ISSN 0002-306X. Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. 2010. Т. LXIII, № 3.

УДК 621.555.6 РАДИОЭЛЕКТРОНИКА

Р.А. СИМОНЯН, А.А. САНОЯН, А.Г. ГУЛЯН

ВЫСОКОТОЧНЫЙ МИКРОТЕРМОСТАТ

Описана система термостатирования на основе биполярного транзистора в качестве термодатчика и нагревателя. Благодаря временному разделению процессов измерения температуры и управления нагревом получена высокостабильная и точная система термостатирования с возможностью регулирования температуры и выходом напряжения, пропорционального величине установленного значения температуры камеры. Показана целесообразность применения разработанной системы для постройки малогабаритных и точных регулируемых термостатов.

Ключевые слова: терморегулятор, транзистор, p-n переход, точность, стабильность.

Известно множество термостатов, в которых транзистор используется в качестве нагревателя и одновременно датчика температуры [1,2] . Такое включение позволяет значительно снизить тепловое сопротивление между источником тепла и термостатируемым телом и, кроме того, существенно уменьшить время, необходимое для передачи температуры от источника тепла (переход база-коллектор) к датчику температуры (переход база-эмиттер), что приводит к ускорению процесса установления температуры в термостате и повышению точности. Для оценки точности и стабильности установленного значения температуры в указанных термостатах [1,3] отсутствует возможность непосредственного измерения температуры в камере по режимам термодатчика-нагревателя, что существенно ограничивает возможности для оценки качества термостатирования. Кроме того, в этих термостатах напряжение на датчике температуры (переход база-эмиттер) зависит не только от температуры, но и от приложенного к коллектору напряжения, что ухудшает точность установления температуры в термостате. В [3]описан термостат, в котором введен ключевой элемент, благодаря чему уменьшается разница между температурой включения и отключения транзисторного нагревателя. Основным недостатком указанного термостата является сложность регулирования режимов включения и отключения, а также отсутствие выхода для непосредственного измерения температуры и калибровки термостата.

Вышеупомянутых недостатков лишен термостат, собранный согласно [4]. В этом термостате произведено временное разделение процесса измерения температуры и его регулировки. На рисунке показана функциональная схема разработанного термостата.

На рисунке цифрами показаны: 1 – транзистор, работающий как в качестве термодатчика, так и в качестве нагревателя. К транзистору прикрепляется камера

термостата; 2,3,4 – ограничивающие и развязывающие резисторы; 5,6,7 – электронные ключи, при этом ключ 5 и ключи 6,7 работают в противофазных режимах; 8 – генератор меандра с противофазными выходами; 9 – блок управления нагревом; 10 – блок термометра; 11 – дифференциальный усилитель; 12 – источник регулируемого стабильного напряжения постоянного тока (задатчик). Схема термостата питается от двуполярного стабилизированного источника напряжения постоянного тока (на рис. не показано).

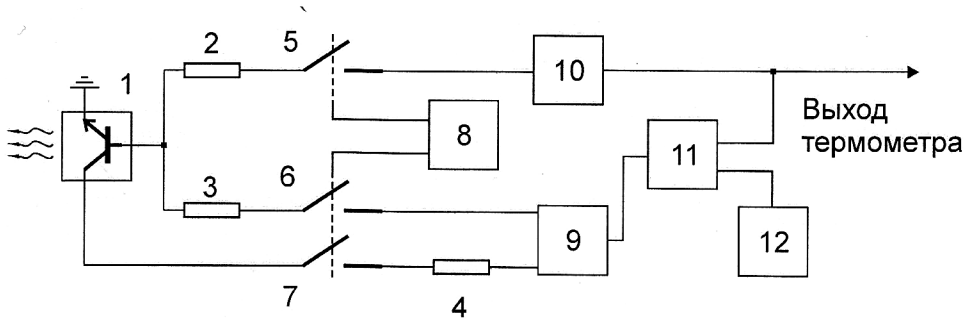

Рис. Функциональная схема термостата

Схема работает следующим образом. После включения питания на выходе генератора 8 получаются два противофазных напряжения с частотой примерно 40…80 *Гц*. В одном полупериоде ключ 5 включается, а ключи 6 и 7 отключаются. В течение этого полупериода происходит измерение температуры блоком 10, на выходе которого имеем напряжение, пропорциональное температуре. В другом полупериоде работы генератора 8 ключи 6 и 7 включаются, а ключ 5 отключается. В этом полупериоде происходит нагрев транзистора 1 пропорционально уровню сигнала на входе блока управления нагревом 9. Входной сигнал блока 9 получается с выхода дифференциального усилителя 11. На одном входе усилителя 11 имеем выходной сигнал термометрического блока 10, на другом - выходное напряжение задатчика 12 (регулируемого источника напряжения постоянного тока). Если выходное напряжение задатчика 12 больше напряжения термометра 10, то на выходе блока 11 имеем положительное напряжение, пропорциональное разности входных напряжений блока 11. Этим напряжением и управляется нагрев транзистора 1 блоком 9.

Очевидно, что при переключении ключей 5,6 и 7 в указанных частотах генератором 8 быстродействие системы будет в основном определяться быстродействием термометра 10 и мощностью питающего транзистора блока 9, а не скоростью передачи температуры от нагревателя к термодатчику, благодаря мизерному расстоянию между коллекторным и базовым переходом транзистора 1.

Стабильность установленного значения температуры будет определяться дрейфом показаний термометра 10 и дрейфом стабилизированного источника напряжения постоянного тока 12. Термометр 10 полностью реализован согласно [5] и отличается высокой точностью и минимальным самонагревом датчика.

Измеренное значение нестабильности температуры в камере термостатирования менее чем 0,01°С при теплоизоляции посредством пенопласта ПХВ-1 толщиной 10 *мм* и изменении температуры окружающей среды ±10 С. Дрейф, связанный с дрейфом задатчика температуры, составляет 0,001 С.

Для измерения быстродействия термостата на выходе задатчика температуры была сформирована ступень напряжения на величину 100 *мВ,* которая соответствует величине нагрева 10 С. В результате измеренное значение постоянной времени системы составило порядка 0,5 *с* при средней мощности нагрева 2,4 *Вт*.

Благодаря высокой точности, малоинерционности и малым габаритам данный термостат может найти широкое применение в радиотехнике (стабилизация тепловых режимов схемных элементов), в биологии (стабилизация биологических объектов и жидкостей), в измерительной технике для эталонирования термометров и при разработке термоанемометров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.с. 622066 (СССР). Устройство для регулирования температуры / **Л.Г. Борисов**. – Бюл. 32. – 30.08.1978.
2. А.с. 997004 (СССР). Устройство для регулирования температуры / **П.Н. Долотов, В.П. Преображенский. –** Бюл. 6. – 15.02.1983.
3. А.с. 862124 (СССР). Регулятор температуры микросхем / **Т.В. Аржанникова, Ю.В. Сосин**. – Бюл.33. – 07.09.1981.
4. А.с. 1501006 (СССР). Устройство для регулирования и измерения температуры / **Р.А. Симонян, Д.Э. Торикян**. **–** Бюл. 30. – 15.08.1989.
5. А.с. 1557458 (СССР). Устройство для измерения температуры / **Р.А. Симонян, Э.Г. Везирян. –** Бюл. 14. – 15.04.1990.

Институт радиофизики НАН РА. Материал поступил в редакцию 14.05.2010.

Ռ.Հ. ՍԻՄՈՆՅԱՆ, Ա.Ա. ՍԱՆՈՅԱՆ, Ա.Գ. ՂՈՒԼՅԱՆ

ԲԱՐՁՐ ՃՇԳՐՏՈՒԹՅԱՄԲ ՄԻԿՐՈՋԵՐՄԱԿԱՅՈՒՆԱՑՈՒՑԻՉ

Նկարագրված է ջերմակայունացման համակարգ, որտեղ որպես ջերմատվիչ և ջեռուցիչ կիրառվում է երկբևեռ տրանզիստոր: Չափելու և տաքացնելու գործընթացի ժամանակային տարանջատման շնորհիվ ստացվել է գերկայուն և ճշգրիտ ջերմակայունացնող համակարգ, որն ունի ջերմակարգավորման հնարավորություն և լարման ելք՝ ջերմաստիճանի չափման համար: Մշակված համակարգը նպատակահարմար է օգտագործել փոքրաչափ, բարձր կայունությամբ և ճշգրտությամբ կարգավորվող ջերմակայունացուցիչներ պատրաստելու համար:

Առանցքային բառեր. ջերմակարգավորիչ, տրանզիստոր, p-n անցում, ճշգրտություն, կայունություն:

R.H. SIMONYAN, A.A. SANOYAN, A.G. GHULYAN

HIGH-ACCURACY MICRO-THERMOSTAT

A temperature control system using a bipolar transistor as a heater and a temperature meter is described. High-stability and accurate temperature control system with output voltage reading proportional to the temperature in the chamber has been obtained due to time sharing between temperature measurement and heating control process. The developed system may be efficiently used in the structure of small dimensional and accurate temperature control devices.

Keywords: temperature controller, transistor, p-n junction, accuracy, stability.