

СОВРЕМЕННЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ТЕРМОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

КОНСТАНТИН МИРОНОВ, аспирант, лаборатория сенсоров и сенсорных систем, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова (ИПУ РАН)

ПОЛИНА МИРОНОВА, ст. инженер, аспирант, лаборатория сенсоров и сенсорных систем, ИПУ РАН

В результате рассмотрения параметров и особенностей включения полупроводниковых термочувствительных элементов — NTC-, PTC- и Z-термисторов в статье делается вывод о предпочтительности использования Z-термисторов в промышленных системах управления. В сравнении с широко используемыми сегодня NTC- и PTC-термисторами Z-термисторы позволяют упростить схемы контроля и измерения температуры, повысить их эффективность и надежность, и, соответственно, сократить расходы на производство и обслуживание.

Приоритетной задачей современных систем управления является контроль и измерение температуры. Для решения различных задач при проектировании систем управления предлагается широкий выбор термочувствительных элементов и устройств. В промышленности часто используются термопары или резистивные термопреобразователи. Они хорошо отвечают условиям, при которых требуется контролировать температуру в широком диапазоне. Однако высокая стоимость, сильная нестабильность (зависимость от влияния внешних факторов, не связанных с контролируемым параметром), слабый выходной сигнал и некоторые другие недостатки исключают их применение при производстве оборудования, где основными критериями являются быстродействие, точность, стабильность, а рабочий температурный диапазон составляет $-60...150^{\circ}\text{C}$.

Для решения подобных задач чаще всего используют полупроводниковые термочувствительные элементы, среди которых наибольшее распро-

странение получили NTC- и PTC- термисторы, а наиболее перспективными с точки зрения применения в системах управления являются полупроводниковые термочувствительные элементы, получившие название Z-термисторов.

NTC-термистор (Negative Temperature Coefficient) — полупроводниковый термочувствительный элемент с отрицательным температурным коэффициентом. Это означает, что с ростом температуры происходит падение сопротивления элемента [1, 2]. Зависимость сопротивления от температуры и вольт-амперная характеристика (ВАХ) NTC-термистора показаны на рисунке 1а, б.

PTC-термистор (Positive Temperature Coefficient) — полупроводниковый термочувствительный элемент с положительным температурным коэффициентом (позистор): с ростом температуры происходит увеличение сопротивления элемента [1, 2]. График зависимости сопротивления от температуры и ВАХ PTC-термистора показаны на рисунке 2а, б.

Z-термисторы — полупроводниковые термочувствительные элементы, функционально реагирующие на изменение температуры и обладающие способностью первичной обработки информации на молекулярном уровне. График зависимости сопротивления от температуры и ВАХ Z-термистора изображены на рисунке 3а, б.

NTC-термисторы в настоящее время в огромных количествах выпускаются многими зарубежными и российскими фирмами и чаще всего применяются в промышленных системах управления, где стоит задача контроля температур в диапазоне: $-60...150^{\circ}\text{C}$.

Отдельно взятые NTC-термисторы не могут работать в качестве управляющих элементов в системах контроля и измерения температуры. Для получения сигнала управления должна быть использована дополнительная схема, преобразующая изменение сопротивления NTC-термистора в управляющий сигнал. Наиболее распространенной схемой включения NTC-термистора является мостовая схема, в которой одним из плечей моста сопротивле-

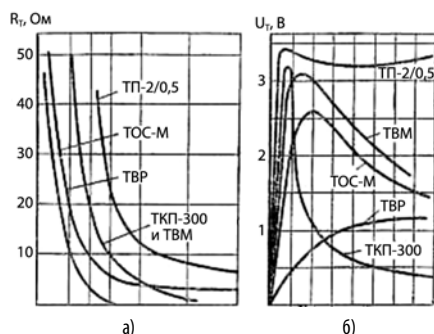


Рис. 1. График зависимости сопротивления от температуры (а); вольт-амперная характеристика NTC-термистора (б)

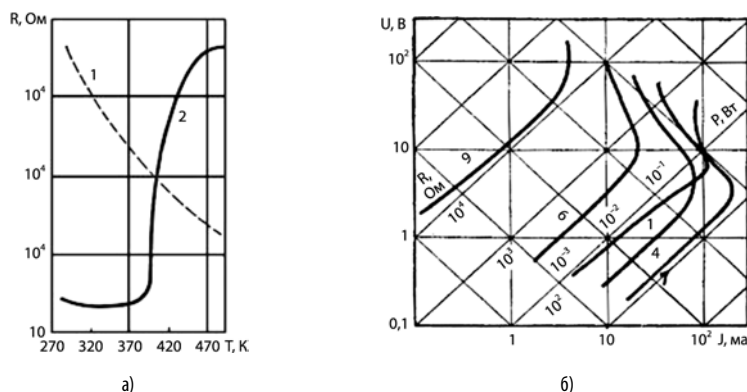


Рис. 2. График зависимости сопротивления от температуры (а); вольт-амперная характеристика PTC-термистора (б) [7]

НАДЕЖНОСТЬ
КАЧЕСТВА

WWW.ZOLSHAR.RU

ТЕЛ.: +7 (495) 234-01-10
ФАКС: +7 (495) 956-33-46



Комплектные поставки электронных компонентов



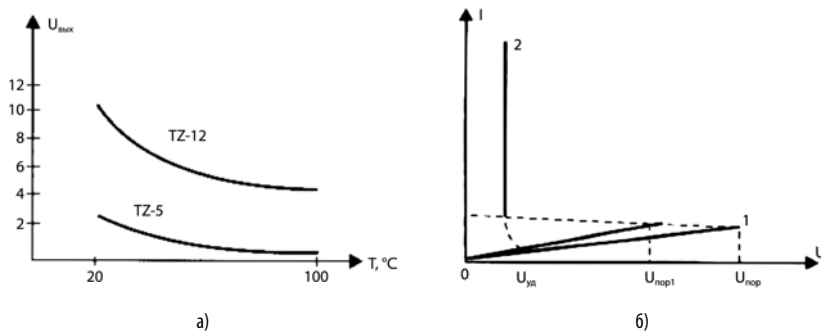


Рис. 3. График зависимости сопротивления от температуры (а); вольт-амперная характеристика Z-термистора (б) [5]

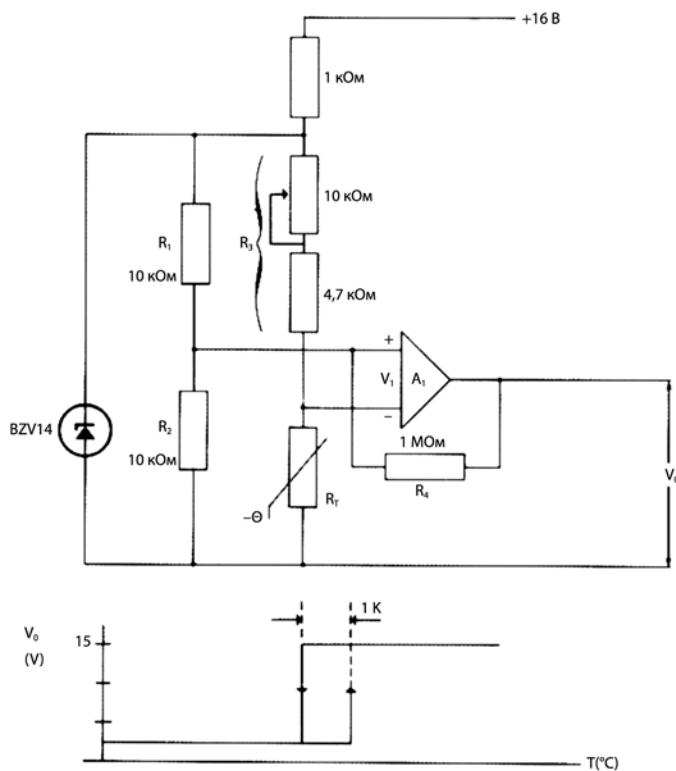


Рис. 4. Мостовая схема включения NTC-термистора [6]

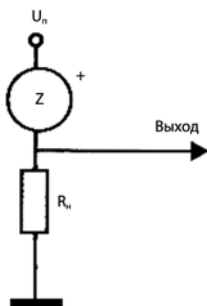


Рис. 5. Схема налогового и порогового режимов включения Z-термистора

ний является NTC-термистор (см. рис. 4). Мост сбалансирован при заданной температуре. При изменении температуры происходит разбаланс моста. После усиления напряжение разбаланса поступает на триггер Шмитта,

который вырабатывает управляющий сигнал.

Для контроля температуры в произвольной точке пространства NTC-термистор должен быть вынесен в нее с помощью экранированного провода строго определенной длины, что является существенным недостатком, усложняющим схему включения. Это увеличивает стоимость системы и ограничивает диапазон ее применения. Точность измерения и контроля температуры NTC-термисторами составляет единицы градусов.

PTC-термисторы используются в основном для защиты электродвигателей. На определенном температурном уровне они резко увеличивают свое сопротивление. Применительно к двигателю речь идет о максимальной допустимой температуре нагрева

обмоток статора для данного класса изоляции. PTC-термисторы соединяются последовательно и подключаются к электронному блоку защиты, который срабатывает на превышение суммарного сопротивления цепочки. [1]

Z-термисторы — новый класс полупроводниковых термочувствительных элементов, принцип работы которых основывается на энергетических процессах, происходящих на молекулярном уровне в кристалле и, как следствие, вызывающих изменение сопротивления самого элемента. В отличие от наиболее распространенных в настоящее время NTC-термисторов Z-термисторы не нуждаются в дополнительных электронных схемах, т.к. реализуют функцию изменения сопротивления элемента на молекулярном уровне, имея на выходе управляющий сигнал достаточной мощности для дальнейшей его обработки. Несомненным преимуществом использования Z-термисторов в системах контроля и измерения температуры является гибкость этих систем с возможностью внесения корректировок в измерительный блок (изменение длины подводящих проводов, изменение количества Z-термисторов) без изменения блока управления (Z-термисторы не нуждаются в схемах балансировки). Обладая высокой помехозащищенностью, Z-термисторы могут быть использованы в блоках контроля и измерения температуры в системах с большими наводками, где до настоящего времени решение подобных задач было связано с необходимостью экранирования не только управляющего блока, но и самого термочувствительного элемента. Точность измерения и контроля температуры Z-термистором составляет сотые доли градуса.

Существует несколько вариантов включения Z-термисторов. Аналоговый и пороговый режимы включения Z-термисторов показаны на рисунке 5. Обычно в качестве источника питания используется источник постоянного напряжения U_n , подключаемый в прямом направлении (+ к p-области) через нагрузочный резистор R_n , который служит для снятия выходного сигнала и ограничения тока термистора. Выходной сигнал составляет в среднем несколько вольт, что позволяет подвергать его дальнейшей обработке, не прибегая к схемам усиления сигнала. [4]

Для реализации задачи непрерывного измерения температуры питающее напряжение выбирается на начальном участке вольт-амперной характеристики, т. е. до $U_{пор}$. В свою очередь реализация контроля заданного значения температуры (пороговый режим, термореле) требует выбора значения питающего напряжения непосредственно вблизи $U_{пор}$.

Honeywell



SICK



ICR



CARDOM



Kingbright



velleman

КОНТРОЛЛЕРЫ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Janitza electronics

PROPHI – автоматические микропроцессорные регуляторы коэффициента мощности, предназначенные для управления ступенями конденсаторных батарей (до 12).

- для компенсации реактивной мощности в низковольтных сетях 50/60 Гц
- минимизация числа переключений контакторов ступеней
- программирование режимов управления
- вывод на дисплей основных электрических параметров сети



www.platan.ru

Офисы в Москве: м. Молодежная: ул.Ивана Франко, 40, стр.2, (495) 97 000 99, platan@aha.ru;

м. Новослободская: 1-й Щемиловский пер., 16, стр.2 (495) 744 70 70, platan@platan.ru

Офис в Санкт-Петербурге: ул. Зверинская, 44 (812) 232 88 36, baltika@platan.spb.ru

Для реализации работы термистора в режиме автогенератора импульсов, частота которых зависит от температуры, параллельно Z-термистору подключается емкость (см. рис. 6). При такой схеме включения могут быть также реализованы пороговая функция и функция непрерывного измерения температуры, но с частотно-импульсным выходным сигналом, что в значительной степени расширяет возможности применения Z-термисторов.

Мы рассмотрели известные полупроводниковые термочувствительные элементы, их параметры и особенности включения. Сравнение параметров позволяет сделать вывод о технико-экономической целесообразности использования Z-термисторов в сравнении с широко используемым в настоящее время NTC- и PTC-термисторами. Это позволит упростить существующие схемы контроля и измерения темпе-

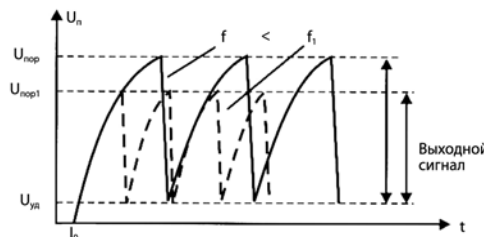
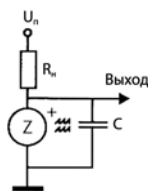


Рис. 6. Схема частотно-импульсного режима включения Z-термистора [5]

ратуры, повысить их эффективность и надежность и, следовательно, сократить расходы на производство и обслуживание готовых систем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Термочувствительное защитное устройство-термистор//www.meandr.ru, <http://www.meandr.ru/products/pcrelay/ptc.html>
2. Классификация электронных систем и их элементов//www.promti.ru, <http://www.promti.ru/prom/023/92/index.html>

3. Зотов В. Z-термисторы — новый класс температурных сенсоров//Chip News, №1, 1999.
4. Зотов В. Полупроводниковые многофункциональные сенсоры широкого применения (z-сенсоры)//Chip News, №4, 1998.
5. Зотов В., Кравченко А., Миронова П. Z-термисторы в режиме генератора импульсов//Chip News, №1, 2001.
6. NTC temperature sensors//Philips. Electronic components and materials, 1985.
7. Шифтель И., Текстер-Проскурякова Г., Лейкина Б. Позисторы//Радио, №3, 1971.

НОВОСТИ СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

КОМПАНИЯ AUSTRIAMICROSYSTEMS ПРЕДСТАВИЛА ПОВЫШАЮЩИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА AS1310 СО СВЕРХНИЗКИМ ТОКОМ СОБСТВЕННОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ

Устройство предназначено для работы с небольшими нагрузками (60 мА) и имеет высокий КПД, до 92%. Высокая эффективность работы (85%) сохраняется даже при очень малых нагрузках, порядка 100 мкА, что позволяет значительно увеличить срок службы батареи.

Диапазон входного напряжения питания: 0,7...3,6 В. Выходное напряжение лежит в диапазоне 1,8...3,3 В.

www.elcomdesign.ru