

Недорогой и гибкий метод обнаружения перегрева

В НЕСКОЛЬКИХ ЗОНАХ С ПОМОЩЬЮ ПОЗИСТОРОВ

В настоящее время все большую популярность завоевывает распределенная архитектура источников питания. Такая архитектура предусматривает наличие нескольких преобразователей нагрузки, а значит, и возможность перегрева в нескольких зонах. В этой статье Муненори Хикита, менеджер по сенсорной продукции европейского отделения компании Murata (www.murata-europe.com), описывает простой и гибкий метод обнаружения перегрева при помощи терморезисторов с положительным ТКС (позисторов).

Муненори ХИКИТА (Munenori HIKITA)

С ростом уровня интеграции и расширением функциональности ИС требования к их питанию становятся все более строгими. Теперь источник питания должен обеспечивать выработку низких напряжений, большие токи, быстрый отклик на мгновенные флуктуации нагрузки и высокий КПД для снижения энергопотребления. Для удовлетворения этих требований были разработаны распределенные источники питания, в частности, локализованные к нагрузке (point-of-load, POL) преобразователи, обеспечивающие выработку необходимого количества энергии в максимальной пространственной близости от соответствующих нагрузок. В некоторых современных ноутбуках таких преобразователей более 10.

Хотя КПД отдельных локализованных к нагрузке преобразователей весьма высок, в определенной степени тепловыделение на них неизбежно ввиду тепловых потерь при протекании больших токов в цепи питания, как обычный Джоулев нагрев на сопротивлении полевых транзисторов ON resistance (при включении, в открытом состоянии). Мощные полевые транзисторы, входящие в состав локализованных к нагрузке преобразователей и выделяющие большое количество тепла,

могут располагаться в различных местах печатной платы. Усугубляет проблему то, что такие мощные полевые транзисторы обычно используются парами, как в типовой схеме на рис. 1. Когда один из полевых транзисторов открывается, другой закрывается, и наоборот. Этим переключением ведающая управляющая цепь, изображенная в левой части рис. 1. Неисправность управляющей цепи может привести к одновременному открытию обоих полевых транзисторов, которое вызовет короткое замыкание с протеканием через них больших токов. При этом полевые транзисторы испытывают недопустимый перегрев. В зависимости от обстоятельств, температура на их поверхности может достигать 160...200 °С.

Как правило, для предотвращения перегрева электронного оборудования по такому сценарию принимаются определенные конструктивные меры, но они не дают полной гарантии на случай дефектных компонентов или неисправностей, вызванных непредусмотренным шумом. Хотя вероятность перегрева для каждого отдельного преобразователя мала, при использовании нескольких преобразователей она повышается. Перегрев

может привести к расплавлению корпуса или выделению дыма, а в худших случаях — к возгоранию.

В этой связи производители начали встраивать в свои изделия схемы детекторов перегрева на базе датчиков температуры, например терморезисторов с отрицательным ТКС (NTC). Однако для контроля перегрева 10 источников питания потребуется 10 таких детекторов, а при использовании многофазных DC/DC-преобразователей — и того больше. К тому же эти детекторы снижают гибкость проектирования печатных плат: поскольку размеры детекторных схем относительно велики, их трудно добавлять или удалять после изготовления опытного образца платы.

Обнаружение перегрева с помощью позисторов (PTC)

Указанных выше трудностей можно избежать, используя терморезисторы с положительным ТКС, или позисторы. В противоположность термисторам NTC у позисторов сопротивление увеличивается с ростом температуры.

Когда температура вокруг позистора достигает определенного порогового значения, его сопротивление возрастает стремительно. Например, сопротивление керамических бескорпусных позисторов (POSISTOR), которые выпускает компания Murata, увеличивается более чем в 1000 раз.

Схема А на рис. 2 представляет собой схему детектора перегрева на базе бескорпусного позистора. Например, в случае использования позистора Murata (артикул PRF18BC471Qx), если сопротивление разделительного резистора R равно 10 кОм, а приложенное напряжение V_{CC} — 3,3 В, то отношение выходного

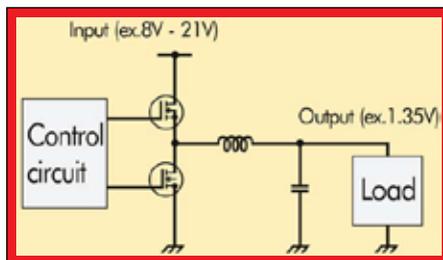


Рис. 1. Пример преобразователя, локализованного к нагрузке

напряжения цепи V_{out} к температуре позистора имеет вид, изображенный в правой части рис. 2. При комнатной температуре V_{out} равняется 0,15 В, а по достижении температуры 105 °С возрастает до 1,06 В; этому соответствует десятикратный рост сопротивления позистора. Когда температура повышается до 120 °С, V_{out} повышается до 2,72 В, а сопротивление позистора в 100 раз превышает его сопротивление при комнатной температуре. При надлежащем выборе делительного (dividing) резистора эта цепь позволяет выключать источник питания при перегреве, непосредственно управляя биполярными или полевыми транзисторами. Тем самым исчезает необходимость использовать в детекторе перегрева АЦП и управляющее программное обеспечение.

Соединив последовательно несколько позисторов, как показано в схеме В на рис. 2, можно измерять температуру сразу в нескольких зонах благодаря резкому изменению сопротивления позисторов. Если разместить четыре позистора в критически важных точках печатной платы и соединить их последовательно, то, когда температура хотя бы одного из них достигнет 120 °С, V_{out} вырастет с 0,52 В (напряжение при комнатной температуре) до 2,72 В. Если при этом выход цепи подключить к компаратору с порогом, установленным на 2,7 В, можно соединить последовательно более 10 позисторов.

Недорогая, гибкая цепь датчика температуры

В качестве примера применения на рис. 3 показана печатная плата ноутбука. Здесь пять позисторов позволяют выявлять перегрев в пяти различных зонах без применения замысловатых цепей обработки сигналов и управления, которые потребовались бы в случае использования детекторов перегрева на базе термисторов. К тому же в варианте с NTC-термисторами, если бы возникла необходимость контролировать температуру еще в каких-то зонах, понадобились бы дополнительные датчики и детекторные цепи. Это также затруднило бы проверку схемы.

Метод, описанный в этой статье, требует всего одной детекторной цепи при условии, что в каждой контролируемой зоне размещается один позистор. При этом мы можем не только снизить стоимость самой цепи, но и сократить сроки проектирования и проверки, как видно на рис. 4.

Еще одно преимущество изложенного метода — дополнительная гибкость проектирования. Например, если на стадии проектирования некоторая зона считается потенциально подверженной перегреву, а после изготовления опытного образца оказывается, что риск отсутствует, можно просто закоротить соответствующий позистор, вместо того чтобы вносить изменения в конструкцию детекторной цепи. Дело в том, что количество

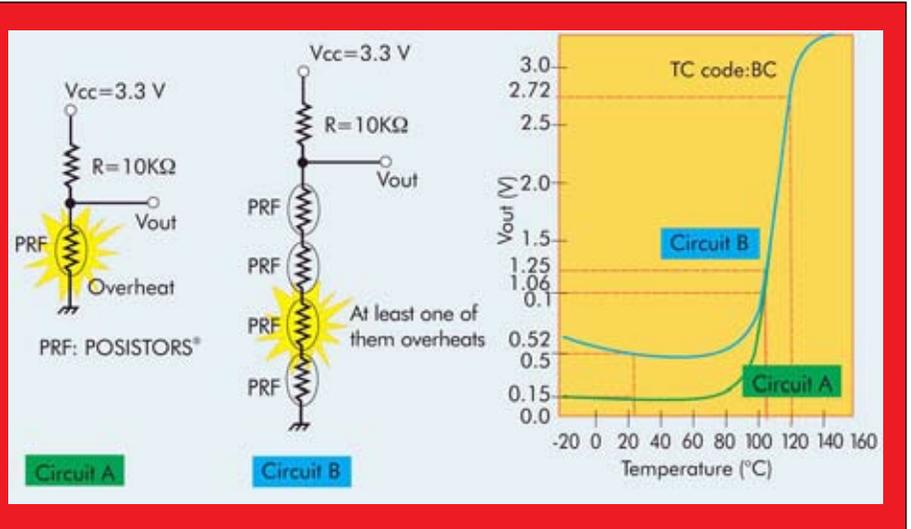


Рис. 2. а) Схемы обнаружения перегрева с помощью позистора; б) график выходного напряжения обеих цепей в зависимости от температуры

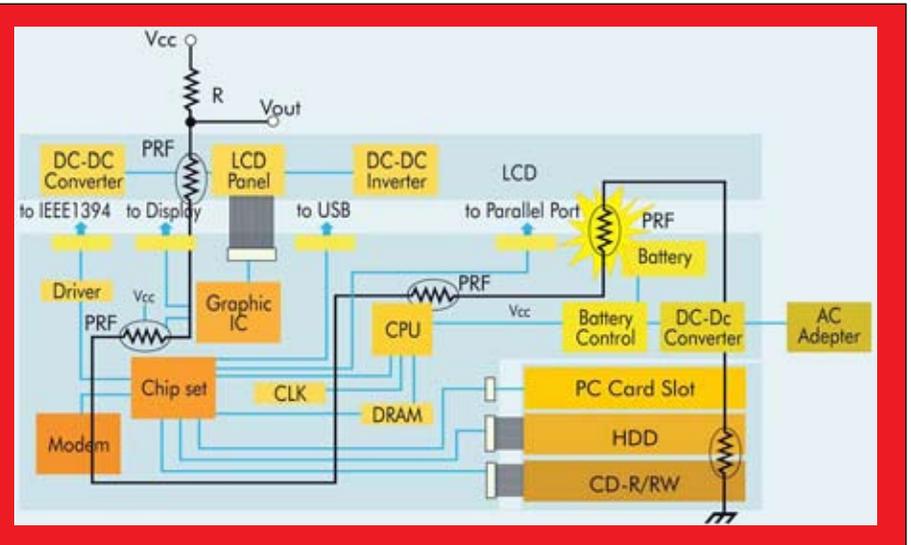


Рис. 3. Пример схемы детектора перегрева для нескольких зон на материнской плате ноутбука

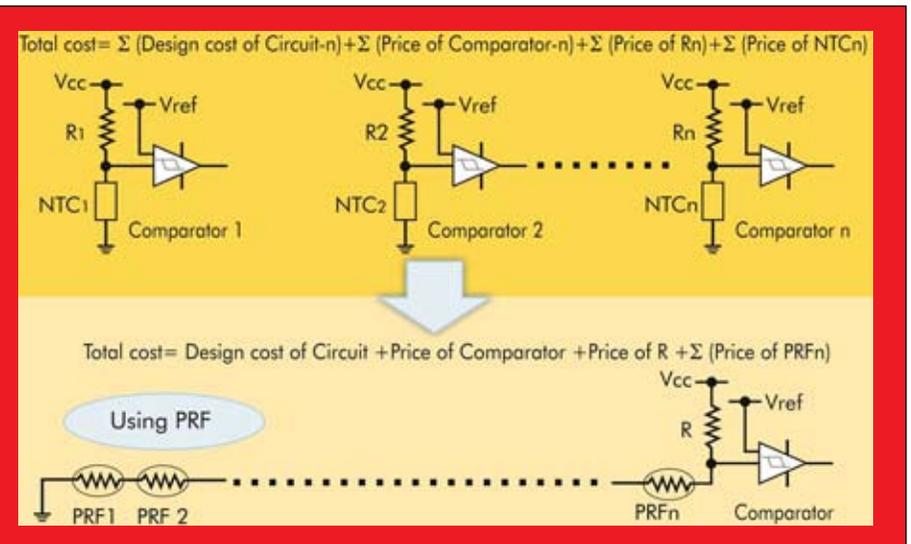


Рис. 4. Сравнение стоимости систем с несколькими зонами контроля перегрева

последовательно соединенных позисторов очень мало влияет на работу схемы ввиду резкого изменения их сопротивления.

Может возникнуть и обратная ситуация: предусмотрев контактные площадки в зоне с малым риском перегрева, проектировщик впоследствии (например, после изготовления опытного образца) может решить, что позистор в этой зоне все-таки нужен. В некоторых случаях даже не потребуются изменять рисунок печатной платы. Такая гибкость может позволить существенно сократить сроки проектирования.

Еще одна интересная особенность состоит в том, что пороговую температуру мож-

но выбирать для каждой зоны отдельно путем подбора позистора с соответствующей температурой срабатывания. Например, в серии керамических бескорпусных ПТС-термисторов (POSISTOR) компании Murata имеются модели с начальной температурой срабатывания (температурой, при которой начинается резкий рост сопротивления) в диапазоне от 65 до 145 °С с шагом в 10 °С. Таким образом, пороговую температуру в различных зонах можно варьировать, просто меняя тип используемого позистора — без каких-либо конструктивных изменений в схеме.

Описанный здесь метод с использованием нескольких позисторов для обнаружения

перегрева силовых устройств в нескольких зонах помогает предотвратить такие опасные ситуации, как расплавление корпуса, выделение дыма и возгорание, причем с малыми затратами и высокой степенью гибкости. Это реалистичное и недорогое решение уже применяется в нескольких ноутбуках, каждый из которых содержит более 10 бескорпусных позисторов. В настоящее время область применения этого метода расширяется, и помимо распределенных систем питания его начинают использовать в других системах с несколькими источниками питания, в частности в плазменных телевизорах и аудиосилителях. ■