

МИКРОСХЕМЫ СЕРИИ CMX88X КОМПАНИИ CML ДЛЯ СИСТЕМ ТРАНКОВОЙ РАДИОСВЯЗИ

С. Орлов

На огромных просторах России аналоговая транковая связь еще долго останется актуальной. Диапазон метровых волн, в котором работают такие сети, обеспечивает намного большие зоны покрытия по сравнению с сетями сотовой связи и другими системами дециметрового диапазона. Цифровые же системы транковой связи TETRA и APCO 25 только начинают развиваться в пилотных зонах. С другой стороны, на российском рынке активно работают производители отечественных аналоговых транковых радиостанций — это такие компании, как "Гранит", "Санком", "Уральские радиостанции", "Альтоника" и др.

Мобильная радиостанция на основе ИС семейства MSX881/882/883

Аналоговая транковая связь развивается и за рубежом. Поэтому неудивительно, что западные фирмы продолжают разрабатывать и производить специализированные ИС для аналоговой транковой связи. Одна из них — британская компания CML Microcircuits. Недавно она приступила к производству серии специализированных процессоров (baseband-процессоров) CMX881/882/883 для полудуплексных радиостанций, как профессиональных, так и любительских. Они существенно упрощают схемотехнику и расширяют возможности мобильных станций транковых радиосетей. Наиболее функционально нагружена ИС CMX882, поэтому остановимся на ней подробнее.

Радиостанция на основе CMX882 включает, помимо baseband-процессора, управляющий микроконтроллер, модулятор, демодулятор (дискриминатор) и высокочастотный усилительный модуль (рис. 1). Кроме того, радиостанция может иметь канал приема GPS. С управляющим микроконтроллером CMX882 связана посредством последовательной шины C-bus, совместимой с такими известными интерфейсами, как SCI, SPI и Microwire. CMX882 обеспечивает прием и передачу речи, служебной информации (сигнализации) и данных (в частности — навигационной информации от GPS-приемника в стандартном формате NMEA 0183). Функциональный состав CMX882 (рис. 2) позволяет обходиться минимумом компонентов (рис. 3). Благодаря небольшому энергопотреблению и напряжению питания (до 2,7 В) CMX882 можно использовать совместно с контроллерами малой мощности (например, MSP430), а корпуса SSOP или TSSOP удобны при изготовлении миниатюрных радиоустройств. Другие микросхемы семейства CMX88x незначительно отличаются от CMX882. Так, ИС CMX881 не поддерживает сигнализацию XTCSS, но реализует двухтональную сигнализацию DTMF, широко распространенную в телефонных сетях общего пользования. CMX883 не поддерживает специальный формат передачи данных GPS.



Обработка речи

Поскольку ИС CMX882 работает в полудуплексном режиме, при приеме/передаче передающие или приемные тракты, соответственно, должны отключаться по команде микроконтроллера. Усиление входных/выходных усилителей и аудиоусилителей может задаваться программно, посредством шины C-bus. При передаче речи сигнал можно компандировать для расширения его динамического диапазона. После компандирования сигнал подвергается предвыскажению. Они вносятся в полосу голосового сигнала 300–3000 Гц по закону -6 дБ на октаву.

ИС CMX882 в приемном и передающем речевых трактах содержит встроенные полосовые фильтры, характеристики которых определяются шириной полосы радиоканала — 12,5 или 25 кГц для Европы (ETS-300) и США (TIA/EIA-603), соответственно (рис. 4). Ширина полосы канала задается программно. Сигналы в субзвуковом диапазоне (60–260 Гц) фильтром речевого тракта подавляются на -33 дБ. В диапазоне выше 3 кГц передаточная характеристика обладает крутизной спада -14 дБ/октава и -60 дБ/декада для каналов 25 и 12,5 кГц, соответственно. Применение внешних активных фильтров (рис. 5) позволяет добиться крутизны -100 дБ/декада.

Сигнализация

Сигнализация служит для формирования сигналов вызова, обозначения начала и конца передачи речи или данных, трансляции другой вспомогательной информации. Процессор CMX882 поддерживает три системы сигнализации: две в субзвуковом диапазоне (CTCSS и DCS) и в полосе речевого вещания (внутриполосную) XTCSS. В ИС CMX882 в приемном тракте субзвуковых частот предусмотрен специальный фильтр низких частот (рис. 6). Кроме того, усиление в субзвуковом тракте, а также рабочую полосу и порог срабатывания частотного детектора можно задавать программно.

CTCSS (Continuous Tone-Controlled Squelch Systems) — тоновая сигнализация на субзвуковых частотах, определенная стандартом EIA-220-b. Она использует 39 стандартных тоновых сигналов в диапазоне 67–250 Гц (одна из которых — "нет тона"). Дополнительно к этому ИС CMX882 поддерживает 12 частот, расширяя диапазон до

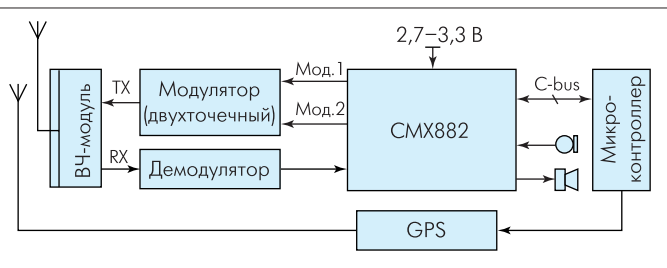


Рис. 1. Блок-схема радиостанции на основе ИС CMX882

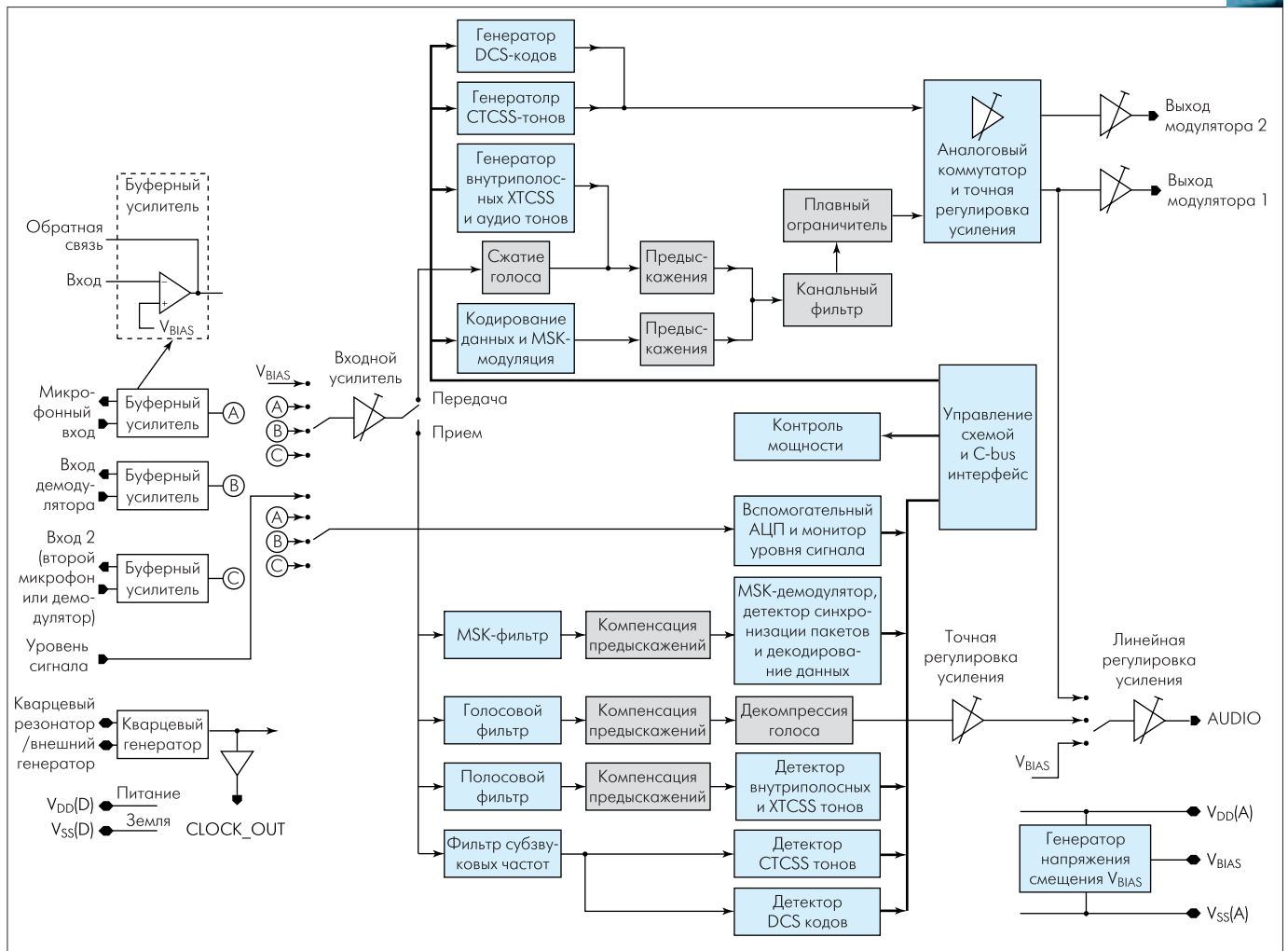


Рис.2. Функциональная схема ИМС CMX882

62,5–254,1 Гц. Таблица используемых тональных сигналов в CMX882 хранится в специальных регистрах (Audio & Device Address Control register – для приема и Tx CTCSS register – для передачи), ее можно модифицировать. В CMX882 использована фирменная технология Tone Cloning непридикативного детектирования CTCSS-тонов, записанных в Audio & Device Address Control register. Номера идентифицированных тонов заносятся в Tone Status register.

В CMX882 введены две дополнительные функции: *All Call Code* и *All Codes Monitor*. Команда *All Call Code* позволяет вызвать одновременно всех пользователей сети, несмотря на индивидуальные настройки CTCSS. Установка кода *All Codes Monitor* на приемной стороне позволяет прослушать все команды сигнализации CTCSS в сети.

Цифровая система сигнализации DCS (Digitally Coded Squelch), предложенная компанией Motorola, сегодня используется достаточно редко. Она основана на

повторяющихся послылках последовательности 23/24 бит (США/Европа), передаваемых в линейном коде без возврата к нулю (NRZ). Скорость передачи – 134 бит/с (самая высокая частота – 67 Гц). Однако в последовательности используют лишь 9 информационных бит, причем число значащих кодов не превышает 104. В ИС

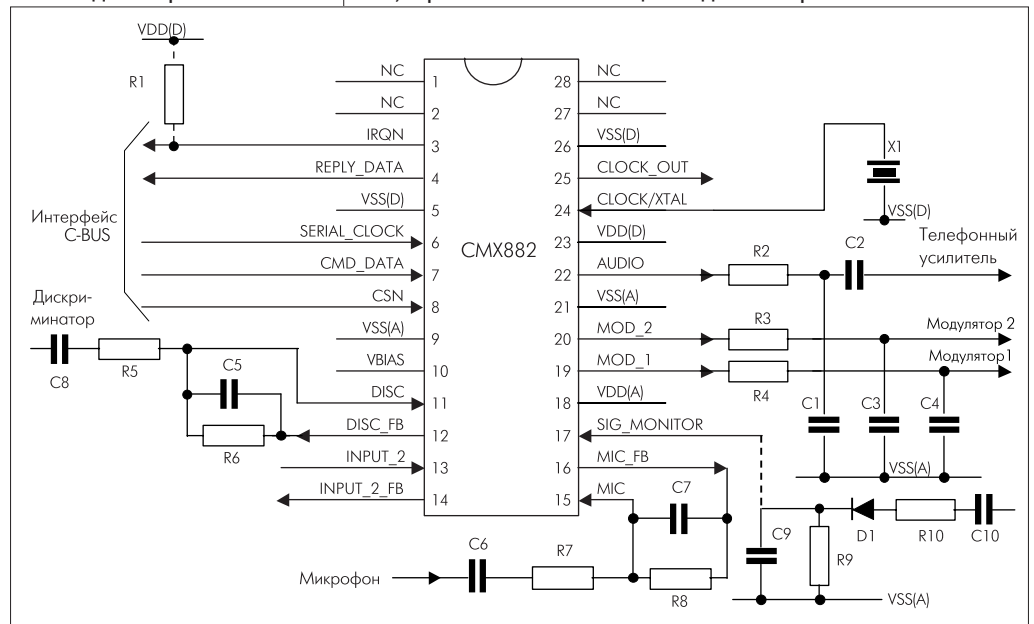


Рис.3. Схема включения ИС CMX882

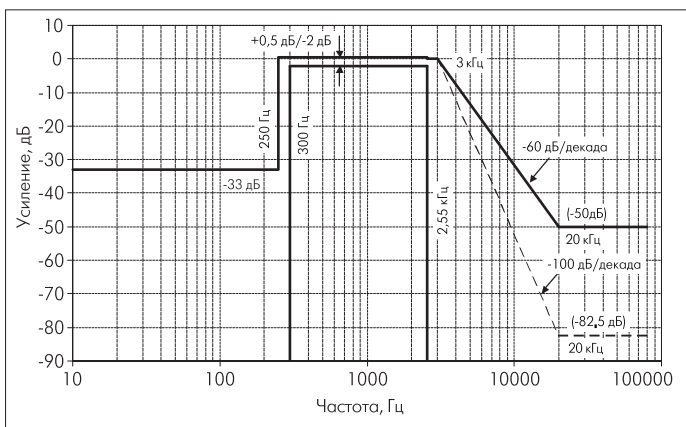


Рис.4. Форма АЧХ фильтра звукового тракта

CMX882 модифицируемая таблица соответствия 23/24-битных кодов номерам DCS-команд хранится в регистре Programming register. Окончание передачи DCS-кодов обозначается трансляцией сигнала на частоте 134,4 Гц в течение 150–200 мс. О появлении и завершении сигналов DCS CMX882 извещает контроллер соответствующими прерываниями.

Сигнализация XTCSS – наиболее современное решение в области разделения доступа в аналоговых сетях связи. По сути это расширение стандартной CTCSS посредством добавления сигнализации XTC в звуковом диапазоне (внутри полосы). Вне- и внутриполосные сигнализации могут работать одновременно, что позволяет вдвое увеличить число возможных групп абонентов. В основном внутриполосная сигнализация применяется для команд вызова и подтверждения окончания сеанса связи, предупреждения о компандировании голоса и т.п.

В CMX882 предусмотрена система внутрисполосных тонов EEA (Electronic Engineering Association), рекомендованная стандартом MPT 1327, хотя возможны и другие схемы внутрисполосной сигнализации. Она предусматривает 15 значащих тонов в диапазоне 930–2247 Гц. Кроме того, предусмотрен режим с генерацией/детектированием четырех пользовательских тонов. Ширина полосы и порог срабатывания частотного детектора внутрисполосной сигнализации, а также уровень генератора тоновых сигналов настраиваются программно.

Процессор CMX882 способен одновременно с приемом/передачей голоса детектировать сигналы CTCSS и DCS в субзвуковом диапазоне и XTCSS – внутри речевой полосы. Можно запретить работу с отдельными типами сигнализации, либо со всеми. Тогда запрещенные сигналы будут игнорироваться. Очевидно, что во время приема/передачи сигналов CTCSS (или DCS) работа с другим видом субзвуковой сигнализации блокируется.

Передача данных

Процессор CMX882 может принимать/передавать данные в полудуплексном режиме посредством встроенного модема. Он обеспе-

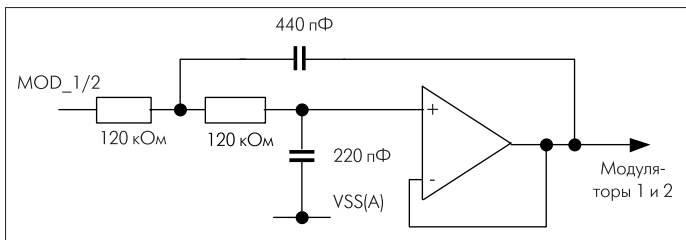


Рис.5. Дополнительный фильтр, увеличивающий скорость затухания до 100 дБ/декада

чивает информационный обмен со скоростями 1200 и 2400 бит/с посредством модуляции FFSK/MSK (Fast Frequency Shift Keying/Minimal Shift Keying – модуляция скачками частоты/частотная манипуляция с минимальным сдвигом). На скорости 1200 бит/с "1" задается тоном 1200 Гц (полный период), "0" – тоном 1800 Гц (1,5 периода). На скорости 2400 бит/с "1" также соответствует частота 1200 Гц (полупериод), "0" – частота 2400 Гц (полный период). Модем выполняет простейшую коррекцию ошибок: контроль четности CRC (cyclic redundancy check), перемежение бит и скремблирование. Информационный обмен возможен одновременно с работой в субзвуковых диапазонах (CTCSS и DCS).

Передача данных происходит со скоростью, предварительно заданной в специальном регистре (Modem Control register). Модем использует данные, хранящиеся в буферных регистрах, которые поступают туда от микроконтроллера. Данные передаются в виде пакетов (фреймов) (рис.7). В общем случае каждый фрейм включает заголовок, состоящий из 16 бит синхропоследовательности, 16 бит фреймовой синхронизации, за которым следуют 4 служебных байта – адрес, информация о формате следующего блока данных, размер информационного поля и контрольная сумма CRC. Далее пере-

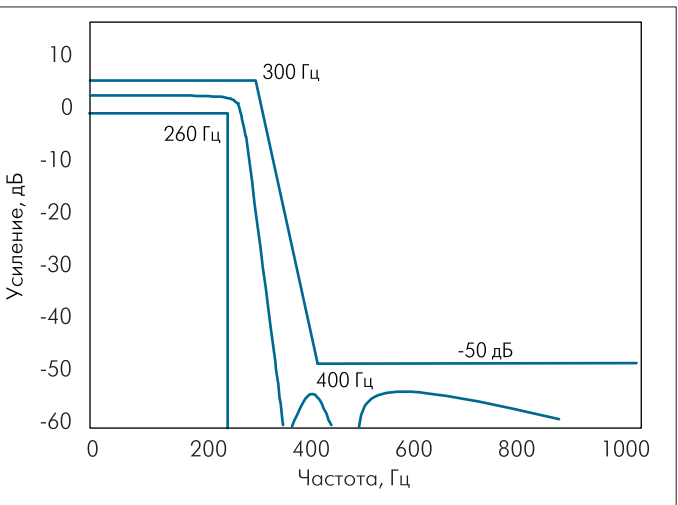


Рис.6. Форма АЧХ фильтра субзвуковых частот

даются данные пользователя, которые замыкает контрольная сумма поля данных (16 бит для блока данных размером менее 16 байт и 32 бита для остальных сообщений). Размер поля данных не оговорен, но, как правило, применяют сравнительно короткие блоки данных – 40–60 байт. CMX882 поддерживает различные форматы фреймов, допускающие, например, отсутствие контрольных сумм поля данных.

При приеме данных модем, в зависимости от установок, может либо сам определять скорость передачи, либо работать только на заданной в его регистре скорости. Для восстановления тактовой частоты используется ФАПЧ. Принятый сигнал фильтруется, после чего из потока извлекаются данные, происходит выделение заголовка фрейма и контроль четности CRC. Если контрольная сумма верна, CMX882 сравнивает значение адреса в заголовке пакета с собственным (записанным в соответствующий регистр). При совпадении адресов процессор CMX882 выставляет контроллеру сигнал прерывания о приеме пакета. Дешифрованные данные записываются в буфер объемом 2 или 4 байта. CMX882 посылает контроллеру прерывание о поступлении данных в буфер, и он считывает их по шине C-bus. Если данные не считаны до прихода следующего слова, содержимое буфера перезаписывается. По-видимому, чтобы исключить потерю данных, протокол обмена с контроллером

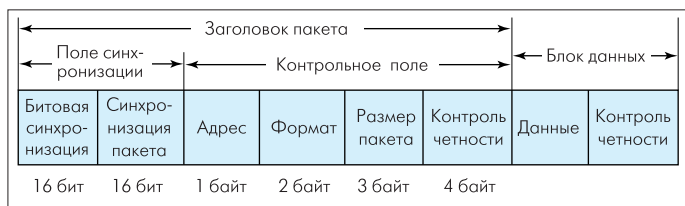


Рис.7. Формат фрейма данных

должен предусматривать сигнал подтверждения (ACKNOWLEDGE). Но, как правило, этого не происходит, так как скорость на шине C-bus значительно выше, чем скорость передачи по эфиру.

Дополнительные возможности

Особенность ИС CMX882 – два выхода на модуляторы, усиление сигналов в каждом из них программируется независимо. С помощью этих выходов возможна так называемая двухточечная модуляция, при которой модуляция в звуковом и субзвуковом диапазоне происходит независимо. Если задействован только один выход на модулятор, другой переводится в высокоимпедансное состояние для снижения энергопотребления.

Немаловажно, что во избежание нежелательных переходных процессов при изменении режима работы на выключенных выходах устанавливается напряжение смещения V_{bias} , примерно равное половине напряжения питания.

С целью снижения энергопотребления в CMX882 предусмотрен режим ожидания (спящий режим), в который микросхема переводится сбросом питания или специальной командой микроконтроллера. Тактовый генератор отключается отдельной командой. Устройство CMX882 позволяет переводить в спящий /активный режим отдельные блоки схемы.

Для выхода из режима ожидания CMX882 содержит вспомогательный 8-разрядный АЦП и двухуровневый цифровой компаратор, сравнивающий измеренный сигнал с двумя пороговыми значениями. Это устройство контролирует выход радиосигнала и вход микрофона. При появлении на них сигналов выше пороговых CMX882 выдает микроконтроллеру сигнал прерывания. Далее в зависимости от установок микросхема сама или по команде микроконтроллера переходит из спящего режима в активный. Вспомогательный АЦП позволяет информировать контроллер и о том, что входной сигнал ни-

же порогового уровня. С помощью этого же устройства реализуется функция включения передатчика голосовым сигналом VOX (Voice Operated Switching). Период опроса АЦП не превышает 250 мкс, последующее ожидание команды перезапуска – 10,4 мкс, поэтому CMX882 не может "упустить" значимую часть сигнала. Время активизации всей схемы – порядка 400 мкс. Если для конкретного применения это слишком долго, то входы дискриминатора, микрофонные усилители и тактовый генератор не должны обесточиваться.

Таким образом, на основе процессора CMX882 и других ИС этой серии можно создавать современные профессиональные или любительские радиостанции, причем с минимумом внешних элементов. Микросхемы серии CMX88x позволяют и добавлять функциональные возможности в существующие радиостанции. Подробную документацию на эти микросхемы можно найти на сайте компании (www.cmlmicro.com).

Материал со сверхвысокой энергией излучения. Снова нарушаем законы физики?

Учеными Сандийской национальной лаборатории получен материал, энергия излучения которого при нагреве до температуры 1250°C в четыре-десять раз превышает максимальный уровень, определяемый законом излучения абсолютно черного тела Макса Планка. Правда, закон Планка выведен для идеального твердого тела, тогда как материал, изучавшийся в Сандийской лаборатории, – фотонный кристалл, образуемый субмикронной решеткой, формируемой атомами вольфрама. Исследователи считают, что полученный материал может стать новым типом эмиттера, добавляя при этом, что энергия излучения превышает уровень излучения твердого тела лишь в частотных диапазонах, на которых внутренняя структура материала допускает излучение энергии.

Новый материал имеет и коммерческий потенциал. Он может служить передаточной трубой, поглощая энергию в широком диапазоне частот (например, избыточную тепловую энергию электростанции) и затем переизлучая ее на определенной частоте фотогальваническим элементам. Кроме того, исследователи надеются усовершенствовать технологию с тем, чтобы материал мог излучать видимый свет с более высокой эффективностью, чем современные светоизлучающие приборы.

EDN, Aug. 7, 2003