

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**  
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



(19) **ВУ** (11) **3360**

(13) **С1**

(51)<sup>6</sup> G 01K 7/21

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПАТЕНТНЫЙ  
КОМИТЕТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

(54)

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ**

(21) Номер заявки: 970419

(22) 1997.07.29

(46) 2000.06.30

(71) Заявитель: Полоцкий государственный университет (ВУ)

(72) Авторы: Кажарский В.А., Голубев А.П., Васильев С.Ф. (ВУ)

(73) Патентообладатель: Полоцкий государственный университет (ВУ)

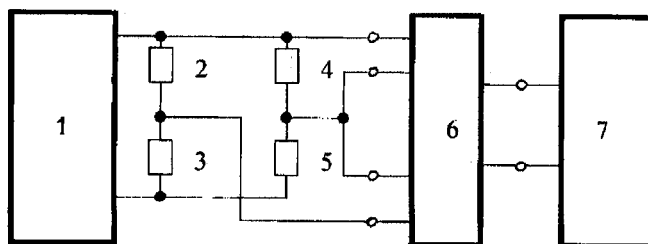
(57)

Устройство для измерения температуры, содержащее мостовую схему с термопреобразователем сопротивления в одном из плеч, источник питания, соединенный с диагональю питания мостовой схемы, и измеритель напряжения, отличающееся тем, что в него введено делительное устройство, первый вход которого подключен к измерительной диагонали мостовой схемы, его второй вход подключен к плечу мостовой схемы, присоединенному последовательно с термопреобразователем сопротивления к источнику питания, а выход соединен с измерителем напряжения.

(56)

1. Линевег Ф. Измерение температур в технике: Справочник (пер. с нем.). - М.: Металлургия, 1980. - С. 183 (прототип).

2. Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. - Л.: Энергоатомиздат, 1988. - С. 259.



**ВУ 3360 С1**

Изобретение относится к термометрии, а именно к той ее части, в которой измерение температуры осуществляется с помощью термопреобразователей сопротивления и может быть использовано как в производственных условиях, так и в быту.

Известны устройства для измерения температуры, в которых термопреобразователи сопротивления включаются в уравновешивающиеся мостовые схемы [1]. Эти устройства сложны в изготовлении и, как следствие, имеют высокую стоимость и невысокую надежность.

Известны также устройства для измерения температуры, в которых термопреобразователи сопротивления включаются в неуравновешивающиеся мостовые схемы, реализация которых значительно проще [1].

# ВУ 3360 С1

Наиболее близким к предлагаемому по технической сущности является устройство для измерения температуры, содержащее мостовую схему с термопреобразователем сопротивления в одном из плеч, источник питания, соединенный с диагональю питания мостовой схемы и измеритель напряжения, соединенный с измерительной диагональю мостовой схемы [1].

Недостатком этого устройства является невысокая точность измерения вследствие нелинейной зависимости между напряжением на измерительной диагонали и сопротивлением термопреобразователя, а также зависимости напряжения на измерительной диагонали от напряжения источника питания.

Задачей изобретения является повышение точности измерения за счет исключения нелинейной зависимости между напряжением, представляющим результат измерения, и сопротивлением термопреобразователя, а также исключения зависимости напряжения, представляющего результат измерения, от напряжения источника питания.

Поставленная задача решается тем, что в устройство для измерения температуры, содержащее мостовую схему с термопреобразователем сопротивления в одном из плеч, источник питания, соединенный с диагональю питания мостовой схемы, и измеритель напряжения, в отличие от прототипа, введено делительное устройство, первый вход которого подключен к измерительной диагонали мостовой схемы, второй вход подключен к плечу мостовой схемы, присоединенному последовательно с термопреобразователем сопротивления к источнику питания, а выход соединен с измерителем напряжения.

Схема устройства для измерения температуры приведена на чертеже.

Устройство содержит источник питания 1, образцовые резисторы 2, 3, 4, термопреобразователь сопротивления 5, делительное устройство 6 и измеритель напряжения 7. Образцовые резисторы 2, 3, 4, термопреобразователь 5 образуют четырехплечную мостовую схему. Диагональ питания этой схемы соединена с источником питания 1. Делительное устройство 6 первым входом подключено к измерительной диагонали мостовой схемы, вторым входом подключено к плечу мостовой схемы, присоединенному последовательно с термопреобразователем сопротивления 5 к источнику питания 1, а выход соединен с измерителем напряжения 7.

Устройство работает следующим образом. Термопреобразователь 5 помещают в контролируемую среду. В зависимости от температуры среды изменяется величина сопротивления термопреобразователя 5. Так как последний включен в мостовую схему, то напряжение на измерительной диагонали, а также на резисторе 4 будет изменяться в соответствии с изменением температуры.

Напряжение, представляющее результат измерения в измерителе напряжения 7, получается на выходе делительного устройства 6 в виде:

$$U_D = K \frac{U_1}{U_2}, \quad (1)$$

где  $K$  - постоянный коэффициент;

$U_1$  - напряжение на измерительной диагонали мостовой схемы, образованной резисторами 2, 3, 4, 5;

$U_2$  - напряжение на резисторе 4.

Если пренебречь входными токами делительного устройства, что практически приемлемо при больших входных сопротивлениях делительного устройства и малых сопротивлениях, образующих мостовую схему, то:

$$U_1 = U_n \left( \frac{R_3}{R_2 + R_3} - \frac{R_5}{R_4 + R_5} \right) \quad (2)$$

или

$$U_1 = U_n \frac{R_3 R_4 - R_2 R_5}{(R_2 + R_3)(R_4 + R_5)}, \quad (3)$$

$$U_2 = U_n \frac{R_4}{R_4 + R_5}, \quad (4)$$

где  $U_n$  - напряжение питания источника 1;

$R_2, R_3, R_4, R_5$  - сопротивления резисторов 2, 3, 4, 5 соответственно.

Подставив выражение (3) и (4) в (1), получим:

# ВУ 3360 С1

$$U_{\text{д}} = K \frac{R_3 R_4 - R_2 R_5}{R_4 (R_2 + R_3)}. \quad (5)$$

Отсюда видно, что напряжение  $U_{\text{д}}$  не зависит от напряжения источника питания 1 и линейно связано с сопротивлением термопреобразователя  $R_5$ . Последнее обстоятельство существенно при использовании термопреобразователей с линейной зависимостью между величиной сопротивления и температурой.

Наибольшее применение в настоящее время находят металлические, в частности медные, термопреобразователи сопротивления, для которых

$$R_t = R_0 [1 + \alpha(t-t_0)], \quad (6)$$

где  $R_t$  - сопротивление термопреобразователя при температуре  $t$  °С;

$R_0$  - сопротивление того же термопреобразователя при температуре  $t_0$  °С;

$\alpha$  - коэффициент температурного сопротивления.

Подставив выражение (6) вместо  $R_5$  в (5), получим:

$$U_{\text{д}} = K \frac{R_3 R_4 - R_2 R_0 - R_2 R_0 \alpha (t - t_0)}{R_4 (R_2 + R_3)}. \quad (7)$$

Чтобы получить пропорциональную зависимость между  $U_{\text{д}}$  и отклонением температуры от значения  $t_0$ , достаточно реализовать условие:

$$R_3 R_4 = R_2 R_0. \quad (8)$$

При этом из выражения (7) получаем:

$$U_{\text{д}} = - \frac{K R_2 R_0 \alpha (t - t_0)}{R_4 (R_2 + R_3)}. \quad (9)$$

В частности, если условие (8) выполнить для  $R_0$ , соответствующего нулю по Цельсию, то напряжение  $U_{\text{д}}$  будет пропорционально температуре в градусах Цельсия с отрицательным знаком. Шкала термопреобразователя 7 может быть проградуирована в °С в соответствии с формулой (9). Изменение знака на противоположный можно осуществить в делительном устройстве или измерителе напряжения.

Делительное устройство совместно с измерителем напряжения могут быть выполнены на АЦП в интегральном исполнении, например КР572ПВ2 с блоком индикации.

Как известно [2], в указанном АЦП выходной код определяется выражением:

$$N = N_1 \frac{U_{\text{вх}}}{U_{\text{н}}}, \quad (10)$$

где  $N_1$  - постоянное число;

$U_{\text{вх}}$  - преобразуемое напряжение;

$U_{\text{н}}$  - опорное напряжение.

Поэтому, если соединить вход преобразуемого напряжения АЦП с измерительной диагональю мостовой схемы, а вход опорного напряжения АЦП - с резистором, присоединенным последовательно с термопреобразователем сопротивлением к источнику питания мостовой схемы, выходной код АЦП, а следовательно, и результат индикации, будет пропорционален температуре.

Указанный вариант устройства реализован и испытан (см. акт испытаний). Мостовая схема выполнена на резисторах типа МЛТ. При этом, как следует из акта, основная приведенная погрешность не превышает 0,2 %. Более высокая точность измерения может быть получена при использовании прецизионных резисторов и более точных АЦП.

Предлагаемое устройство выгодно отличается от прототипа тем, что обеспечивает более высокую точность измерения в широком диапазоне температур. Достигается это за счет небольших затрат при использовании делительных устройств в интегральном исполнении, что может обеспечить доступность применения устройства не только в производственных условиях, но и в быту.