

Процессор CMX838 компании CML для аналогового радио

Статьи, посвященные специализированным микросхемам (МС) для радиосвязи, вызывают живой интерес, поэтому мы предлагаем вниманию читателей ещё одну новинку компании CML MICRO (www.cmlmicro.com) CMX838. В [1] был опубликован материал о микросхеме CMX 882, которая является наиболее интегрированным решением для транковой телефонии. Однако для многих более простых решений функции CMX 882 являются избыточными. Так, например, сигнализация XTSS, DCS в России практически не применяется. Высвобожденные ресурсы в CMX 838 использованы для интеграции на кристалле встроенного синтезатора частот наряду с функциональными блоками обработки сигналов и сигнализации. Диапазон частот 100–500 МГц, поддерживаемый синтезатором, перекрывает полосу, используемую в аналоговой телефонии в России.

Таблица. Электрические характеристики CMX 838

Параметр	Значение параметра		
	Минимальное	Типовое	Максимальное
Рабочий диапазон температур	-40°C		+85°C
Напряжение питания	2,7 В		5 В
Потребляемый ток при $E_{пит} = 3 В$			
Прием (CTCSS+Audio+синтезатор)		11 мА	15 мА
Прием (CTCSS+Audio)		2 мА	2,4 мА
Передача (CTCSS+Audio+синтезатор)		11 мА	15,4 мА
Передача (CTCSS+Audio)		2 мА	2,4 мА
Энергосберегающий режим		0,2 мА	0,3 мА
Чувствительность при детектировании тонов		15 мВ	

Основные характеристики

Микросхема формирует и декодирует расширенные CTCSS 51 тонов в соответствии со спецификацией TIA-603 в субзвуковом диапазоне. При определении значащего сигнала МС формирует сигнал прерывания IRQ для микроконтроллера. Функции быстрого сканирования, группового вызова, автоответа существенно расширяют функциональные возможности. МС содержит встроенный генератор вызова, микрофонный усилитель, формирователь-корректор передискажений, усилитель-ограничитель, фильтры полосовые и нижних частот. Управляется микросхема по последовательной (С-BUS) шине. Усиление в микрофонном, передающем и приемном трактах устанавливается программно. В таблице приведены некоторые электрические характеристики.

На [рис. 1](#) приведена функциональная схема процессора, а на [рис. 2](#) - рекомендуемые навесные компоненты.

Рисунок 1. Функциональная схема процессора

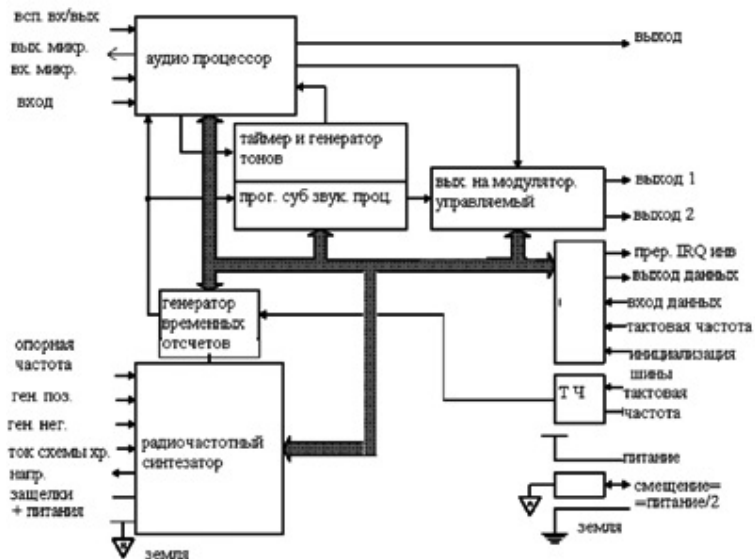
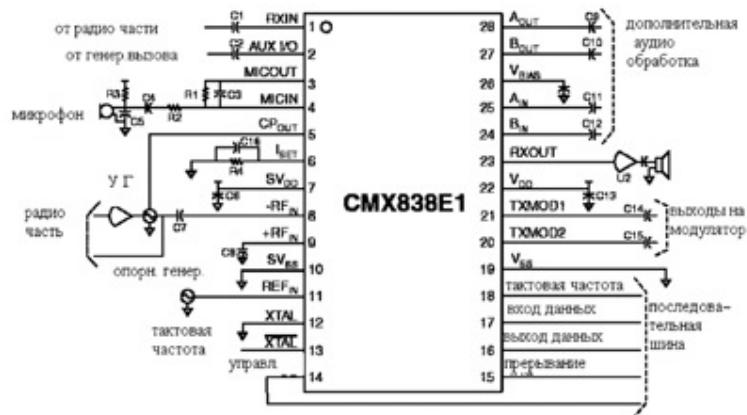


Рисунок 2. Рекомендуемые навесные компоненты



Аудиочасть

Аудиочасть выполняет все основные функции обработки голоса вплоть до выходов на модулятор. В аудиочасти задействованы 5 программно управляемых усилителей: звуковой усилитель (на вход и на выход), субзвуковой (на вход и на выход), выход принятого сигнала (выходной уровень), два выхода на модулятор, коммутирующие ключи, усилитель ограничитель, полосно пропускающие фильтры, фильтры нижних частот, корректирующие фильтры. Звуковой усилитель позволяет программно с шагом 0,5 дБ изменять усиление в пределах от -7,5 до 7,5 дБ. Уровень выходного сигнала может изменяться шагами по 1,5 дБ в пределах -33 до +12 дБ. Усилитель субзвуковых частот позволяет изменять уровень субзвуковых тонов шагами по 0,5 дБ в пределах -7,5 до 7,5 дБ. Контроль уровня модуляции состоит из двух управляемых усилителей и коммутируемой матрицы. Каждый из усилителей может быть подключен к выходу аудиотракта, или к выходу генератора тонов, или одновременно и к тому и другому, обеспечивая на выходе сумму тонов сигнализации и речи. Уровень сигнала, подаваемый на 1-й выход модулятора, может изменяться в пределах от -7,5 до +7,5 дБ шагами по 0,5 дБ, на второй - в пределах от -3,75 до +3,75 дБ шагами по 0,25 дБ. Программно можно изменить фазу выходных сигналов на 180 градусов. Два выхода на модулятор необходимы для использования двухточечной модуляции, которая в свою очередь необходима для передачи субзвуковых частот (более подробное описание - в [1] или [2]).

Микрофонный усилитель представляет собой малошумящий операционный усилитель с высокоомным входом. Усилитель предназначен для работы с электретным микрофоном или активным микрофоном на полевом транзисторе.

Аудиофильтр на переключаемых конденсаторах. В аудиотракте применены 4 фильтра на переключаемых конденсаторах. В тракте передачи используется фильтр 2-го порядка, который обеспечивает склон +6 дБ на октаву (рис. 3). Этот же фильтр в режиме приема по последовательной шине должен быть перепрограммирован в фильтр низких частот. Его характеристика приведена на рис. 4. Для того, чтобы ограничить полосу пропускания по низким частотам, например, в режиме приема убрать субзвуковую сигнализацию, в аудиотракте при приеме и при передаче используется фильтр 6-го порядка (рис. 5). После ограничителя девиации используется фильтр 4-го порядка, который ограничивает спектр сигнала, расширенный усилителем ограничителем (рис. 6). И наконец, если в режиме передачи использован фильтр +6 дБ на октаву, то в тракте приема необходимо использовать фильтр -6 дБ на октаву. Его характеристика приведена на рис. 7.

Рисунок 3. Корректирующий фильтр +6 дБ на октаву

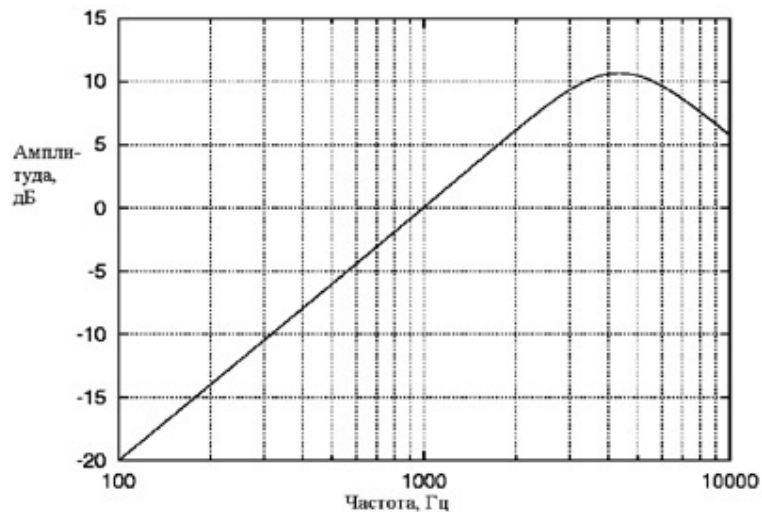


Рисунок 4. Фильтр низких частот

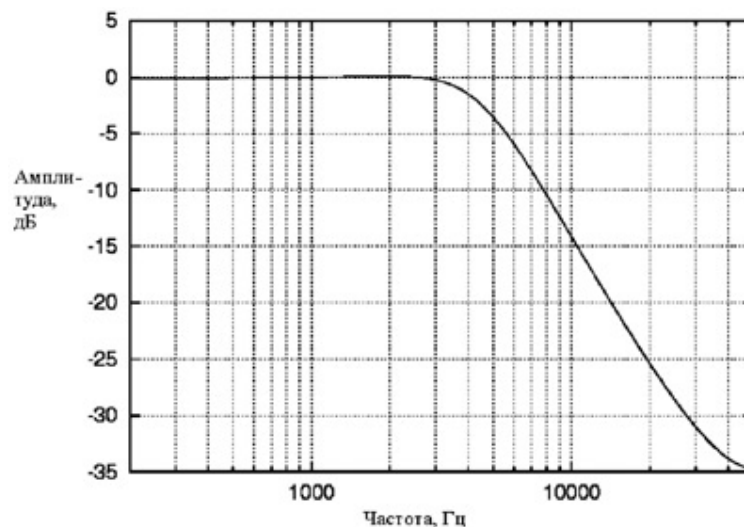


Рисунок 5. Фильтр 6-го порядка

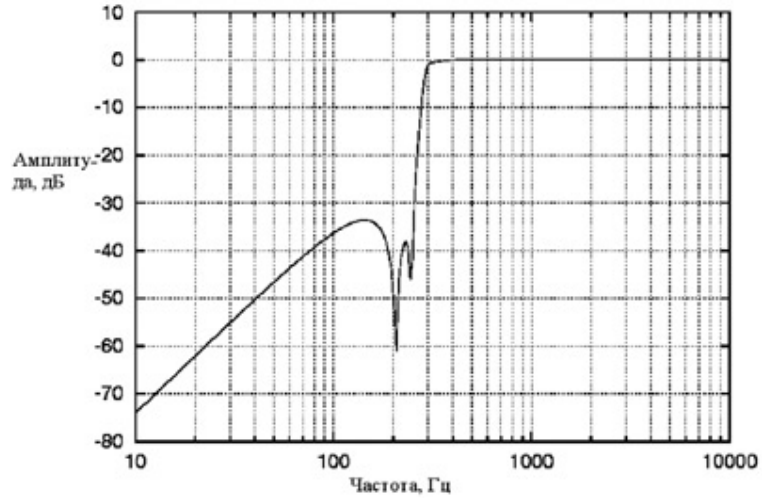


Рисунок 6. Фильтр 4-го порядка

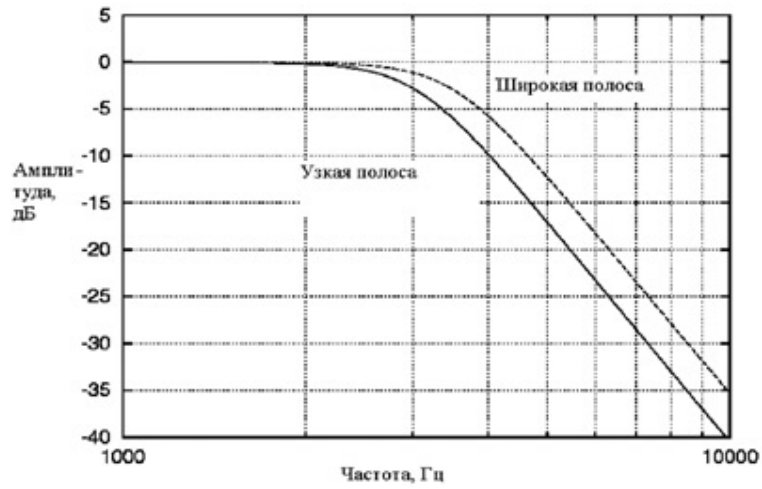
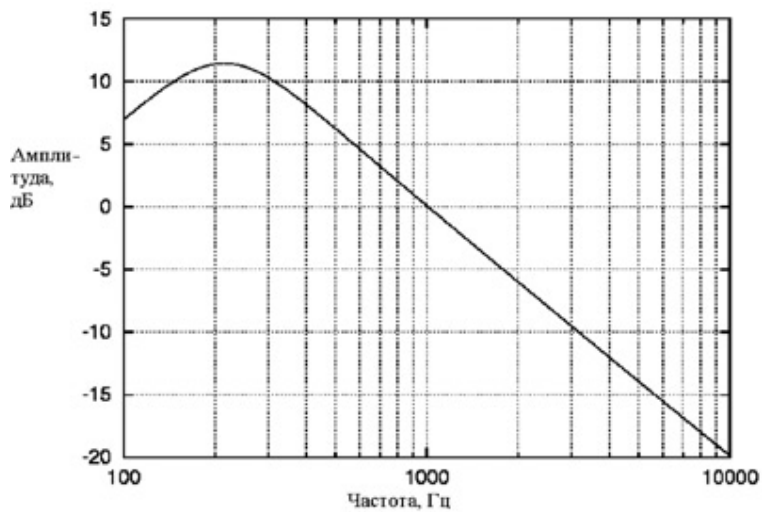


Рисунок 7. Корректирующий фильтр -6 дБ на октаву



Обработка сигнализации

При кодировании/декодировании выделяется субзвуковая часть спектра. Для этого используется фильтр, показанный на [рис. 8](#). В режиме передачи субаудио тона формируются цифровым способом, поэтому фильтр необходим для ограничения спектра. После фильтрации в режиме приема CTCSS сигналы усиливаются на 20 дБ. Усиление может регулироваться на $\pm 7,5$ дБ шагами по 0,5 дБ. В режиме передачи тоны сигнализации подавляются на 20 дБ. На [рис. 9](#) показаны зарезервированные частоты для субзвуковой сигнализации. Конфигурация блока обработки сигнализации задается микроконтроллером. Изменение конфигурации занимает примерно 250 мкс. Полоса пропускания фильтра, используемого при детектировании CTCSS, может изменяться программно. Эта опция может потребоваться при перепрограммировании частот тонов в случаях, если сигнализация отличается от спецификации TIA-603. Изменение полосы пропускания происходит шагами по 0,2% путем записи в регистр соответствующего кода. В режиме передачи один из предусмотренных 50 тонов выбирается путем записи в регистр числа от 1 до 50. Тональность звонка вызова может быть запрограммирована в соответствии с номером определенной частоты сигнализации. Это позволяет пользователю на слух определять вызывающего абонента сети. Время переключения ПРИЕМ/ПЕРЕДАЧА составляет 140–145 мс.

Рисунок 8. Субзвуковой фильтр

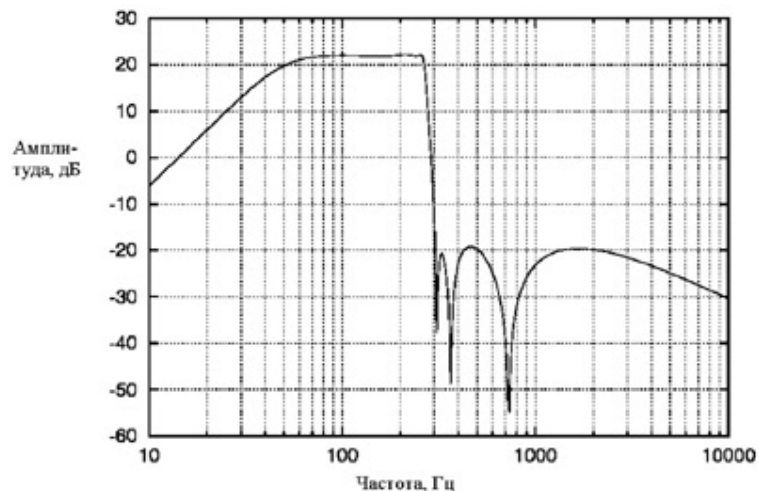


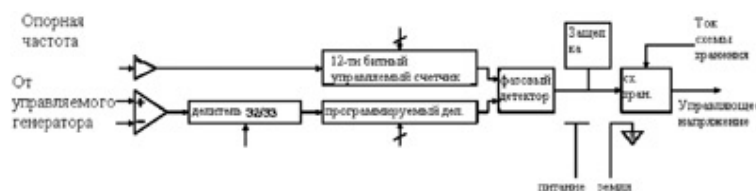
Рисунок 9. Таблица зарезервированных тонов

No.	Частота, Гц	No.	Частота, Гц
1.	67.0	27.	159.8*
2.	69.3	28.	162.2
3.	71.9	29.	165.5*
4.	74.4	30.	167.9
5.	77.0	31.	171.3*
6.	79.7	32.	173.8
7.	82.5	33.	177.3*
8.	85.4	34.	179.9
9.	88.5	35.	183.5*
10.	91.5	36.	186.2
11.	94.8	37.	189.9*
12.	97.4	38.	192.8
13.	100.0	39.	196.6*
14.	103.5	40.	199.5*
15.	107.2	41.	203.5
16.	110.9	42.	206.5*
17.	114.8	43.	210.7
18.	118.8	44.	218.1
19.	123.0	45.	225.7
20.	127.3	46.	229.1*
21.	131.8	47.	233.6
22.	136.5	48.	241.8
23.	141.3	49.	250.3
24.	146.2	50.	254.1*
25.	151.4	51.	Программвер. пользователь.
26.	156.7		

Синтезатор частоты

Упрощенная структурная схема синтезатора частоты представлена на [рис. 10](#). В синтезаторе предусмотрены следующие блоки: основной делитель частоты на 32/33, 12-бит программируемый счетчик, программируемый дополнительный делитель, фазовый детектор, схема выборки и хранения с изменяемой величиной постоянной времени. Синтезатор обеспечивает необходимую стабильность для работы с шириной канала от 6,25 до 25 кГц в диапазоне несущих частот 100–500 МГц.

Рисунок 10. Структурная схема синтезатора частоты



Основной делитель частоты

Входной буфер усиливает и ограничивает сигнал от управляемого генератора до уровня, необходимого делителю. Основной делитель состоит из двух модулей, обеспечивающих коэффициент деления 32 или 33. опорный сигнал от кварцевого генератора поступает на счетчик с программируемым коэффициентом пересчета. Счетчик состоит из двух счетчиков А и М: М-счетчик использует 12-бит слова, а А-счетчик - 5-бит. Коэффициент деления определяется выражением $N = (32M + A)$, где А и М - программируемые слова.

Фазовый детектор и схема выборки и хранения заряда

Сравнение фаз в синтезаторе происходит дискретно с интервалами 20, 40, 60, 80 нс (выбирается программно). Для хранения напряжения на выходе фазового детектора предусмотрена схема выборки и хранения. Постоянная времени этой цепи задается резистором, включенным между выводами встроенного источника смещения и I_{SET}. Ток определяется следующим выражением $I_{SET} = 1,26/R_{SET}$. Сопротивление выбирается в пределах между 50 и 250 кОм. При этом ток может быть от 0,2 до 2 мА. Период выборок для сравнения выбирается битом Lock Delay в регистре Channel Select Register.

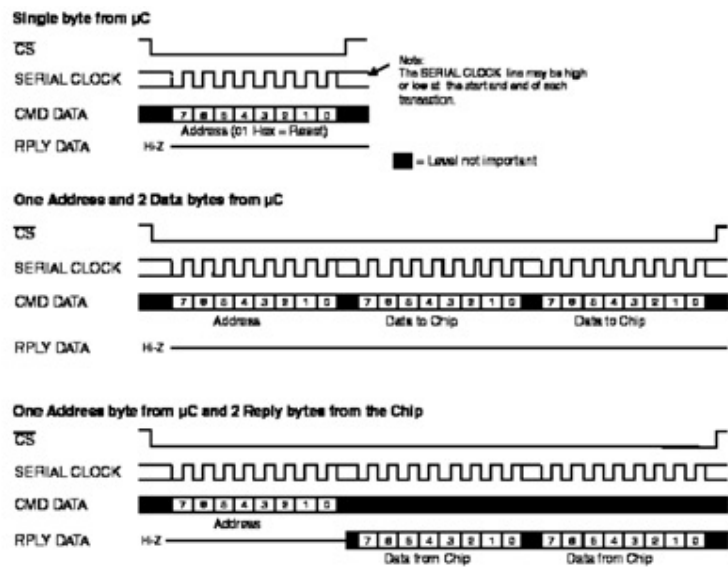
Программируемый 12-бит счетчик позволяет получить одну из стандартного набора частот в качестве опорной: 6,25, 12,5, 20, 25 кГц. Сигнал с входа кварцевого генератора усиливается и приводится к КМОП-уровню.

Сигнал временных отсчетов (timing generation) может быть получен или от генератора тактовой частоты (XTAL/CLOCK), или от опорной частоты кольца ФАПЧ (REFIN).

Программное обеспечение

Взаимодействие с микросхемой производится по последовательной шине C-BUS. По этой шине передаются данные, изменяются режимы работы, считывается информация о состоянии. Каждая операция состоит из передачи адреса регистра (один байт) и двух байтов данных или команды. Данные, отправленные из микроконтроллера по последовательной шине, подтверждаются передним фронтом тактовой частоты. Данные из микросхемы должны быть считаны микроконтроллером при наличии высокого уровня тактовой частоты. На [рис. 11](#) приведена временная диаграмма обмена по C-BUS. Более подробное описание шины есть на сайте CML. C-BUS совместима с большинством последовательных шин SCI, SPI, Microwire.

Рисунок 11. Временная диаграмма обмена по C-BUS



Микросхема выпускается в экономичном 28-выводном корпусе типа SOIC.

Таким образом микросхема позволяет уменьшить количество дополнительных элементов за счет объединения в одном кристалле функций синтезатора, детектора и генератора субзвуковой сигнализации. Для ускорения разработки компания CML предоставляет отладочную плату EV8380.

Литература

- 1. Орлов С. Семейство микросхем СМХ88х компании СМЛ для систем транковой связи // Электронные компоненты. 2003. № 5. с. 47.*
- 2. Бернард Скляр. Цифровая связь, теоретические основы и практическое применение. Второе издание. М. 2003. 1100 с.*