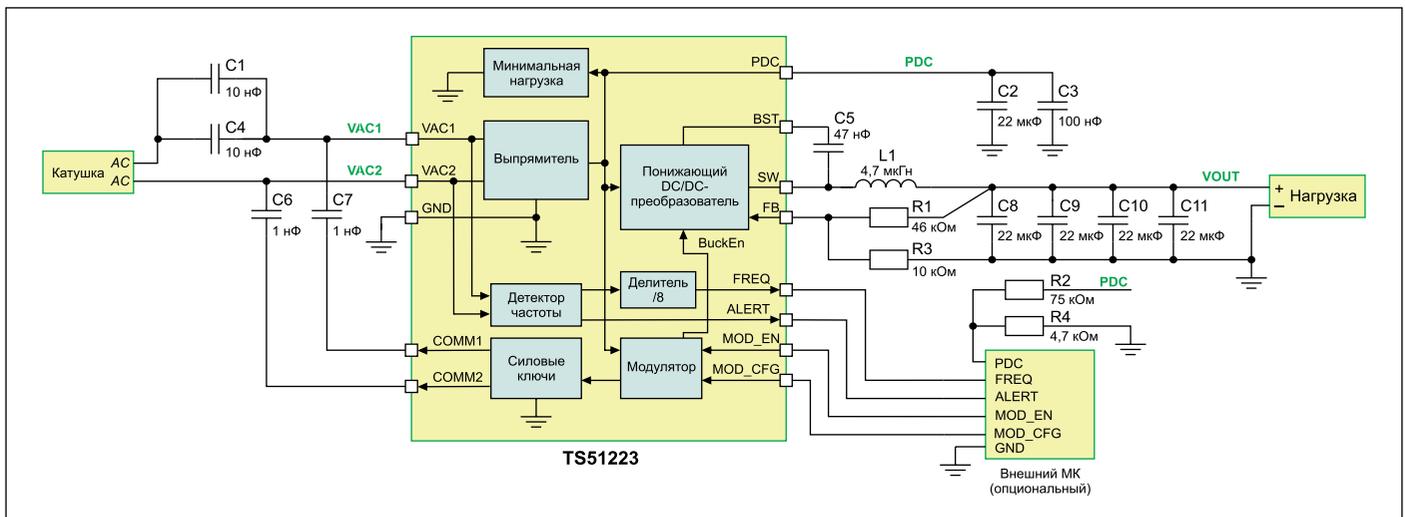


Рис. 7. Внутренняя структура и схема подключения приемника TS51223

Таблица 2. Доступные демонстрационные платы Semtech

Наименование	Описание	Применяемые микросхемы Semtech
TSDMRX-5V/10W-EVM	Беспроводной приемник 5 В/10 Вт	TS81000 + TS51111
TSDMRX-5W-EVM	Беспроводной приемник 5 В/5 Вт	TS81001 + TS51111 + TS51223
TSDMTX-19V2-EVM	Мощный беспроводной передатчик 19 В/20 Вт	TS80000 + TS30011 + TS61002 + TS94033
TSDMTX-5V2-EVM	Беспроводной передатчик 5 В/5 Вт	TS80000 + TS31023 (2 шт.) + TS61002 + TS94033
TSDMTX-5V-EVM	Беспроводной передатчик 5 В/5 Вт	TS80000 + TS31023 + TS61001
TSWIRX-5V2-EVM	Беспроводной приемник 5 В/< 2 Вт	TS51223
TSWIRX-5V-EVM	Беспроводной приемник 5 В/< 2 Вт	TS51221
TSWIRX-LI-EVM	Беспроводной приемник 5 В/< 2 Вт с контроллером заряда	TS51223 + SC810
TSWITX-12V-EVM	Беспроводной передатчик 12 В/< 2 Вт	TS80002 + TS51231
TSWITX-EVM	Беспроводной передатчик 5 В/1 Вт	TS80002 + TS51231
TSWITX-G4-EVM	Беспроводной передатчик 5 В/1 Вт	TS80002 + TS51231
TSDMRX-19V/20W-EVM	Мощный беспроводной приемник 19 В/20 Вт	TS80000 + TS30042 + TS94033

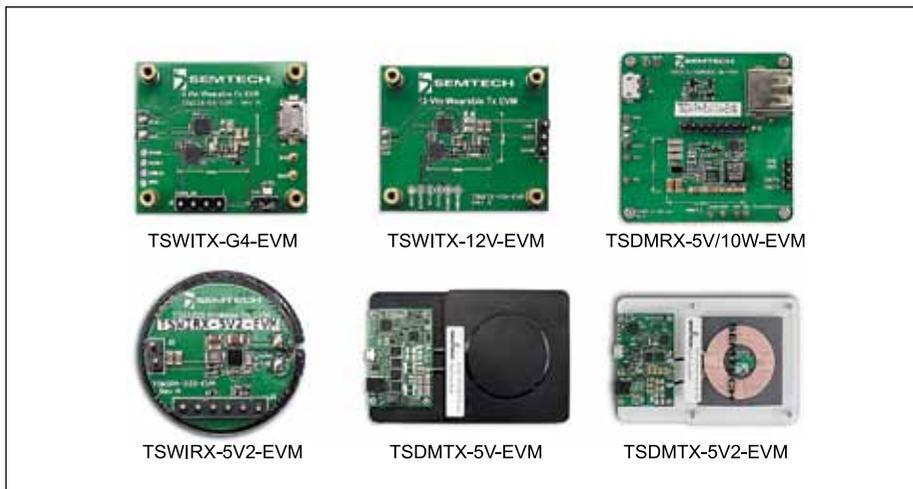


Рис. 8. Внешний вид некоторых демонстрационных плат беспроводной зарядки Semtech



Рис. 9. Внешний вид беспроводного передатчика энергии DM TX-19V15W-EZ-SYS

ственного потребления в рабочем режиме не превышает 15 мА. Приемник обеспечивает до 2 Вт максимальной мощности для 5-В выхода и до 5 Вт для более высоких выходных напряжений. Корпус WCSP с размерами всего 1,9×2,3 мм позволяет с легкостью интегрировать его в устройства, критичные к габаритам. Встроенные схемы защиты от перенапряжения на выходе, перегрузки по току и от перегрева, срабатывающие при 130 °С, обеспечивая надежную и безопасную работу системы.

Демонстрационные комплекты

Оценочные комплекты систем беспроводной зарядки от Semtech представляют собой модули приемников и передатчиков в различных конфигурациях, как со встроенными катушками индуктивности, так и с разъемами для их подключения. Они поддерживают все соответствующие стандарты и рассчитаны на широкий диапазон мощностей. В зависи-

мости от функционального назначения на печатной плате каждого комплекта располагается определенный набор компонентов: контроллеры приемников и передатчиков, драйверы полевых транзисторов, понижающие и повышающие стабилизаторы напряжения и т. д. В таблице 2 приведен перечень предлагаемых сегодня демонстрационных комплектов (цветом отмечены новинки), а на рис. 8 показан внешний вид отдельных устройств.

Особого внимания заслуживает готовое, оформленное в корпусе, устройство DM TX-19V15W-EZ-SYS (рис. 9), выполненное на базе передатчика TS80000.

15-Вт модуль подходит для монтажа в неметаллические предметы интерьера, например, столешницы, и предназначен для использования внутри помещений офисов, гостиниц, ресторанов, аэропортов и т. д. Имеет внешние габариты 91×100×14,7 мм, диаметр рабочей поверхности 56 мм, для питания требуется источник с выходным напряжением $19 \pm 1,5$ В и током не менее 1,3 А.

Заключение

Номенклатура изделий компании Semtech включает все компоненты, необходимые для реализации систем беспроводной зарядки. Микросхемы различного функционального назначения и достаточно широкий перечень демонстрационных плат на их основе позволяют получить решения, соответствующие требованиям всех распространенных стандартов и подходящие для зарядки как потребительской электроники, так и оборудования промышленного назначения. ■

Литература

- Охрименко В. Технология беспроводной зарядки // Электронные компоненты и системы. 2014. № 7.
- Semtech products. Short form catalog. 2017. www.semtech.com/images/mediacenter/collateral/shortformcatalog.pdf
- TS80000 — High efficiency receiver controller for wireless power systems. Datasheet, rev. 1.3, June 2015. www.semtech.com/apps/filedown/down.php?file=ts80000.pdf
- TS94033 — Current sense amplifier. Datasheet, rev. 1.4, October 2016. www.semtech.com/apps/filedown/down.php?file=ts94033.pdf
- TS61001 — Full-bridge FET driver. Datasheet, rev. 1.2, March 2015. www.semtech.com/apps/filedown/down.php?file=ts61001.pdf
- TS51111 — High efficiency synchronous rectifier and charging IC for wireless power applications. Datasheet, rev. 2.2, April 2015. www.semtech.com/apps/filedown/down.php?file=ts51111.pdf
- TS51223 — Wireless power receiver. Datasheet, rev. 1.5, December 2016. www.semtech.com/apps/filedown/down.php?file=ts51223.pdf