



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(61) Дополнительное к авт. свид-ву—

(22) Заявлено 22.05.78 (21) 2642204/18-10

с присоединением заявки № —

(23) Приоритет —

Опубликовано 30.01.81. Бюллетень № 4

Дата опубликования описания 30.01.81

(11) 800687

(51) М. Кл.³

G 01 K 7/00

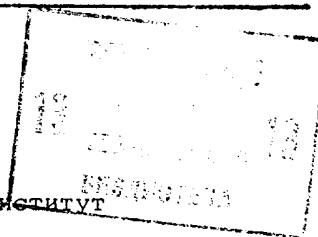
(53) УДК 536.53
(088.8)

(72) Авторы
изобретения

Н.И. Грибок, В.И. Зорий
и В.И. Пуццло

(71) Заявитель

Львовский ордена Ленина политехнический институт



(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

1

Изобретение относится к температурным измерениям, а именно к устройствам для измерения температуры, содержащим термометр сопротивления и термоэлектрический термометр с двухпроводной линией связи.

Известно устройство для измерения температуры при двухпроводном подсоединении термометра сопротивления, содержащее эталонный резистор и диоды, расположенные в непосредственной близости от термометра сопротивления, интегратор, преобразователь напряжения во временной интервал и генератор импульсов [1].

Недостатком этого устройства является низкая точность измерения температуры.

Наиболее близким к предлагаемому по технической сущности является устройство для измерения температуры, содержащее термометр сопротивления, источник опорного напряжения, первый вывод которого через линию связи соединен с первым выводом эталонного резистора, интегратор, вход которого соединен с выходом переключателя, а выход через селектор, подключенный к генератору импульсов,

2

соединен с блоком вычисления, второй источник опорного напряжения, соединенный с переключателем, первый и второй ключи, блок управления, соединенный с первым ключом, переключателем, блоком вычисления [2].

Недостатком этого устройства является невысокая точность измерения температуры, а кроме того, устройство обладает узкими функциональными возможностями, так как не позволяет работать с различными типами датчиков, т.е. с термометром сопротивления и термоэлектрическим термометром.

Цель изобретения — повышение точности измерения при расширении функциональных возможностей при подсоединении термометров с помощью двухпроводной линии связи.

Поставленная цель достигается тем, что параллельно термометру сопротивления включен второй ключ, управляющий вход которого соединен с выходом управляющего элемента, первый вывод эталонного резистора соединен с общей шиной, его второй вывод подключен ко входу первого ключа, второй вход которого соединен с общей

шиной, а выход соединен с первым выводом источника опорного напряжения.

Кроме того, в него введен термоэлектрический термометр, соединенный с переключателем полярности, выходы которого соединены соответственно со вторым выводом источника опорного напряжения и входом переключателя, а управляющий вход соединен с блоком управления.

На чертеже приведена схема устройства.

Устройство для измерения температуры содержит термометр 1 сопротивления, выходы которого соединены с первым ключом 2, управляющий элемент 3 (схему управления первым ключом, например электромагнитное реле), двухпроводную линию связи, обозначенную на чертеже сопротивлениями 4 и 5, образцовый резистор 6, второй ключ 7, источник 8 опорного напряжения, термоэлектрический термометр 9, переключатель 10 полярности, второй источник 11 опорного напряжения, переключатель 12, интегратор 13, блок 14 управления, селектор 15, генератор 16 импульсов, блок вычисления, включающий в себя счетчик 17 управления, схему 18 совпадения, логическую схему 19, реверсивный счетчик 20, счетчик 21 результата и схему 22 перезаписи, блок 23 цифрового отсчета.

Устройство работает следующим образом.

При включении устройства сигналы с блока 14 управления переводят ключ 7 в положение I, переключатель 12 в положение III и устанавливают на выходе источника 8 опорного напряжения напряжение E величина которого, меньше величины напряжения необходимой для срабатывания элемента 3 управления и соответственно замыкания контактов ключа 2 закорачивающих выводы термометра сопротивления.

При этом напряжение на входе интегратора равно величине

$$U_1 = I_1 (R_\theta + R_A + R_B) \quad (1)$$

где I_1 - величина тока в цепи термометра,

R_θ - сопротивление термометра 1;

R_A - суммарное сопротивление проводов линии связи;

R_B - внутреннее сопротивление элемента управления.

Это напряжение интегрируется в течение интервала времени T , длительность которого выбирается равной периоду помехи нормального вида действующей в линии и задается блоком управления посредством выделения периода помехи или периода напряжения сети питания устройства. В конце интервала времени T (после пер-

вого такта интегрирования) на выходе интегратора возникает напряжение

$$U_1' = K \int_0^T I_1 (R_\theta + R_A + R_B) dt = K T (R_\theta + R_A + R_B), \quad (2)$$

где K - постоянный коэффициент.

После окончания первого такта интегрирования сигнал с блока управления переводит переключатель 12 в положение II. При этом ко входу интегратора прикладывается напряжение $U_2 = I_1 R_\theta$, снимаемое с образцового резистора 6 (с величиной сопротивления R_θ) противоположной полярности к напряжению U_1 . Это напряжение интегрируется в течение времени t_2 , пока интегратор не возвратится в исходное состояние, т.е. пока не выполнится равенство

$$U_1' = U_2' = K \int_0^{t_2} I_1 R_\theta dt = K I_1 R_\theta t_2 \quad (3)$$

При этом оказывается (учитывая (1)), что интервал времени t_2 равен величине

$$t_2 = \frac{T}{R_\theta} (R_\theta + R_A + R_B). \quad (4)$$

В момент возвращения интегратора в исходное состояние, сигналы с блока управления переводят переключатель 12 в положение III и устанавливают на выходе источника 8 опорного напряжения напряжение такой величины, чтобы сработал элемент 3 управления и соответственно замкнулись контакты ключа 2, закорачивающие выводы термометра 1 сопротивления.

При этом ко входу интегратора прикладывается напряжение равное величине

$$U_3 = I_2 (R_A + R_B). \quad (5)$$

Это напряжение интегрируется в течение интервала времени T . В результате интегрирования на выходе интегратора получаем

$$U_3' = K I_2 T (R_A + R_B) \quad (6)$$

После окончания интегрирования сигнал блока 14 управления переводит переключатель 12 в положение II. При этом ко входу интегратора прикладывается напряжение $U_4 = I_2 R_\theta$ противоположной полярности к напряжению U_3 . Это напряжение интегрируется в течение интервала времени t_4 до тех пор, пока интегратор не возвратится в исходное состояние, т.е. не будет выполняться равенство

$$U_3' = U_4' = K \int_0^{t_4} I_2 R_\theta dt = K I_2 R_\theta t_4 \quad (7)$$

При этом t_4 оказывается равным величине

$$t_4 = \frac{T}{R_\theta} (R_A + R_B). \quad (8)$$

Из выражений (4) и (8) получаем

$$R_\theta = R_0 \frac{t_2 - t_4}{T}, \quad (9)$$

т.е. результат измерения не зависит от параметров линии связи, элемен-

тов управления и внутренних сопротивлений источника 8 опорного напряжения.

Блок 14 управления открывает селектор 15 для прохождения импульсов генератора 16 в первом, втором и четвертом тактах соответственно на время T , t_2 и t_4 .

В первом такте сигнал подается на суммирующий вход счетчика 17, во втором такте на вычитающий вход реверсивного счетчика 20, в четвертом такте на его суммирующий вход через логическую схему 19. При этом в реверсивном счетчике записывается код числа

$$N' = N_0 (f_0 t_2 - f_0 t_4), \quad (10)$$

где $N_0 = 2^n$ - информационная емкость счетчика 20,

n - количество его двоичных разрядов,

f_0 - частота следования импульсов.

В управляющем счетчике 17 записывается код числа

$$N_1 = f_0 T. \quad (11)$$

После окончания четырех тактов интегрирования ключ 7 переводится в положение II, а переключатель 12 в положение IV, и в устройстве осуществляется цифровая обработка результата. Селектор 15 открывается сигналом блока управления для прохождения импульсов с генератора 16 на вход счетчика 21 результата до момента перехода через нуль реверсивного счетчика 20. Счетчики 17 и 21 совместно с группой схем совпадения и логической схемой 20 образуют двоичный умножитель частоты. Логическая схема 19 представляет собой исключающее ИЛИ. В первом такте цифровой обработки селектор закрыт по входу логической схемы 19 и она выполняет функцию обычной собирательной схемы. Поэтому если на вход счетчика 21 поступают импульсы с частотой f_0 , то частота следования импульсов на суммирующем входе реверсивного счетчика 20 равна

$$f = f_0 \frac{N_1}{N_0}. \quad (12)$$

Селектор 15 открыт в первом такте обработки результата измерения на протяжении времени t , определяемого из равенства

$$f_0 t \frac{N_1}{N_0} = N_2 - N_4. \quad (13)$$

При этом момент t фиксируется сигналом с выхода реверсивного счетчика 20 в момент перехода последнего в нулевое состояние.

При этом на вход счетчика 21 результата в первом такте обработки результата поступит число импульсов

$$N = f_0 t = N_0 \frac{N_2 - N_4}{N_1}. \quad (14)$$

Подставив в (9) значения T , t_2 и t_4 , с учетом равенства (14) имеем

$$R_0 = \frac{R_0}{N_0} N. \quad (15)$$

Для компенсации начального сопротивления термометра R_H при 0°C перед началом измерения в счетчик 21 заносится дополнительный код числа, N_H , пропорциональный значению этого сопротивления.

Поэтому в счетчике 21 записывается код числа

$$R_0 - R_H = \frac{R_0}{N_0} N - N_H. \quad (16)$$

При линейной зависимости сопротивления термометра от температуры (например, медные термометры сопротивления) код числа счетчика 21 прямо пропорционален измеряемой температуре.

В случае если функция преобразования термометра описывается полиномом второй степени, является нелинейной, (например, платиновые термометры сопротивления), дополнительный код числа счетчика 21 по сигналу с блока управления посредством схемы перезаписи 22 записывается в реверсивный счетчик 20, а счетчики 17 и 21 устанавливаются в состояние нуля, далее, как и в известном, осуществляется процесс линеаризации уравнения измерения.

Измерение температуры посредством термоэлектрического термометра осуществляется следующим образом.

После четырех тактов интегрирования сигналы с блока управления переводят ключ в положение II, переключатель 12 в положение IV, а переключатель 10 полярности в положение соответствующее такой полярности, при которой ко входу интегратора 13 прикладывается напряжение

$$U_{\text{вх.1}} = E_0 + E_\theta,$$

где E_0 - выходное напряжение источника 8 опорного напряжения,

E_θ - выходная термо-ЭДС термоэлектрического термометра 9.

В результате интегрирования напряжения $U_{\text{вх.1}}$ интегратором 13 за время T , длительность с которого выбирается равной периоду помехи, на выходе интегратора получается напряжение

$$U_{\text{вых.1}} = K \int_0^T \frac{R_{\text{вх}}}{R_\Sigma} (E_0 + E_\theta) dt = K \frac{R_{\text{вх}}}{R_\Sigma} (E_0 + E_\theta) T, \quad (17)$$

где $R_\Sigma = R_{\text{вх}} + R_A + R_T + R_B$,

$R_{\text{вх}}$ - входное сопротивление интегратора,

R_T - сопротивление термоэлектрического термометра.

После окончания времени T блок 14 управления переводит переключатель 12 в положение I, подключая ко входу

интегратора выходное напряжение $U_{оп}$ источника 11 опорного напряжения, противоположной полярности напряжению U . Напряжение U интегрируется до момента времени возвращения интегратора 13 в исходное состояние, т.е.

$$U_{вых.1} = U_{вых.2} = k \int_0^{t_2} U_{оп} dt = k U_{оп} t_2, \quad (18)$$

где t_2 - длительность второго такта интегрирования.

Приравнявая (17) и (18) получаем

$$E_0 + E_{\theta} = \frac{R_{\Sigma}}{R_{вх}} U_{оп} \frac{t_2}{T} \quad (19)$$

В момент возвращения интегратора в исходное состояние сигналы блока управления переводят переключатель 12 в положение, соответствующее входному напряжению интегратора $U_{вх.2} = E_0 - E_{\theta}$.

Это напряжение интегрируется интегратором, как и в первом такте, за время T , длительность которого выбирается равной периоду помехи. В момент окончания длительности интервала T напряжение на выходе интегратора равно величине

$$U_{вых.3} = k \int_0^T \frac{R_{вх}}{R_{\Sigma}} (E_0 - E_{\theta}) dt = k \frac{R_{вх}}{R_{\Sigma}} (E_0 - E_{\theta}) T \quad (20)$$

и блок управления переводит переключатель 12 в положение I, подключая ко входу интегратора напряжение $U_{оп}$ источника 11 опорного напряжения, противоположной полярности к напряжению $U_{вх.3}$.

Напряжение $U_{оп}$ интегрируется до момента возвращения интегратора в исходное состояние, т.е. до выполнения равенства

$$U_{вых.3} = U_{вых.4} = k \int_0^{t_4} U_{оп} dt = k U_{оп} t_4, \quad (21)$$

где t_4 - длительность четвертого такта интегрирования.

Приравнявая (20) и (21) получим

$$E_0 - E_{\theta} = \frac{R_{\Sigma}}{R_{вх}} U_{оп} \frac{t_4}{T} \quad (22)$$

Разделив (19) на (22), имеем:

$$E_{\theta} = E_0 \frac{t_2 - t_4}{t_2 + t_4}, \quad (23)$$

т.е. точность измерения определяется точностью источника 8 опорного напряжения и не зависит от неинформативных параметров линии связи, входного сопротивления интегратора, внутренних сопротивлений термоэлектрического термометра и источника опорного напряжения.

Блок 14 управления открывает селектор 15 для прохождения импульсов генератора 16 во втором такте интегрирования на вход счетчика 17 и вычитающий вход реверсивного счетчика 20. При этом в счетчике 17 зафиксирован код числа $N_2 = f_0 t_2$, а в реверсивном счетчике 20 - $N' = N_0 - N_2$.

На время t_4 четвертого такта интегрирования блок управления открывает селектор для прохождения импульсов на счетчик 17 и через логическую схему 19 на суммирующий вход реверсивного счетчика 20. При этом в счетчике 17 зафиксирован код числа $N'' = N_2 + N_4 = f_0 (t_2 + t_4)$, (24)

а в реверсивном счетчике код числа $N''' = N_0 - (N_2 - N_4) = N_0 - f_0 (t_2 - t_4)$. (25)

После окончания четырех тактов интегрирования в устройстве осуществляется цифровая обработка результатов. При этом сигнал блока управления открывает селектор для прохождения импульсов на вход счетчика 21 результата. На выходе логической схемы 19 имеем последовательность импульсов с частотой следования

$$f = f_0 \frac{N_2 + N_4}{N_0}$$

С приходом на суммирующий вход счетчика 20 числа импульсов $N_2 - N_4$, с частотой f он переходит в нулевое состояние, вследствие чего закрывает селектор 15 для прохождения импульсов на вход счетчика 21.

Таким образом, счетчик 21 находится в открытом состоянии в течение интервала времени

$$t = \frac{N_2 - N_4}{f}$$

За это время на вход счетчика 21 поступит число импульсов

$$N = f_0 t = N_0 \frac{N_2 - N_4}{N_2 + N_4} \quad (25)$$

На основании (23) и с учетом (25) имеем

$$E_{\theta} = \frac{E_0}{N_0} \frac{N_2 - N_4}{N_2 + N_4} = \frac{E_0}{N_0} N, \quad (26)$$

т.е. результат измерения не зависит от параметров линии связи, входного сопротивления интегратора, внутренних сопротивлений термоэлектрического термометра и источника опорного напряжения, а определяется только точностью выходного напряжения E_0 источника 8 опорного напряжения.

Если функция преобразования термоэлектрического термометра нелинейна и описывается полиномом второй степени, то устройство осуществляет линеаризацию результата измерения.

На этом процесс измерения заканчивается. Схема возвращается в исходное состояние до прихода следующего импульса запуска.

Наличие новых связей в устройстве позволяет повысить точность измерения температуры, а введение переключателя полярности позволяет расширить функциональные возможности устройства, предусматривая его работу как с термометрами сопротивления, так и с термоэлектрическими термометрами без изменения структуры прибора.

Формула изобретения

1. Устройство для измерения температуры, содержащее термометр сопротивления, источник опорного напряжения, первый вывод которого соединен с переключателем, а второй вывод через линию связи и управляющий элемент соединен с первым выводом термометра сопротивления, второй вывод которого через линию связи соединен с первым выводом эталонного резистора, интегратор, вход которого соединен с выходом переключателя, а выход через селектор, подключенный к генератору импульсов, соединен с блоком вычисления, второй источник опорного напряжения соединен с переключателем, первым и второй ключи, блок управления соеди-

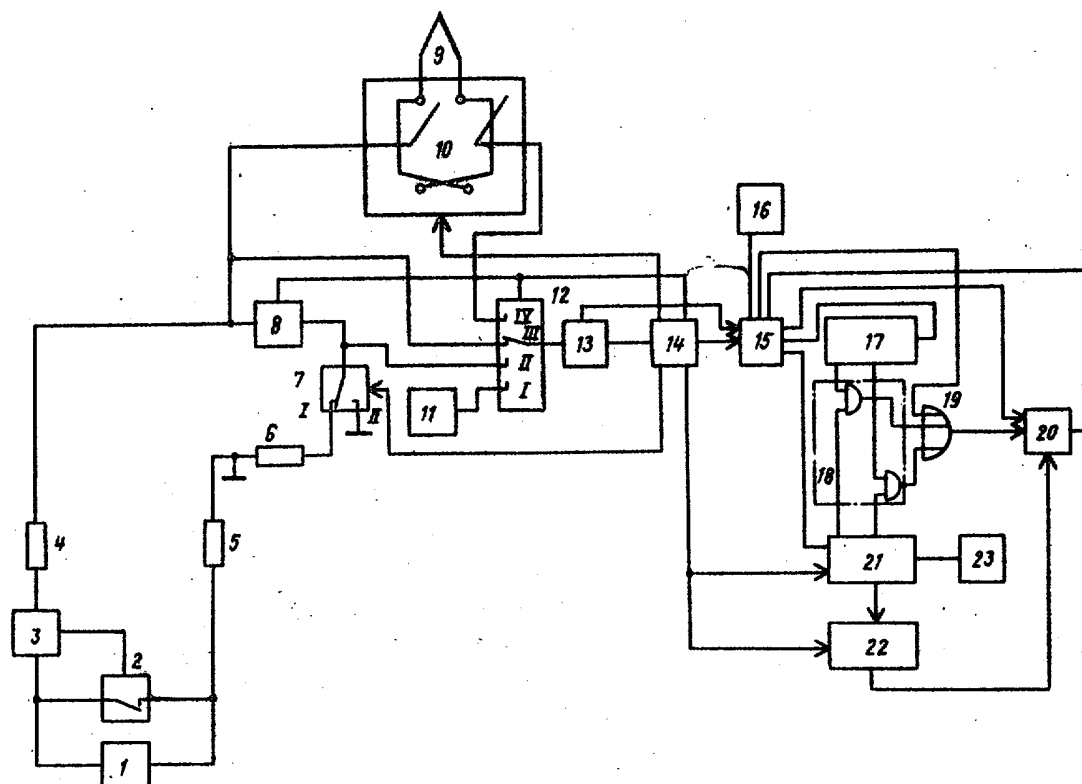
ненный с первым ключом, переключателем, блоком вычисления, отличающееся тем, что, с целью повышения точности измерения температуры, параллельно термометру сопротивления включен второй ключ, управляющий вход которого соединен с выходом управляющего элемента, первый вывод эталонного резистора соединен с общей шиной, его второй вывод подключен ко входу первого ключа, второй вход которого соединен с общей шиной, а выход соединен с первым выводом источника опорного напряжения.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что, с целью расширения функциональных возможностей, в него введен термоэлектрический термометр, соединенный с переключателем полярности, выходы которого соединены соответственно со вторым выводом источника опорного напряжения и входом переключателя, а управляющий вход соединен с блоком управления.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 615367, кл. G 01 K 7/16, 29.04.76.

2. Авторское свидетельство СССР по заявке № 2484707/18-10, кл. G 01 K 7/16, 16.05.77.



Редактор Ю. Ковач Составитель В. Кершков Техред А. Ач Корректор О. Ковинская

Заказ 10400/50 Тираж 918 Подписное

ВНИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4