Автомобильные линейные регуляторы напряжения позволяют минимизировать ток потребления

МАЙКЛ КРИКЛ (MICHAEL KRICKL), Maxim Integrated Products

В этой статье обсуждается вопрос минимизации собственного тока потребления электронных систем современного автомобиля, и предлагаются некоторые решения с использованием линейного регулятора напряжения.

За последние годы многие механические функции автомобиля были заменены или модифицированы с помощью электронных цепей. Одним из последствий таких перемен стало быстрое увеличение числа микроконтроллеров в машине, что, в свою очередь, привело к такому же увеличению потребляемого тока от автомобильного аккумулятора. До тех пор пока двигатель и генератор работают должным образом, не возникает проблемы с возросшим энергопотреблением. При выключении двигателя аккумуляторная батарея должна по-прежнему снабжать током все подсистемы автомобиля: электродвигатели стеклоочистителей, стеклоподъемники, радиоприемники и плееры, а также другие электронные системы, использующиеся в большинстве автомобилей для обеспечения комфорта. Даже если машину покинули все пассажиры, многие системы потребляют ток, чтобы быть готовыми к работе в случае необходимости. Для минимизации этих токов необходимы линейные регуляторы с малым собственным током потребления, а также комбинации линейных и импульсных регуляторов.

ГЕНЕРАТОРЫ ОБЕСПЕЧИВАЮТ ДОСТАТОЧНУЮ МОЩНОСТЬ

Типичный автомобильный генератор обеспечивает мощность около 3000 Вт. При выходном напряжении 14 В потребляемый ток может составить более 200 А. Даже если кондиционер воздуха включить на полную мощность, а радио будет греметь на весь салон, генератор в состоянии обеспечить необходимую мощность. В этом случае вопрос о токах покоя не возникает. Однако что происходит, когда двигатель выключен?

Лишь в течение некоторого времени аккумуляторная батарея может обеспечить требуемую мощность. Основная характеристика аккумулятора машины средней величины — его емкость, измеряемая в ампер-часах (А·ч). Типичное значение емкости аккумулятора автомобилей особо малого класса составляет около 50 А·ч. Теоретически это обеспечивает возможность потребления тока величиной 1 А на протяжении 50 ч. Увеличение тока в два раза уменьшает это время наполовину. При повороте ключа зажигания, например, потребляется ток в несколько сот ампер, но лишь в течение короткого времени. Считая, что при повороте ключа зажигания средняя величина тока потребления равна 300 А, для запуска двигателя есть 10 мин (за это время аккумулятор полностью разрядится).

Другой пример — освещение. Обычно две передние фары автомобиля потребляют мощность по 50 Вт, а задние фары — по 20 Вт. Вместе они потребляют 140 Вт. Если водитель, покидая машину, забудет их выключить, они будут потреблять ток около 11,5 А при среднем напряжении в 12 В. Это значит, что полностью заряженный аккумулятор разрядится через четыре часа. На практике фары погаснут раньше этого времени, как и не будет 10 мин на запуск двигателя.

Типичное значение емкости аккумулятора машины находится в пределах от 36 до 100 А·ч, в зависимости от размера автомобиля и его типа. Несколько факторов вызывают снижение емкости. Например, понижение температуры замедляет скорость химических реакций в батарее. При –20°С емкость аккумулятора падает вдвое. По мере службы емкость батареи уменьшается. Кроме того, аккумулятор машины, на которой часто ездят на короткие расстояния, разряжается намного быстрее, чем в автомобиле, который в основном используется для дальних поездок. (Обычно требуется ездить на машине по меньшей мере полчаса, чтобы аккумулятор полностью перезарядился). У аккумулятора, который разряжается чаще всего только на 30%, количество зарядных циклов примерно равно 500. Таким образом, короткие поездки способствуют более быстрой разрядке батареи и укорачивают ее срок службы. Замену батареи необходимо производить раз в пять лет.

НА ПОДДЕРЖАНИЕ ДЕЖУРНЫХ ФУНКЦИЙ ТРЕБУЕТСЯ ПОСТОЯННЫЙ РАСХОД ЭНЕРГИИ

Предположим, что стоит зима и в течение нескольких недель температура ниже нуля. Вы уехали на машине, произведенной четыре года назад и используемой в основном для поездок по городу, в аэропорт, откуда затем улетели в отпуск на три недели. Вернувшись, вы, вероятно, не сможете завести автомобиль. Аккумулятор за это время сядет не только из-за того, что машина проехала путь из города в аэропорт, три недели стояла на стоянке и были морозы. Еще одна скрытая причина разрядки батареи — непрерывный расход энергии на поддержание постоянно действующих функций современного автомобиля, среди которых назовем лишь несколько: защита от угона, аварийная сигнализация, отпирание дверей без ключа, измерение давления в шинах. Более того, определенные узлы CAN-магистрали находятся в постоянной готовности и потребляют электроэнергию.

В зависимости от производителя и суммарного числа таких узлов суммарный собственный ток потребления может достигать значений нескольких или даже 100 мА, непрерывно потребляемых от батареи. Вернемся к примеру с оставленной в аэропорту автомашиной: холодная погода, перемещение автомобиля по городу и его возраст, возможно, привели к снижению доступной емкости аккумулятора на половину номинальной величины до 25 А·ч. Считая, что непрерывный собственный ток потребления равен всего лишь 25 мА, за 21 день, проведенный машиной на парковке в аэропорту, емкость батареи уменьшится на 12,6 А·ч. Таким образом, к концу вашего отпуска оставшаяся емкость составит четверть от начальной величины и ее может не хватить для того, чтобы завести непрогретый двигатель.

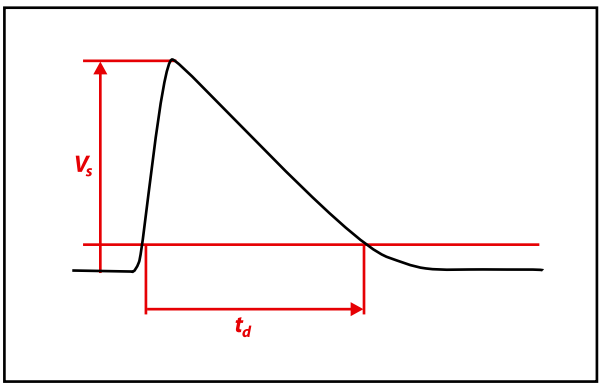

Рис. 1. ***Максимальное значение амплитуды (V_s) этого типичного импульса перенапряжения при сбросе нагрузки составляет 36 В для автомобилей и 58 В — для грузовиков. Его продолжительность (t_d) равна нескольким сотням миллисекунд***

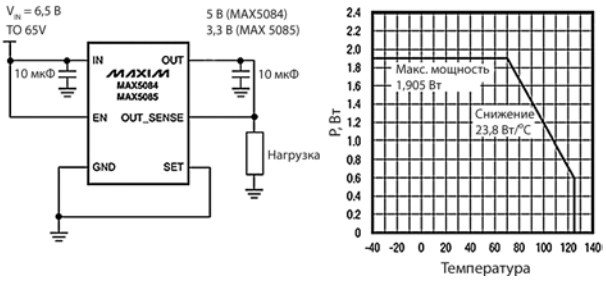

Рис. 2. ***Этот небольшой, но обладающий большими возможностями линейный стабилизатор для автомобильных приложений выполнен в корпусе TDFN, позволяющем рассеивать мощность до 1,9 Вт. При максимально разрешенной температуре окружающей среды 125°C мощность рассеяния составляет 600 мВт***

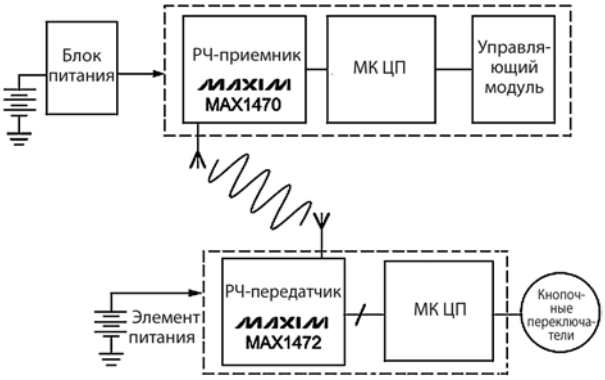

Рис. 3. ***Типичная RKE-система состоит из двух частей — установленной в автомобиле и на брелоке (ключе). Поскольку блок источника питания системы непосредственно подключен к батарее, его собственный ток потребления должен быть невелик***

ВНИМАНИЕ: ПОВЫШЕННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

Для решения проблемы, связанной со снижением емкости, или разрядкой аккумулятора, в электронных системах автомобиля — даже в тех, где не используются дежурные функции, требуется возможность установить такой режим питания, который позволил бы минимизировать собственный ток потребления. Небольшие линейные КМОП-стабилизаторы, похоже, неплохо справляются с этой задачей, т.к. собственный ток потребления нескольких таких устройств очень незначительный. Например, устройство MAX1725 потребляет всего лишь 2 мкА. К сожалению, однако, источник питания должен иметь широкий диапазон входного напряжения для работы с т.н. импульсом сброса нагрузки, представляющим собой короткий, но значительный импульс перенапряжения, появляющийся в результате отсоединения батареи во время работы генератора.

Из-за того, что контур управления генератора реагирует недостаточно быстро, при отключении батареи генерируется импульс выходного напряжения высокой амплитуды. Этот импульс обычно подавляется ограничителями напряжений, но производители автомобилей обращают внимание поставщиков на то, что на входе источников питания возможно появление импульса перенапряжения. Эта характеристика разная у разных производителей, но типичное максимальное значение для легковых автомобилей составляет 36 и 58 В — для грузовиков. Продолжительность типичного импульса сброса нагрузки равна нескольким десятым секунды (см. рисунок 1).

РАССЕЯНИЕ МОЩНОСТИ И ТЕМПЕРАТУРА

Из-за высокого входного напряжения линейный стабилизатор должен не только выдержать указанное напряжение, но также рассеять значительную мощность. Возможно, преобразование типичного для автомобиля входного напряжения величиной 13 в 5 В при токе 50 мА не представляет особой трудности, т.к. рассеиваемая мощность стандартного корпуса SO8 равна всего лишь 400 мВт и не превышает максимально допустимого значения. Однако в описанном выше случае величина рассеиваемой мощности при перенапряжении в 36 В превышает 1,5 Вт.

Количество рассеиваемой мощности всех корпусов уменьшается с увеличением температуры. В этом случае ИС стабилизатора, выполненного в стандартном корпусе SO8, быстро переходит в режим тепловой защиты. Стабилизатор выдерживает нагрузку и возобновляет работу после охлаждения, однако эта мера не помогает, т.к. необходимо, чтобы его функционирование было постоянным. Используемым в автомобилях линейным стабилизаторам требуются усовершенствованные корпуса для рассеяния большой мощности.

Стандартный линейный стабилизатор, подобный MAX5084, предназначен для работы во всем автомобильном температурном диапазоне. Диапазон входного напряжения устройства равен 65 В, типичное значение собственного тока потребления составляет 50 мкА, а гарантированная величина выходного тока — 200 мА. Корпус TDFN этого устройства имеет шесть выводов и открытую контактную площадку, предназначенную для непрерывного рассеивания мощности в 1,9 Вт при 70°C, однако (как и у всех корпусов) данная способность ухудшается при более высоких температурах (см. рисунок 2). При 125°C этот корпус все еще в большей степени способен рассеивать энергию, чем стандартный корпус SO8 при комнатной температуре. К числу дополнительных возможностей этого устройства относится функция регулирования напряжения прямо на нагрузке, вывод SET, позволяющий задавать другие значения выходным напряжениям, чем 3,3 и 5 В, и функция Enable. Если функция ожидания не требуется, имеется возможность отключить устройство, которое понижает типичный ток источника питания до 6 мкА.

МИНИМАЛЬНО ВОЗМОЖНЫЙ СОБСТВЕННЫЙ ТОК ПОТРЕБЛЕНИЯ ДЛЯ ФУНКЦИЙ ОЖИДАНИЯ

Приемник системы бесключевого доступа (remote keyless entry — RKE) (см. рисунок 3) всегда должен быть в активном состоянии, чтобы в любой момент принять команды, подаваемые удаленным контроллером брелока. Источник питания RKE-приемника не отключается, поэтому его собственный ток потребления должен быть минимальным, особенно в режиме ожидания. После перевода в активное состояние

источник должен обеспечивать требуемый уровень рабочего тока.

Следовательно, необходимо оптимизировать блок источника питания (на рисунке 3 вверху слева), сведя к минимуму его собственный ток потребления. Помимо этого остальные требования к блокам линейного стабилизатора не столь строгие — он должен иметь вход, выход и земляной контакт. Функции выключения и Enable не требуются, т.к. приемник всегда включен. Внимательно рассмотрим, как устанавливается выходное напряжение. Во многих линейных стабилизаторах выходное напряжение устанавливается с использованием внешнего резисторного делителя, однако для данного приложения этот вариант не оптимален. Рассмотрим следующий сценарий.

РЧ-приемник MAX1470 работает от 3,3 В. Для обеспечения невысокого тока покоя нельзя допустить большого тока смещения в резисторном делителе. Для максимального тока в 2 мкА сопротивление делителя должно быть не менее 1,65 МОм. Эта величина доступна для чип-резисторов, однако использование больших значений имеет свои недостатки — делитель становится чувствительным к искажениям, которые могут повлиять на выходное напряжение линейного стабилизатора.

Другим серьезным возражением против использования внешних резисторных делителей является продолжительное отложение на печатной плате паразитного слоя грязи, состоящей из частиц масла, пыли, испарившегося пластика и т.д. Таким образом, высокий импеданс делителя со временем уменьшается, по мере того как паразитный слой образует параллельное сопротивление. Прямым следствием такого загрязнения является медленное, но непрерывное изменение выходного напряжения и устойчивый рост тока покоя. По этой причине использование линейных стабилизаторов с внутренним делителем является предпочтительным.

Учитывая все приведенные соображения, можно считать, что линейный стабилизатор MAX15006 — правильный выбор (см. рисунок 4). Его небольшой корпус TDFN с шестью выводами способен рассеивать до 1,5 Вт мощности. Это устройство обеспечивает фиксированное выходное напряжение величиной 3,3 или 5 В (другие значения доступны по запросу). Диапазон входного напряжения MAX15006 (максимальная величина которого 40 В) позволяет подключение непосредственно к автомобильному аккумулятору, однако главное преимущество состоит в сверхнизком значении тока холостого хода (9,5 мкА, тип.). Для тока нагрузки в 1 мА максимальный собственный ток потребления во всем автомобильном температурном диапазоне составляет лишь 19 и 110 мкА — при максимальной токовой нагрузке в 50 мА. Это приемлемая характеристика, поскольку в нашем примере максимальная величина потребляемого тока для приемника MAX1470 значительно ниже 10 мА.

ПРОБЛЕМЫ РАССЕЯНИЯ МОЩНОСТИ

Для того чтобы уменьшить размер платы и стоимость устройства, разработчики иногда не используют импульсный источник питания, даже когда задача требует от линейного стабилизатора максимально высокой способности к рассеянию мощности. Рассмотрим, к примеру, блок управления, питающийся от напряжения 5 В. В его состав обычно входят микроконтроллер, датчик и CAN-драйвер или другое шинное интерфейсное устройство с подключенной к нему аналоговой цепью. При полной нагрузке блок управления электропитанием может потреблять ток 150 мА.

Следовательно, линейный регулятор, номинальное входное напряжение которого равно 13 В, рассеивает до 1,2 Вт, и эта величина может на короткое время вырасти до 4 Вт при сбросе нагрузки. При работе с номинальным

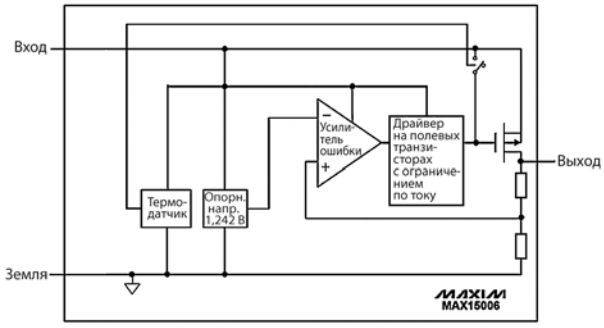

Рис. 4. ***Этому автомобильному линейному стабилизатору требуется минимальное количество выводов и внешних компонентов, минимальная площадь платы и минимальный*** *(типичный)* ***ток холостого хода величиной 9,5 мкА***

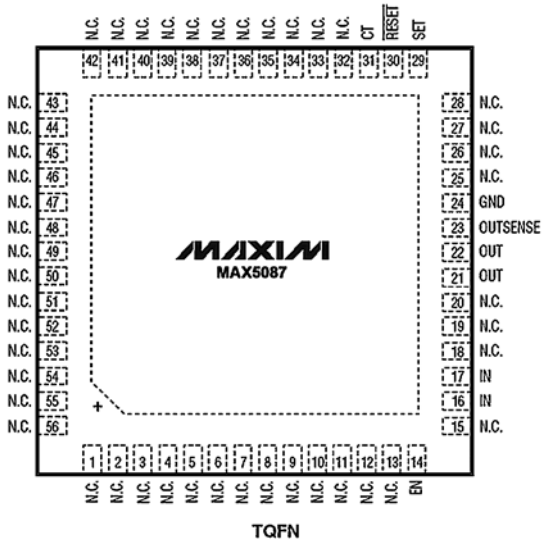

Рис. 5. ***Корпус QFN с 56-ю выводами позволяет повысить максимально рассеиваемую мощность до 3,8 Вт***

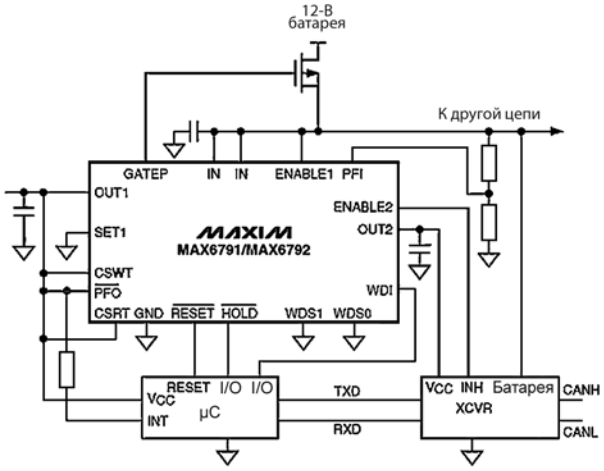

Рис. 6. ***Этот автомобильный регулятор состоит из двух линейных стабилизаторов и набора «обслуживающих» функций. Его мощность рассеяния — 2,7 Вт при 70°C***

напряжением в 26 В (в случае с грузовиком) регулятор должен непрерывно рассеивать более 3 Вт. Для таких автомобильных приложений разработан другой линейный регулятор — MAX5087, выходной ток которого достигает 400 мА. Это устройство поставляется в большем корпусе QFN размером 8 × 8 мм с 56-ю выводами,

позволяющем повысить рассеиваемую мощность до 3,8 Вт (см. рисунок 5).

Для приложений, в которых используются контрольно-диспетчерские функции, лучшим выбором является линейный регулятор MAX6791 (см. рисунок 6). Его корпус QFN с 20-ю выводами рассеивает 2,7 Вт, а один из его сдвоенных линейных стабилизаторов может генерировать второе напряжение питания: например, 3,3 В для МК и 5 В для CAN-трансивера. К числу других функций этого устройства относятся сторожевой таймер с программируемым триггерным окном, сброс по включению питания, компаратор для мониторинга снижения дополнительного напряжения питания, а также управляющая логика для внешнего мощного МОП-транзистора (предназначенного для замены громоздкого защитного диода, рассеивающего энергию).

Более подробную информацию можно получить у официальных дистрибьюторов компании Maxim в России (www.maxim-ic.ru/contact).

НОВОСТИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

| STMICROELECTRONICS И MOBILEYE РАЗРАБАТЫВАЮТ СнК СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ | Компании STMicroelectronics и Mobileye провели испытание СнК второго поколения для систем технического зрения, используемых в автомобильных вспомогательных приложениях для водителя. По заявлению специалистов компаний ST и Mobileye, архитектура EyeQ2 предназначена для ресурсоемкой параллельной обработки сигнала в автомобильных видеоприложениях. Опыт специалистов ST пригодился при разработке и производстве этого устройства, тогда как специалисты Mobileye участвовали в создании видеосистемы.

СнК EyeQ2 представляет собой устройство второго поколения для ресурсоемких приложений реального времени по визуальному распознанию и определению местности и используется в интеллектуальных автомобильных системах. Кроме того, приложение с СнК EyeQ2 позволяет отслеживать перемещение пешеходов, предупреждает о выезде на улицы с двухсторонним движением, управляет светом фар, распознает дорожные знаки, а также позволяет предотвращать столкновения.

СнК EyeQ2 выполнена по 90-нм технологии, имеет два программных ядра First Silicon MIPS32 34Kf с поддержкой технологии Hyper Threading, векторные процессоры VCE/VMP (Vision Computing Engine/Vector Microcode Processor), 512-Кбайт память ISRAM, 16 каналов DMA и периферию для внешней связи, включая 2xCAN, 2xUART, I2C, 32GPIO, флэш-контроль, два входных видеоканала с высоким разрешением (4000 × 2000 пикс.) и один выходной видеоканал с возможностями интеграции искусственной графики.

www.russianelectronics.ru

| HYUNDAI-KIA ВЫБИРАЕТ «МАЙКРОСОФТ» ДЛЯ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ | «Майкрософт» поставит компании Hyundai-Kia платформу системного ПО Microsoft Auto для мультимедийных решений. Начиная с 2010 г. корейский OEM-производитель автомобилей планирует выпуск машин, имеющих ОС Windows CE.

По информации от представителей «Майкрософт», обе компании заключили долгосрочное соглашение. Hyundai-Kia планирует использовать платформу «Майкрософт» в качестве главного компонента для разработки будущих мультимедийных систем для автомобиля.

В комплекте с ОС Windows CE компания «Майкрософт» поставляет несколько стеков протоколов и связующие компоненты ПО для поддержки интеграции мобильных телефонов на основе Bluetooth-технологии и внешних медиаплееров во встроенные системы, служащие для развлечения. Райнер Герсчук, старший менеджер по работе с покупателями, объясняет, что хотя эта платформа содержит ряд стандартных компонентов, в целом она приспособлена под нужды потребителей.

Приняв такое решение, Hyundai-Kia присоединяется к таким компаниям как Fiat and Ford Motor Company, продукция которых уже оснащена ОС «Майкрософт». Среди поставщиков первого уровня Continental известна как компания, создающая решения на основе платформы «Майкрософт».

www.russianelectronics.ru

| СРЕДНЕГОДОВОЙ ТЕМП РОСТА СОЕДИНЕНИЙ ТИПА «МАШИНА-МАШИНА» СОСТАВИТ 37,9% | Согласно прогнозу агентства Berg Insight (Гетенбург, Швеция), количество соединений в сотовых сетях, используемых для связи типа «машина-машина», вырастет при среднегодовом темпе роста в 37,9% с 37,5 млн в 2007 г. до 186 млн в 2012 г.

В настоящее время на рынке преобладают GSM и другие традиционные технологии мобильной связи, которые в конце 2007 г. составили 71% от общего числа используемых стандартов в активных соединениях. CDMA является вторым наиболее распространенным стандартом, широко применяемым в Сев. Америке и частях азиатско-тихоокеанского региона. До сих пор технология WCDMA в основном использовалась в Японии в приложениях «машина-машина». В других регионах принятие этого стандарта сдерживается высокой стоимостью комплектующих и ограниченным покрытием сети.

«Возрастающая потребность в надежности и безопасности склоняет чашу весов в пользу широкого выпуска телемеханических приложений для автомобильной индустрии всего мира, — заявляет Тобиас Райберг, старший аналитик Berg Insight. — В Сев. Америке система OnStar уже принесла ощутимую пользу миллионам водителей. В Европе полным ходом идет разработка системы экстренного вызова eCall, а в нескольких латиноамериканских странах рассматривается вопрос о введении обязательных мер по оснащению всех новых автомобилей приборами слежения для предотвращения правонарушений, принявших повальный характер».

www.russianelectronics.ru