

Две простые схемы температурных регуляторов

В измерительной технике и химии нередко возникает необходимость поддерживать постоянной температуру корпуса небольшого прибора, кюветы с раствором и т. д. Если эта температура выше температуры окружающей среды (например, от 35 до 50 °С), то для таких целей можно с успехом применить описываемые ниже схемы.

Первая схема, приведенная на рис. 1, выполнена на основе компаратора KP554CA3 (DA1). В качестве датчика температуры использован 10-килоомный терморезистор KMT-17вВ (R3), имеющий гибкие выводы и диаметр менее 5 мм. Вместе с постоянным резистором R2 и подстроечным резистором R3 он образует мост, питаемый постоянным напряжением 12 В. С диагонали моста через резисторы R4 и R5 сигнал подается на входы компаратора. Последний охвачен неглубокой положительной обратной связью (R6), обеспечивающей его устойчивое переключение. Установка температуры, поддерживаемой терморегулятором, осуществляется при помощи резистора R1.

Выходной сигнал компаратора управляет транзистором VT2 (КТ814А). Коллектор транзистора, соединенный с металлической подложкой, по схеме соединен с общим проводом. Благодаря тому, что выбранный транзистор имеет р-п-р структуру, оказывается возможным обеспечить непосредственный контакт пластины коллектора с обычно заземленным корпусом прибора, без каких-либо изолирующих прокладок. Последнее оптимально с точки зрения теплопередачи — нагрев корпуса прибора осуществляется благодаря разогреву коллектора VT2.

Терморезистор R3 и транзистор VT2 должны быть размещены как можно ближе друг к другу и, естественно, быть в хорошем тепловом контакте с термостабилизированной поверхностью.

Устройство работает следующим образом. В момент включения температура терморезистора равна температуре окружающей среды, и его сопротивление выше, чем в установившемся режиме. Вследствие этого потенциал на инвертирующем входе компаратора выше, чем на неинверти-

рующем, и на его выходе присутствует напряжение нулевого уровня. Возникающий при этом базовый ток откры-

ся ниже определенного уровня (примерно на 0,3...0,5 °С, если VT2 и R3 имеют хороший тепловой контакт с корпусом и расположены не далее чем в 5 мм друг от друга), DA1 снова переключается, VT2 открывается, начинается новый цикл нагревания и т. д.

Цепь R9VT1 предназначена для грубого измерения температуры, которая поддерживается постоянной в процессе термостабилизации. Транзистор VT1 также должен быть установлен вблизи VT2, и его коллекторная площадка, как и у VT2, должна быть в контакте с терморегулируемым корпусом. Падение напряжения на его прямосмещенном эмиттерном переходе линейно зависит от температуры и уменьшается примерно на 2 мВ с ростом температуры на 1 °С. Таким образом, замерив напряжение на эмиттере VT1 в момент включения и в момент, когда температура корпуса

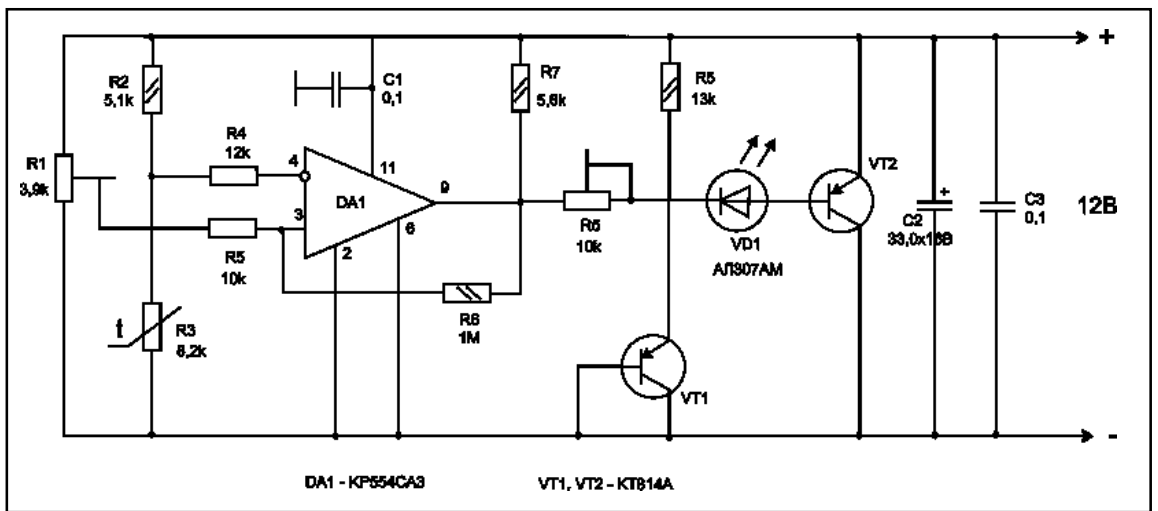


Рис. 1

вает VT2. Одновременно с этим загорается включенный в базовую цепь светодиод VD1, индицирующий, что идет процесс нагревания. Мощность, выделяемая на VT2, определяется соотношением $P (Вт) = 12 В \times I_k (А)$, где I_k — коллекторный ток VT2, устанавливаемый резистором R8 в диапазоне 50...500 мА в зависимости от теплоемкости терморегулируемого корпуса.

По мере повышения температуры коллектора VT2 возрастает температура объекта регулирования и, естественно, термосопротивления. Потенциал на инвертирующем входе DA1 уменьшается и в момент превышения заданной температуры оказывается ниже, чем на неинвертирующем. На выходе компаратора устанавливается высокий логический уровень, VD1 гаснет, VT2 закрывается, и объект регулирования начинает остывать. Когда температура снижает-

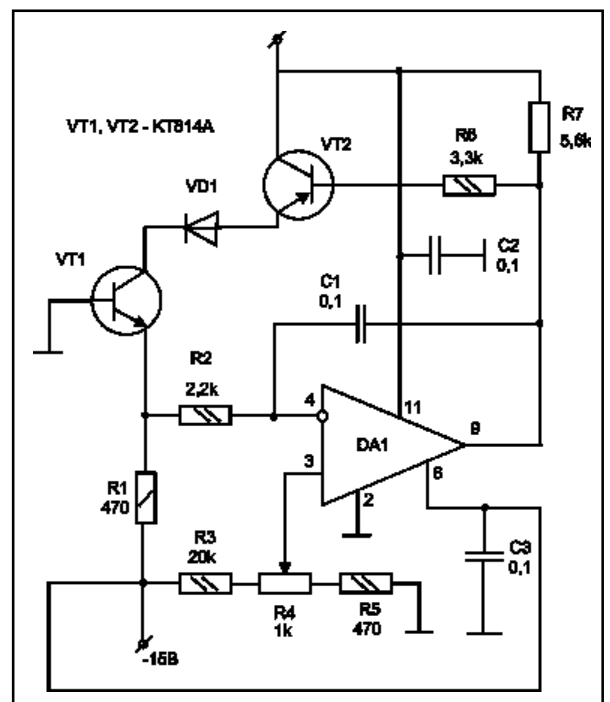


Рис. 2

уже установилась (светодиод VD1 выключился и включился не менее 3-4 раз), можно найти температуру стаби-

лизации: $T_{\text{стаб}} = T_{\text{окр}} + [U_{\text{окр}}(\text{мВ}) - U_{\text{стаб}}(\text{мВ})]/2$, где $U_{\text{окр}}$ и $U_{\text{стаб}}$ — падение напряжения (в мВ) на эмиттере VT1 в момент включения и в момент термостабилизации соответственно.

Питание схемы может быть осуществлено от любого источника, обеспечивающего напряжение 12 В и ток нагрузки 1 А.

Одним из недостатков вышеописанной схемы является то, что нагревающий элемент (VT2) и датчик температуры (R3), сигнал с которого управляет компаратором, — разные элементы, и трудно обеспечить хороший тепловой контакт между ними. Вследствие этого точность поддержания температуры невелика (чуть лучше 0,5 °С). Гораздо лучшего результата можно достичь, используя схему, приведенную на рис. 2.

Компаратор DA1 сравнивает напряжения на эмиттерном переходе VT1 и на среднем выводе подстроечного резистора R4. Когда температура меньше заданной, высокий уровень на выходе DA1 открывает VT1, и протекающий через него ток, равный $I = 15 \text{ В} / R1 \text{ (Ом)}$, нагревает транзис-

тор VT1. По мере роста его температуры падение напряжения на его эмиттере уменьшается (примерно на 2...2,5 мВ с каждым градусом), и как только температура его эмиттера достигнет уровня, заданного резистором R4, DA1 переключится, и протекание тока через транзисторы прекратится. Когда эмиттер VT1 остынет примерно на 0,05...0,1 °С, на выходе DA1 снова появится высокое напряжение, ток снова потечет через транзисторы, вновь начнется процесс нагревания и т. д.

Отметим, что в последнем случае VT1 и VT2 должны быть электрически изолированы от термостабилируемого корпуса (если он металлический) через тонкую слюдяную прокладку.

Питание схемы осуществляется от любого источника $\pm 15 \text{ В}$, обеспечивающего ток не менее 100 мА.

Правильно собранные из исправных деталей схемы не требуют налаживания.

Виктор Ясиновский,
Тула