

Простой термометр на основе резистивного термодатчика

В журнале «Схемотехника» № 2 за 2000 г. в статье «Датчики температуры», являющейся переводом одной из глав учебника «Practical Design Techniques For Sensor Signal Conditioning», подробно рассказано о резистивных температурных датчиках (RTD), их устройстве и особенностях использования. Однако приведенные в статье схемы не являются законченными разработками, а лишь демонстрируют идеи, как можно использовать их в той или иной системе. Настоящая статья призвана заполнить этот пробел и показать один из простых способов практического использования RTD.

Как было отмечено в упомянутой статье, резистивные термодатчики выпускаются на основе особо чистой медной или платиновой проволоки, намотанной на керамическую катушку. Они характеризуются прекрасной повторяемостью, высокой точностью и отсутствием необходимости компенсировать температуру свободных концов. К недостаткам же их обычно относят низкую чувствительность (0,38–0,43 %/°C) и необходимость учитывать падение напряжения на соединительных проводах.

В описываемой конструкции использован медный 50-омный RTD, производимый Омским заводом «Эталон». В качестве устройства

индикации применен вольтметр типа Щ300, установленный в диапазон 100 мВ. Однако, если требования к точности не очень высоки, можно использовать один из цифровых тестеров китайского производства, в изобилии встречающихся на радиорынках, в магазине «Чип и Дип» и т. д.

Схема устройства приведена на рис. 1. Основу его составляет генератор стабильного тока на ОУ DA3.2, формирующий ток через RTD R11. Величина этого тока определяется отношением напряжения на неинвертирующем входе ОУ к сопротивлению резистора R10. При этом напряжение на неинвертирующем входе ОУ подается с движка многооборотного подстро-

ечного резистора R2, включенного параллельно прецизионному источнику опорного напряжения VD5 типа LM336Z-2.5.

Для того чтобы скомпенсировать падение напряжения на проводах, соединяющих RTD с ОУ, а также учесть, что при нулевой температуре падение напряжения на RTD не равно нулю, на втором ОУ выполнен еще один генератор тока. Поскольку резисторы R7 и R10 равны между собой (это прецизионные резисторы типа С2-14-0,25 % с одинаковыми номиналами), а на неинвертирующие входы обоих ОУ подается одно и то же напряжение с движка подстроечного резистора R2, то точки, формируемые обоими ОУ, равны друг другу с высокой степенью точности. Компенсация сопротивления RTD (равного в данном случае 50 Ом) при нулевой температуре, осуществляется при помощи двух включенных параллельно 100-омных прецизионных резисторов R8 и R9. Компенсация сопротивления соединительных проводов достигается тем, что между резисторами R7, R8 и инвертирующим входом DA3.1 включен провод того же диаметра и той же длины, что и провода, соединяющие RTD с ОУ DA3.2. В предлагаемой конструкции использован провод МГТФ-0,12, длина проводов от каждого из концов RTD до печатной платы равна 100±1 см, а длина провода между резисторами R7, R8 и инвертирующим входом DA3.1 равна 200±1 см.

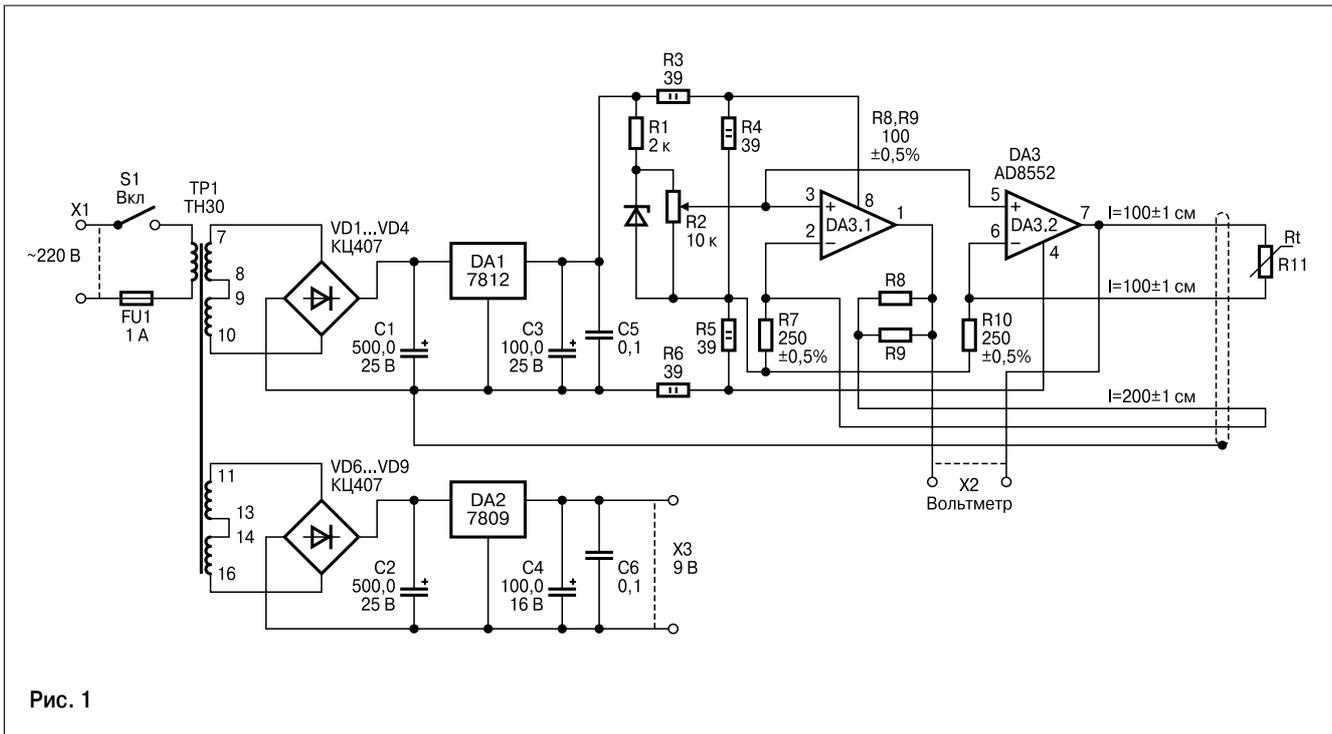


Рис. 1

Измерение температуры осуществляется по разности падений напряжений между выходами первого и второго ОУ, выведенными на разъем X2.

В качестве ОУ использован сдвоенный высокоточный ОУ AD8552, производимый фирмой Analog Devices. Он характеризуется сверхнизким значением приведенного ко входу напряжения смещения, не превышающим обычно 1 мкВ (!). Но этот ОУ имеет один недостаток — питающее напряжение, подаваемое на него, не должно превышать ± 3 В. Учитывая крайне малое его потребление (чуть более 1 мА на оба ОУ), автор счел возможным сформировать требуемые напряжения при помощи простейшей резистивной цепочки из четырех двухваттных резисторов R3 — R6. На вход этой цепочки подается стабилизированное напряжение +12 В, формируемое трехвыводным стабилизатором DA1. На стабилизаторе DA2 собран 9-вольтовый источник, гальванически развязанный от DA1. При использовании в качестве индикато-

ра упомянутого тестера питание на него нужно подать с этого источника, чтобы исключить погрешности, возникающие при разряде батарейки, питающей тестер.

Номиналы резисторов R7 и R10 выбраны таким образом, чтобы вращением движка подстроечного резистора R2 можно было бы установить коэффициент преобразования температуры в напряжение, равный 1 мВ/°С. Следовательно, температуре 25 °С будет при этом соответствовать напряжение 25 мВ на разъеме X2, 100 °С — 100 мВ, -5 °С — минус 5 мВ, и т. д.

Следует отметить, что ток, пропускаемый через RTD, составляет примерно 3 мА. Однако даже такое малое его значение может разогреть RTD, если последний находится в воздухе, а не смонтирован в относительно массивную стенку объекта, температуру которого нам необходимо измерить. Поэтому не стоит при помощи описанного устройства и свободно висящего в воздухе RTD пытаться измерять температуру воздуха в помещении — самопрогрев датчи-

ка трехмиллиамперным током исказит реальную картину. Для минимизации влияния самопрогрева датчик при измерении температуры воздуха всегда должен быть смонтирован в металлическую болванку объемом не менее 2–3 см³.

Правильно собранное из исправных деталей устройство не требует какой-либо настройки, кроме подбора коэффициента преобразования температуры в напряжение. Последнее осуществляется следующим образом. RTD на 70–80 % своей длины погружается в кипящую воду (при этом надо следить за тем, чтобы вода не омывала его выводов, и они оставались сухими). Температура кипящей воды при нормальном атмосферном давлении равна 100 °С. Вращением движка резистора R2 добейтесь того, чтобы подключенный к X2 вольтметр показывал бы 100 мВ. На этом регулировка может считаться завершенной.

Александр Фрунзе
alex.fru@mtu-net.ru