

Полупроводниковые multifunctional преобразователи температуры (Z-термисторы)

Зотов В.Д.

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва

vdz@ipu.ru

Ключевые слова: Z – термисторы, схемы включения.

В конце 1990-х годов были разработаны принципиально новые полупроводниковые преобразователи температуры (Z-термисторы), которые не только реагируют на изменение температуры в диапазоне -40 ч $+110^{\circ}\text{C}$ но и вырабатывают сигнал управления без дополнительных электронных схем [1,2,3,4,5]. В зависимости от требований пользователя, сигнал управления может быть получен как в аналоговом виде (скачок напряжения, амплитудой несколько Вольт), так и в частотном виде (последовательность импульсов той же амплитуды, частота следования которых пропорциональна температуре). Z-термисторы могут работать как при питании постоянным током, так и переменным с частотой до 30 кГц. Для своего надежного функционирования Z-термисторы не требуют экранирования и использования соединительных проводников строго определенной длины. Рабочие токи Z-термисторов лежат в пределах от долей до единиц мА. Базовые амплитуды питания по желанию пользователя могут быть сделаны (технологически) от 1 до 100 и более Вольт. Под термином «базовая амплитуда питания» в данном случае понимается значение амплитуды приложенного к Z-термистору напряжения (+ к р-области) при котором он срабатывает (переходит в состояние с большим током) в условиях стандартной «комнатной температуры» («room temperature») $+20^{\circ}\text{C}$. Быстродействие или время реакции на изменение температуры менее 1 сек. Скорость срабатывания Z-термистора или время переходного процесса из состояния с малым током (до 200 мкА) в состояние с большим током (единицы мА, в зависимости от величины нагрузочного резистора) составляет $2\div 5$ мкс.

Несмотря на очевидные достоинства Z-термисторов диапазон их применения в настоящее время весьма ограничен. Это объясняется рядом причин, основной из которых является неординарность функционирования этих приборов. Для их эффективной эксплуатации в различных системах контроля, регулирования и измерения температуры в ряде случаев требуется отказ от привычных стереотипов при реализации схемных решений. Ниже будут даны схемы включения Z-термисторов для их использования в качестве сенсорных блоков систем климат контроля и им подобных по характеру функционирования систем.

Как уже было отмечено, Z-термисторы могут работать как при постоянном напряжении питания, так и переменном практически любой формы. Рассмотрим несколько вариантов включения Z-термисторов при различных видах питающего напряжения и их особенности. Схема включения для постоянного напряжения питания, принципиально обладающая большим температурным гистерезисом, достигающим десятков градусов Цельсия, дана на рис.1.

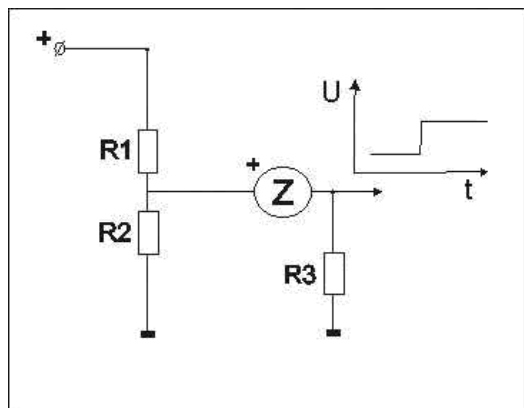


Рис. 1.

Здесь резисторы R_1 и R_2 служат для установки значения температуры срабатывания Z-термистора. Резистор R_3 является ограничителем тока через Z-термистор при его переключении, а также нагрузочным резистором, с которого снимается управляющий скачок напряжения. Точность срабатывания схемы достигает десятых и сотых долей градуса. Как видим схема чрезвычайно проста, не требует экранирования, Z-термистор может быть вынесен на любую требуемую длину произвольно взятым проводником. Амплитуда выходного сигнала единицы Вольт при рабочих токах 0,2ч2 мА. Для коммутации больших токов на выходе схемы может быть использован полевой транзистор. Такая схема включения наиболее пригодна для систем пожарной сигнализации, отключения от питания дорогих приборов и агрегатов при их предельно допустимом нагреве.

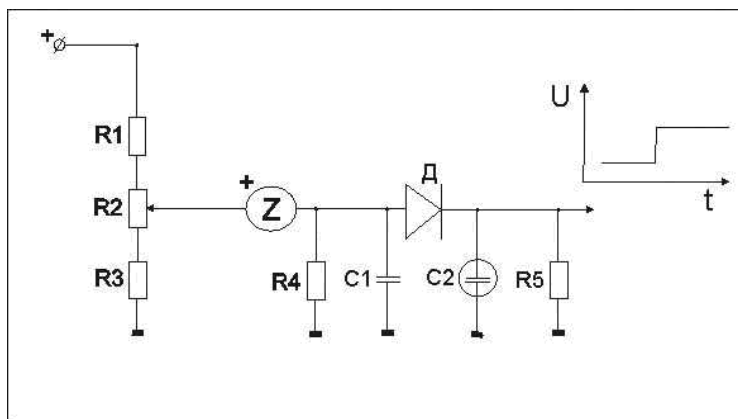


Рис. 2.

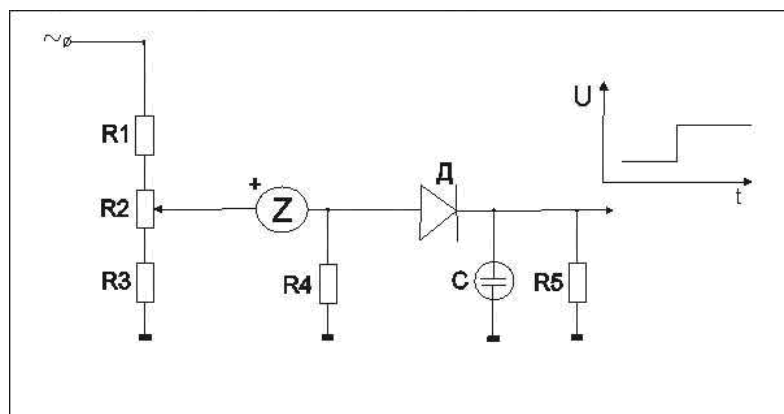


Рис. 3.

На рис.2 и 3 приведены схемы включения Z-термистора для его работы в безгистерезисном режиме [7]. Здесь резисторы R_1 и R_3 служат для выделения предельных значений и ширины поддиапазона температур, в пределах которого необходимо осуществлять поддержание желаемой температуры (например, в автомобиле $+17^{\circ}\text{C}+30^{\circ}\text{C}$). Установка желаемой температуры осуществляется резистором R_2 . В схеме рис.3 использован частотный режим работы Z-термистора [6,7]. При подключении емкости C_1 параллельно нагрузочному резистору R_4 , Z-термистор при достижении заданной температуры, начинает генерировать импульсы. Далее через разделительный диод D они поступают на сглаживающий фильтр C_2R_5 и в виде скачка напряжения в несколько Вольт на выход схемы управления. Частотный режим работы Z-термистора также может быть использован для создания управляющего сигнала цифрового вида.

На рис.3 дана принципиальная схема включения Z-термистора при использовании синусоидального переменного напряжения. В данном случае Z-термистор работает от положительной полуволны напряжения, не реагируя на отрицательную. При значении температуры, соответствующей установленной амплитуде синусоидального напряжения, на вершинах полуволн синусоиды Z-термистор срабатывает, на нагрузочном резисторе возникают прямоугольные импульсы напряжения. Сглаживающим фильтром CR_5 последовательность импульсов преобразуется в управляющий скачок напряжения.

Конструктивно Z-термисторы представляют собой кремниевые пластины толщиной менее одного миллиметра и сторонами 2x2, 1x1 мм., которые заключены в пластмассовый корпус с жесткими выводами, рис.4, либо снабжены гибкими выводами с покрытием из кремне органической смолы, рис.5.

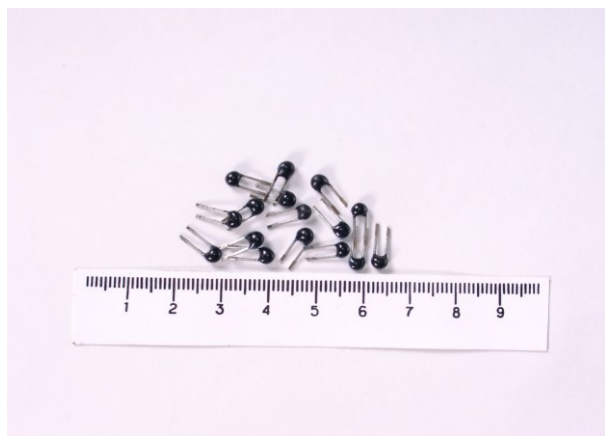


Рис. 4.



Рис. 5.

Использование Z-термисторов позволяет радикально упростить и унифицировать управление различными системами климат-контроля, повысить их надежность и эффективность, реализовать возможность поддержания необходимой температуры в любой зоне контролируемого пространства независимо от его удаления от нагревателя (охладителя).

Литература

2. *Зотов В.Д.* Полупроводниковые структуры и способы управления проводимостью полупроводниковых структур. А.С. СССР №1739402, 1992 г.
5. *Зотов В.Д.* Z-термисторы – новый класс температурных сенсоров. М., журнал «Chip News», №9, 1998 г.
6. *Зотов В.Д.* Z-термисторы – новые возможности в измерении, контроле и регулировании температуры. М., журнал «Датчики и системы», №3, 2000 г.
7. *Зотов В.Д., Кравченко А.М., Миронова П.В.* Z-термисторы в режиме генератора импульсов. М., журнал «Chip News», №1, 2001 г.
8. *Зотов В.Д.* Автоматический регулятор температуры на Z-термисторе. М., журнал «Датчики и системы», №7, 2002 г.
3. *Zotov V.D.* Semiconductor Structures, Methods for Controlling Their Conductivity and Sensing Elements Based on These Semiconductor Structures. Patent USA №5,742,092; 1998.
4. *Zotov V.D. et al.* Z-sensors for Magnetic Field and Temperature Threshold Measurements. Pros. ISMCR-94, Brussels, Belgium, 1994.