

Простое устройство на одной микросхеме нагревает и охлаждает термоэлектрический охладитель лазерного диода

Chris Glaser, Texas Instruments

Electronic Design

Для термоэлектрического охладителя, стабилизирующего температуру лазерного диода, требуется источник питания специальной конфигурации, реализовать который можно с помощью очень простой схемы.

Лазерный диод является самым важным элементом оптических сетей, поскольку именно он отвечает за преобразование данных в световые импульсы. Для стабилизации светового выхода диод требует тщательного управления, а длина волны его излучения зависит, в первую очередь, от температуры. Для выполнения этой стабилизации обычно используются термоэлектрические охладители (Thermoelectric cooler – TEC). В связи с большим разнообразием TEC, различающихся потребляемой мощностью, источник питания должен разрабатываться под каждый конкретный тип.

TEC переносят тепловую энергию с одной поверхности на другую, из-за чего температура первой поверхности повышается или понижается. Сам TEC не потребляет энергию; другими словами, энергия не теряется^{*)}, но энергия нужна для работы TEC. Моделью TEC может служить обычный резистор, способный выдержать определенное падение напряжения на нем и пропустить необходимый ток. Этой мощностью определяется максималь-

ная разность температур между двумя поверхностями TEC. Чем больше приложенная мощность, тем выше разница температур.

Важным свойством термоэлектрических охладителей является их способность как нагревать, так и охлаждать. В связи с тем, что TEC постоянно соединен с лазером или иным устройством, нуждающимся в стабилизации температуры, управлять температурой лазера может только одна поверхность. Другая поверхность должна быть установлена на теплоотвод, чтобы отводить энергию, уходящую с первой стороны. Для правильной работы системы с обеими поверхностями необходимо обеспечить хороший тепловой контакт,

После установки в систему поменять взаимное расположение поверхностей уже невозможно, и TEC должен осуществлять охлаждение и нагрев, исходя из заданной ориентации. Эта дополнительная функция реализуется изменением направления тока, протекающего через TEC. Ток, текущий в определенном направлении, охлаждает одну поверхность и нагревает другую, тогда как при смене его направления первая поверхность будет нагреваться, а вторая охлаждаться. Это расширяет диапазон регулирования температуры по сравнению со схемой, в которой ток течет лишь в одном направлении.

^{*)} Это утверждение, справедливое лишь приблизительно, и лишь в определенных условиях, редакция оставляет на совести автора.

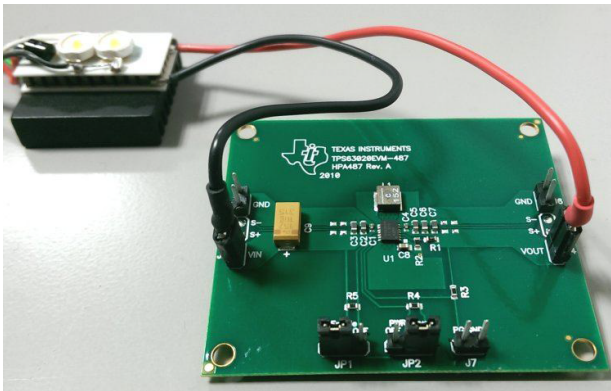


Рисунок 1. Этот образец простой схемы (базовый проект PMP9759 компании Texas Instruments) формирует двунаправленный ток управления ТЕС.

В связи с тем, что для работы ТЕС требуется двунаправленный ток, источник его питания также должен поддерживать два режима. Но большинство источников питания способно отдавать только вытекающий ток. Это вынуждает разрабатывать специальную схему, коммутирующую полярность подключения выводов источника питания к контактам ТЕС, когда охлаждение необходимо заменить нагревом, что существенно усложняет конструкцию устройства.

Альтернативным решением является источник питания, выход которого без коммутации подключения ТЕС мог бы как и отдавать, так и принимать ток. Однако микросхем, рассчитанных на использование в таком режиме, выпускается совсем немного. Кроме того, источник должен надежно работать вблизи нулевого значения тока – обычной рабочей точки устройства.

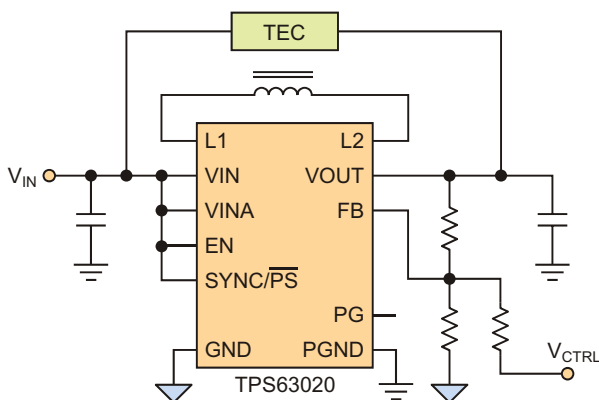


Рисунок 2. Эта схема формирует двунаправленный ток через ТЕС с помощью единственного преобразователя и нескольких внешних компонентов.

Схема показанная на Рисунке 1, способна служить для маломощного ТЕС источником втекающего и вытекающего тока. Например, для того, чтобы генерировать ток требуемого направления, такой повышающе-понижающий преобразователь как TPS63020 может понижать или повышать напряжение питания. Топологией повышающе-понижающего преобразователя обеспечивается широкий диапазон выходных напряжений, в данном случае – от 1.2 В до 5.5 В.

Эта схема, объединившая в себе все силовые MOSFET и нуждающаяся лишь в минимальном количестве внешних компонентов, более предпочтительна для управления маломощными ТЕС, когда первостепенное значение приобретают размеры устройства, как, например, в случае миниатюрных модулей оптической связи. Повышающе-понижающий преобразователь питается от общей шины 3.3 В, имеющейся в модулях волоконно-оптических сетей. Подключение ТЕС к источнику питания (Рисунок 2) позволяет регулировать разность напряжений между поверхностями ТЕС от +2.1 В до -2.2 В. Кроме того, в такой конфигурации легко поддерживать рабочую точку в области нулевых токов.

Ориентация ТЕС имеет решающее значение с точки зрения режима его использования – как нагревателя, или как охладителя. Современная электроника часто сама является источником тепла, и нагреть ее еще больше не представляет сложности. Однако охладить ТЕС настолько, чтобы получить требуемую длину волны излучения лазера, обычно намного труднее. Поэтому лучше подключать ТЕС таким образом, чтобы охлаждение происходило тогда, когда ток вытекает из повы-

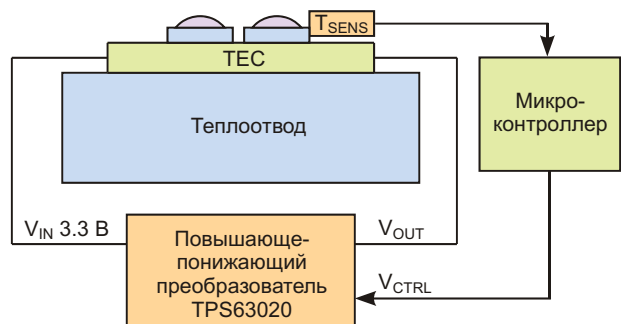


Рисунок 3. В законченной схеме с замкнутой петлей регулирования микроконтроллер считывает показания датчика температуры и формирует выходной сигнал управления преобразователем для установки требуемой температуры.

шающе-понижающего преобразователя. Это связано с тем, что вытекающий ток, который могут отдать многие преобразователи, и TPS63020 в том числе, больше втекающего. По этой же причине для нагрева ТЕС должен использоваться втекающий ток.

В законченной системе (Рисунок 3) микроконтроллер следит за температурой, измеряемой датчиком, установленным на ТЕС.

Сопоставляя реальную и требуемую температуры ТЕС, микроконтроллер управляющим сигналом на выводе VCTRL перемещает рабочую точку преобразователя, заставляя его отдавать или принимать больший или меньший ток. **РЛ**

Материалы по теме

1. [Datasheet Texas Instruments TPS63020](#)