

Микропотребляющие компоненты Microchip

Иван СМЕРНОВ
van@gamma.spb.ru

Компания Microchip Technology Inc., известная в первую очередь как ведущий мировой производитель 8- и 16-разрядных микроконтроллеров, так же является крупным производителем интерфейсных и аналоговых микросхем.

Введение

Ассортимент различных типов аналого-цифровых микросхем, предлагаемых Microchip, без учета микроконтроллеров в настоящее время насчитывает более 500 видов и более 300 наименований.

Среди них можно выделить АЦП (высокоточные дельта-сигма и последовательно-приближения), ЦАП, микропотребляющие линейные ОУ (в том числе с PGA и SGA) и компараторы с rail-to-rail по входу и выходу, источники опорного напряжения, различные устройства преобразования и контроля питания (импульсные и линейные стабилизаторы питания, супервизоры, детекторы питания, MOSFET-драйверы, микросхемы для зарядки, многофункциональные преобразователи на основе переключаемых конденсаторов “Charge Pumps”), датчики температуры (с линейным и цифровым выходом), интерфейсные микросхемы (трансиверы CAN и LIN, контроллеры IrDA) и множество других микросхем.

Компания Microchip Technology постоянно разрабатывает и внедряет в производство все более совершенную продукцию, отвеча-

ющую растущим требованиям современного рынка электронных устройств относительно высокой функциональности, снижения потребления питания, цены и качества предлагаемой продукции в соответствии с международными стандартами.

Большинство аналоговых микросхем лучшие на рынке показатели энергопотребления и производительности.

Естественно, что для обеспечения микропотребления всей схемы необходимо минимизировать потребление каждого элемента в отдельности. Среди продукции Microchip есть не только микроконтроллеры с низким потреблением и микропотребляющие периферийные компоненты, но и элементы, обеспечивающие работу схем формирования питания — стабилизаторы и контроллеры заряда батарей.

На рисунке представлены аналоговые микросхемы Microchip, имеющие одни из лучших показателей в своем классе по потреблению электроэнергии.

В этой статье рассматриваются наиболее интересные микропотребляющие аналоговые микросхемы Microchip, запущенные в массовое производство за последние пол-

Конвертер напряжения MCP1252

Требования, предъявляемые к конвертеру питания портативных устройств, можно свести к усредненному списку из пяти пунктов:

1. Стабилизированный выход.
2. Возможность работы как на повышение, так и на понижение напряжения (для питания 3,3-вольтовых устройств от одного литиевого элемента).
3. Высокий КПД.
4. Минимальное число внешних компонентов.
5. Минимальный уровень помех и пульсаций.

Традиционные решения в виде LDO и импульсных индуктивных преобразователей с трудом проходят по трем из пяти пунктов, а новый преобразователь питания от Microchip Technology — MCP1252-33x50 — удовлетворяет всем пяти.

Высокочастотная (650 кГц) «емкостная помпа» принимает на вход 2–5,5 В и на выходе выдает стабилизированные 3,3 или 5,0 В при токе до 120 мА. Высокая частота обеспечивает низкое выходное сопротивление и упрощает дизайн фильтров питания. В качестве накопителя заряда используются внешние конденсаторы общего назначения, что снижает бюджет устройства, а отсутствие коммутационной индуктивности благоприятно влияет на ЭМС. Довершают картину компактный корпус MSOP-8 и умеренный набор внешних элементов.

Контроллер заряда литиевых аккумуляторов MCP7384x

Семейство однокристальных контроллеров заряда литиевых аккумуляторов (Li-Ion и Li-Pol) интересно сочетанием компактности, низкой цены и хорошей гибкости, что востребовано в автономных носимых устройствах. Использование внешнего токового шунта и регулирующего элемента позволяют работать с широким диапазоном емкостей — от десятков мА·ч до единиц А·ч. Встроенный таймер и вход термодатчика повышают безопасность процесса зарядки, а интеллектуальная начинка контроллера позволяет использовать литиевые аккумуляторы даже в устройствах, не оснащенных микроконтроллером.

ОУ MCP604x, MCP614x - 600 нА ток потребления	Супервизоры MCP111/2, MCP102/3, MCP121/131 - 1 мк ток потребления	LDOs MCP1700 - 1,6 мкА ток потребления
АЦП MCP3551 - 120 мкА ток потребления MCP3421 - 155 мкА ток потребления MCP3221 - 175 мкА ток потребления	ЦАП MCP492x - 175 мкА ток потребления	Цифровые потенциометры MCP41xxx/42xxx - 340 мкА ток в рабочем режиме - 0,01 мкА ток потребления в статическом режиме
Импульсные регуляторы MCP1601 - 119 мкА ток потребления в ЧИМ-режиме MCP1650/1/2/3 - 120 мкА ток потребления	Charge Pumps MCP1252/3 - 80 мкА ток потребления	Контроллеры заряда MCP7382x - 0,26 мА ток потребления MCP7384x - 0,75 мА ток потребления MCP7386x - 0,53 мА ток потребления
	Infrared/IrDA® MCP2140 < 1 мА ток потребления	

Рисунок. Аналоговые микросхемы Microchip

Контроллеры MCP73833/4 обеспечивают все функции, необходимые для безопасного заряда одноячеечного аккумулятора.

Основные характеристики:

- встроенный силовой транзистор;
- встроенный датчик тока;
- встроенная защита от разряда аккумулятора через цепь питания;
- работа в режимах постоянного тока и постоянного напряжения с контролем температуры аккумулятора;
- программируемый ток заряда — до 1 А;
- автоматическое прекращение заряда;
- автоматический переход в низкочастотный режим при отключении источника.

В сентябре Microchip анонсировал контроллеры заряда батарей Li-Ion/Li-Polymer с автоматическим определением источника питания USB или переменного тока.

Основные особенности:

- Ток заряда: до 500 мА в режиме USB, до 1 А в режиме питания от источника переменного тока.
- Миниатюрные корпуса: 10-выводные MSOP и 3×3 мм DFN.

Для изучения особенностей контроллеров заряда MCP73837/8 и разработки собственных приложений компания Microchip предлагает разработчикам отладочную плату MCP73837EV.

MCP73837/8 производится в миниатюрных корпусах 10-выводном MSOP и 3×3 мм DFN.

Индуктивный повышающий контроллер питания MCP1651

Индуктивный контроллер напряжения MCP1651, разработанный для применения в портативных приложениях (корпус MSOP8, MSOP10), позволяет выдавать 5 Вт мощности в нагрузку при собственном токе потребления $I_q = 120$ мкА.

Основные особенности:

- 1) высокая частота коммутации — 750 кГц — позволяет использовать компактные SMD-дроссели и в сочетании с несложным фильтром обеспечивает низкий уровень выходных пульсаций;
- 2) внешний ключ и обратная связь через резистивный делитель обеспечивают характеристики схемы питания, ограниченные только возможностями ключа;
- 3) вход ShutDown и Low Battery Detect для систем с батарейным питанием;
- 4) ставший традиционным для Microchip Technology корпус MSOP-8, 10.

Микропотребляющий линейный регулятор напряжения MCP1702

MCP1702 — это микропотребляющий линейный регулятор напряжения с низким падением напряжения и с выходным током до 250 мА. MCP1702 работает с входным напряжением до 13,2 В, что в комбинации с малым током потребления 2 мкА делает его подходящим для приборов с питанием от не-

Таблица 1. Спецификация наиболее популярных LDO компании Microchip

Тип	Макс. вх. напряжение, В	Вых. напряжение, В	Макс. вых. ток, мА	Ток потребления, мкА	Падение напряжения на макс. вх. токе, мВ	Особенности	Диапазон рабочих температур, °С	Корпус
MCP1700	6	1,2–5,0	250	1,0	178	Защита от КЗ, перегрева	–40...+125	SOT-23, SOT-89, TO-92
MCP1701A	10	1,8–5,0		2,0	380	–	–40...+85	
MCP1702	12	1,2–5,0		2,0	625	Защита от КЗ, перегрева	–40...+125	
MCP1703	16	1,2–5,5						
MCP1725	6	0,8–5 fix 0,8–5 adj	500	120	210	Защита от КЗ, перегрева, возможность выключения, функция 'Power Good'	–40...+125	8DFN, 80IC
MCP1726	6		1000	140	220			
MCP1727	13,2		1500	120	330			

скольких элементов, алкалайновых элементов 9 В или литиевых батарей.

Основные характеристики:

- типовой ток потребления — 2,0 мкА;
- диапазон входных напряжений: 2,7–13,2 В;
- выходной ток при выходном напряжении $\geq 2,5$ В: 250 мА; выходной ток при выходном напряжении $< 2,5$ В – 200 мА;
- фиксированные выходные напряжения от 1,2 до 5,5 В с шагом 0,1 В;
- стабильная работа с выходным конденсатором от 1,0 до 22 мкФ;
- защита от короткого замыкания;
- тепловая защита;
- различные корпуса: SOT-23A, SOT-89, TO-92-3.

MCP1703 — стабилизатор с увеличенным допустимым входным напряжением

MCP1703 — это версия микропотребляющего стабилизатора MCP1702 с увеличенным допустимым входным напряжением 16 В.

Наиболее популярные LDO Microchip приведены в таблице 1.

Стабилизатор с низким падением напряжения MCP1727

MCP1727 — первый в индустрии стабилизатор с низким падением напряжения с номинальным током нагрузки 1,5 А, настраиваемой функцией PowerGood и возможностью отключения логическим уровнем.

Основные характеристики:

- ток нагрузки: 1,5 А;
- диапазон входных напряжений: 2,3–6,0 В;
- вариант с фиксированным выходным напряжением (0,8, 1,2, 1,8, 2,5, 3,0, 3,5, 5,0 В) и регулируемым (0,8–5,0 В) выходным напряжением;
- погрешность выходного напряжения 0,5%;
- низкое падение напряжения: 330 мВ при токе нагрузки 1,5 А;
- для стабильной работы достаточно керамического конденсатора 1 мкФ на выходе;
- ток потребления: 120 мкА;
- ток потребления в режиме отключения: 0,1 мкА;
- выход Power Good с настраиваемой задержкой (функция супервизора);
- защита от перегрузки и перегрева;
- сверхминиатюрный корпус DFN-8 (3×3 мм), либо SOIC-8.

Стабилизатор предназначен для использования в устройствах с батарейным питанием.

Сигма-дельта АЦП MCP3551/53

Еще пять лет назад высокоразрядные сигма-дельта АЦП были прерогативой лабораторного измерительного оборудования, а сегодня цены на преобразователи от Microchip опустились до отметки \$3,3 в партиях 1000 шт. В отличие от старших моделей других производителей, MCP3551/53 (разрядность 22 и 21 бит соответственно) имеют только один дифференциальный вход и не содержат PGA, что, впрочем, компенсируется отменной метрологией. По структуре и реализации АЦП зарегистрировано два патента. Устройство обеспечивает недостижимое ранее значение полной некомпенсированной погрешности 6 млн^{-1} при отсутствии калибровки и абсолютной нечувствительности к температуре. Сверхнизкое потребление — 140 и 1 мкА в режимах преобразования и ожидания соответственно, встроенный калиброванный генератор и расширенный температурный диапазон расширяют область применения и упрощают интеграцию АЦП в устройства.

MCP355x обеспечивают высокую точность и низкий уровень шумов для задач, связанных с прямым измерением сигналов от первичных преобразователей, таких как сенсоры давления, температуры, влажности и т. д. Благодаря наличию внутреннего генератора для использования АЦП в задачах высокоточного измерения требуется минимум внешних компонентов. Высокоомный дифференциальный вход позволяет работать с широким спектром разнообразных сенсоров и измерительных устройств. MCP355x имеют рабочий температурный диапазон от –40 до +125 °С и выпускаются в компактных 8-выводных корпусах MSOP и SOIC.

Основные технические характеристики:

- разрядность без пропуска кодов — 22 бита (MCP3551) – 20 бит (MCP3553);
- эффективная разрядность — 21,9 бит (MCP3551) – 20,6 бит (MCP3553);
- автоматическая внутренняя компенсация смещения и погрешности усиления;
- низкий выходной шум — 2,5 мкВ (MCP3551);
- погрешность смещения — 3 мкВ;
- типичная мультипликативная погрешность — 2 млн^{-1} ;

Таблица 2. Спецификация дельта-сигма АЦП компании Microchip

Тип	Разрешение, бит	Напряжение питания, В	Макс. частота преобразования, выб/с	Число дифф. каналов	Интерфейс	Ток потреб. (тип), мкА	Интегральная нелинейность INL (%FSR)	Рабочая температура, °С	Корпус
MCP3550-50	22	2,7–5,5	13	1	SPI	120	0,0002	–40...+125	8/SOIC 8/MSOP
MCP3550-60	22	2,7–5,5	15	1	SPI	140	0,0002	–40...+125	8/SOIC 8/MSOP
MCP3551	22	2,7–5,5	14	1	SPI	120	0,0002	–40...+125	8/SOIC 8/MSOP
MCP3553	20	2,7–5,5	60	1	SPI	140	0,0002	–40...+125	8/SOIC 8/MSOP
MCP3421	18	2,7–5,5	240	1	I ² C	145, 39 (1 sps)	0,0010	–40...+125	SOT-23

Таблица 3. Микропотребляющие супервизоры Microchip

Тип	Усс диапазон рабочих напряжений, В	Диапазон температур, °С	Варианты напряжений для сброса, В	Уровень сигнала сброса	Выход	Типовая мин. длительность сигнала сброса, мс	Типовой потребляемый ток, мкА	Дополнительные особенности	Корпуса
MCP102	1,0–5,5	–40...+125	1,9; 2,32; 2,63; 2,93; 3,08; 4,38; 4,63	Низкий	CMOS Push-Pull	120	1	–	3pin SOT-23B, SC-70, TO-92
MCP103	1,0–5,5	–40...+125	1,9; 2,32; 2,63; 2,93; 3,08; 4,38; 4,63	Низкий	CMOS Push-Pull	120	1	Цоколевка как у MAX809	3pin SOT-23B, SC-70, TO-92
MCP121	1,0–5,5	–40...+125	1,9; 2,32; 2,63; 2,93; 3,08; 4,38; 4,63	Низкий	Open Drain	120	1	–	3pin SOT-23B, SC-70, TO-92
MCP131	1,0–5,5	–40...+125	1,9; 2,32; 2,63; 2,93; 3,08; 4,38; 4,63	Низкий	Open Drain + внутр. 100 кОм резистор на Vcc	120	1	–	3pin SOT-23B, SC-70, TO-92

- максимальная погрешность интегральной нелинейности — 6 млн⁻¹;
- абсолютная погрешность измерения — не более 10 млн⁻¹ (MCP3551);
- частота выдачи данных — 13,75 Гц (MCP3551) или 60 Гц (MCP3553);
- установление сигнала за 1 такт;
- режимы непрерывного и одиночного измерения;
- интерфейс SPI;
- ток преобразования — от 100 мкА (2,7 В) до 120 мкА (5 В);
- тип корпуса — SOIC8 и MSOP8;
- дифференциальный вход с допустимым синфазным напряжением от V_{ss} до V_{dd};
- однополярное питание от 2,7 до 5,5 В;
- расширенный температурный диапазон (от –40 до +125 °С).

В таблице 2 приведены основные особенности сигма-дельта АЦП Microchip.

Супервизоры питания MCP102-103-121-131

Супервизоры питания заменяют встроенный модуль BOR микроконтроллера, но при этом потребляют существенно меньший ток и используются для контроля уровня напряжения питания, а также защиты от провалов питающих напряжений.

Основные характеристики:

- низкое напряжение питания: 1,75 мкА;
- напряжения срабатывания: 1,9, 2,32, 2,63, 2,93, 3,08, 4,38, 4,63 В;
- сброс микроконтроллера в случае провалов напряжения;
- диапазон рабочих температур: –40... +125 °С;
- инверсный выход сброса RST: – MCP102/103 — push-pull;

- MCP121 — открытый сток;
- MCP131 — открытый сток с подтягивающим резистором 100 кОм;
- корпус: SC-70, SOT-23, TO-92.

В таблице 3 приводятся характеристики супервизоров Microchip с током потребления 1 мкА.

Благодаря компактному корпусу и большому выбору напряжений срабатывания рекомендуются для использования в устройствах с автономным питанием.

Термодатчики с аналоговым выходом TC1047A и MCP970x

TC1047A получил широкое распространение благодаря высокой для своего класса точности, компактному корпусу и удобной для пересчета в градусы передаточной функцией. Более новая разработка — термодатчик MCP970x — отличается низкой ценой и сверхкомпактным корпусом SC70-5, выпускается в двух модификациях с разными температурными коэффициентами — стандартные для Microchip 10 мВ/°С (MCP9700) и 19,53 мВ/°С (MCP9701 — замена MAX6612 и аналогичных термодатчиков).

Операционные усилители и компараторы MCP6xxx

Ассортимент операционных усилителей компании Microchip охватывает несколько десятков устройств в сегменте общего назначения с широким диапазоном характеристик. Особенно необходимо отметить не имеющие аналогов низкочастотные микропотребляющие ОУ MCP614x с рабочим током 0,6 мкА на усилитель, полосой пропускания 100 кГц, максимальным U_{см} 3 мВ и диапазоном пита-

ния 1,4–5,5 В. Для применения в сверхминиатюрных устройствах предлагаются ОУ в корпусах SOT23-5 и SC70-5.

Усилители MCP6G01/2/3/4 с программируемым коэффициентом усиления

Это новая линейка усилителей с программируемым коэффициентом усиления MCP6G0x. Все усилители имеют неинвертирующий вход и один вход установки коэффициента усиления: 1, 10, 50.

Доступны микросхемы с одним усилителем на кристалле (MCP6G01, MCP6G03), двойные (MCP6G02) и четверные (MCP6G04) усилители.

Основные особенности:

- rail-to-rail вход и выход;
- ошибка коэффициента усиления не более ±1%;
- высокая полоса пропускания: от 250 до 900 кГц;
- низкий ток потребления — типовое значение 110 мкА;
- однополярное напряжение питания: +1,8...+5,5 В;
- расширенный температурный диапазон: –40... +125 °С.

Цифровые потенциометры

Проверенные временем MCP4xxx0 благодаря хорошей метрологии и входу ShutDown успешно справляются с задачей подстройки параметров аналогового тракта в портативных измерительных приборах, а также могут использоваться в качестве дешевой альтернативы 8-разрядному ЦАП в задачах генерации аналоговых сигналов, в том числе звука.

Семейство MCP402x имеет функцию сохранения «положения движка» при отключении питания (значение сохраняется в энергонезависимой памяти) и отличается упрощенным интерфейсом в виде входов StepUp/StepDown. Оптимальные области применения — заводская настройка аналоговых схем и использование в устройствах, не оснащенных микроконтроллером.

Программируемый датчик температуры MCP98242 со встроенной EEPROM

MCP98242 выпускается в корпусах DFN (2×3 мм) и TSSOP, имеет интерфейс I²C и возможность конфигурирования.

Основные особенности MCP98242:

- диапазон измерения температуры: –40...+125 °С с точностью ±0,5 °С в диапазоне +75...+95 °С и ±2,0 °С в диапазоне –20...+125 °С;
- встроенный дельта-сигма АЦП;
- интегрированная память EEPROM объемом 256 байт;
- напряжение питания 3,0–3,6 В;

- низкий ток потребления: 3 мкА в ждущем режиме, 1,1 мА в режиме записи, 100 мкА в режиме чтения;
- программная защита EEPROM от записи;
- программируемый логический выход тревоги по температуре.

SEEPROM в корпусе SOT23-6

Компактный корпус позволяет использовать SEEPROM в условиях, не доступных для SOIC и даже MSOP. Например, в сфере измерительных приборов с выносным аналоговым преобразователем задача идентификации и хранения калибровочных данных преобразователя легко решается при помощи микросхемы SEEPROM, установленной в корпус разъема. Это позволяет расширить область применения прибора за счет использования преобразователей на разные диапазоны или типы входных воздействий, а также решает проблему взаимозаменяемости преобразователей и электронных блоков. SEEPROM в корпусах SOT23-6 выпускается под интерфейсы SPI, I²C и Microwire, охватывают емкости от 128 бит до 16 кбит.

Заключение

В данной статье мы попытались наиболее подробно рассмотреть последние новинки аналоговой и интерфейсной продукции Microchip с низким потреблением и большой функциональностью, которые поступили в массовое производство за прошедшие полгода.

Отметим, что ассортимент аналоговых и интерфейсных решений Microchip насчитывает более 3000 наименований, и в данной статье отражены далеко не все интересные решения, предлагаемые компанией.

Тем не менее информация по аналоговой и интерфейсной продукции Microchip — последние версии документации всегда доступна на сайте компании [w www.microchip.com/analog](http://www.microchip.com/analog). Примеры по применению: [w www.microchip.com->AppNotes](#), программное обеспечение для разработки и отладки, необходимая техническая литература: [w www.microchip.com->DevTools](http://www.microchip.com/DevTools).

Высокая конкурентоспособность продукции Microchip как в области аналоговой и интерфейсной продукции, так и в области 8- и 16-рядных контроллеров, обеспечивается, прежде всего, постоянным совершенствованием и системным подходом к анализу и отслеживанию современных потребностей рынка электронных компонентов, непрерывной работой с заказчиками и потенциальными клиентами. ■