



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

2

1

2

(21) 4810743/10

(22) 06.04.90

(46) 30.06.92. Бюл. № 24

(71) Ленинградский политехнический институт им. М.И.Калинина

(72) В.С.Гутников, Д.А.Иванов, А.В.Клементьев и М.Я.Кубланов

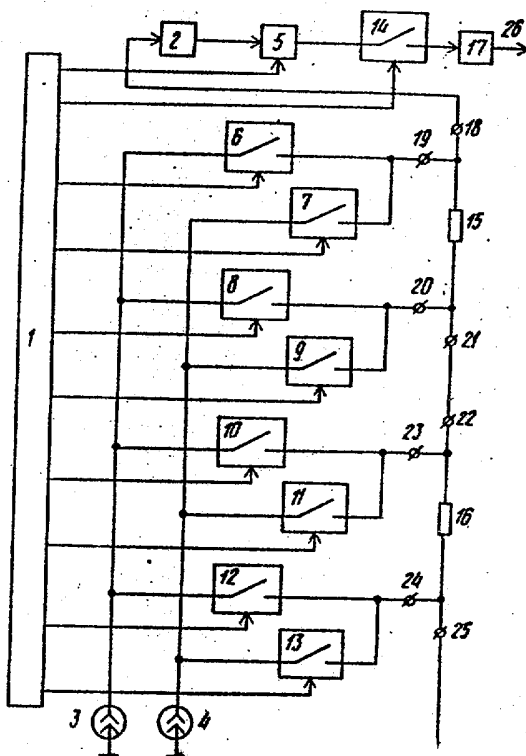
(53) 536.53 (088.8)

(56) Авторское свидетельство СССР № 779824, кл. G 01 K 7/16, 1980.

Авторское свидетельство СССР № 838414, кл. G 01 K 7/16, 1981.

(54) ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ РАЗНОСТИ ТЕМПЕРАТУР В НАПРЯЖЕНИЕ

(57) Изобретение относится к термометрии и позволяет повысить точность преобразования разности температур в напряжение. Блок 1 управления вырабатывает на своих выходах логические сигналы, с помощью которых реализуется циклический четырехтактный алгоритм управления ключами 6 – 13, а также управление выпрямителем 5 и ключом 14. С помощью ключей в каждом из тактов работы преобразователя подключаются к входу усилителя 2 терморезисторы, выходные сигналы которых пропорциональны температуре. Напряжение на выходе фильтра 17 нижних частот пропорционально измеряемой разности температур. 1 ил.



(19) SU (11) 1744516 A1

Изобретение относится к информационно-измерительной технике и может быть использовано для построения прецизионных дифференциальных термометров.

Известны устройства для измерения разности температур, в которых первичными преобразователями температур являются проволочные терморезисторы.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению (прототипом) является устройство для измерения разности температур, которое содержит стабилизатор тока, два последовательно соединенных термометра сопротивления, четыре пары ключей, два конденсатора, дополнительный ключ, усилитель переменного тока, демодулятор, усилитель постоянного тока, масштабный резистор, резисторы обратной связи и генератор.

Недостаток устройства – большая погрешность преобразования разности температур в напряжение, обусловленная термоЭДС ключей и переносом зарядов в каналы ключей через паразитные емкости между каналами ключей и цепями управления.

Цель изобретения – повышение точности преобразования.

Поставленная цель достигается тем, что в преобразователь разности температур в напряжение, содержащий последовательно соединенные первыми токовыми выводами первый и второй терморезисторы, последовательно соединенные усилитель и фазочувствительный выпрямитель, первый – девятый ключи, источник тока, подключенный к первым выводам первого и седьмого ключей, вторые выводы которых соединены с вторыми выводами соответственно, второго и восьмого ключей, вторые выводы третьего и пятого ключей, соединены соответственно с вторыми выводами четвертого и шестого ключей, а второй токовый вывод второго терморезистора соединен с общей шиной преобразователя, введены второй источник тока, подключенный к первым выводам второго, четвертого, шестого и восьмого ключей; фильтр нижних частот, выход которого является выходом преобразователя, и устройство управления, подключенное первым – десятым выходами соответственно к управляющим входам фазочувствительного выпрямителя, девятого, первого, второго, третьего, четвертого, пятого, шестого, седьмого и восьмого ключей, при этом выход фазочувствительного выпрямителя соединен с фильтром нижних частот через девятый ключ, выход первого источника тока подключен к первым выводам третьего и пятого ключей, второй токо-

вый вывод первого терморезистора подключен к входу усилителя, выполненного в виде усилителя переменного напряжения, потенциальные выводы первого терморезистора подключены к вторым выводам первого и третьего ключей, а потенциальные выводы второго терморезистора подключены к вторым выводам пятого и седьмого ключей.

На чертеже изображена функциональная схема преобразователя.

Преобразователь содержит устройство 1 управления, усилитель 2 переменного напряжения, первый 3 и второй 4 источники токов, фазочувствительный выпрямитель 5, первый – девятый ключи 6 – 14, первый 15 и второй 16 терморезисторы, фильтр 17 нижних частот, второй токовый вывод 18, второй потенциальный вывод 19, первый потенциальный вывод 20 и первый токовый вывод 21 первого терморезистора, первый токовый вывод 22, первый потенциальный вывод 23, второй потенциальный вывод 24 и второй токовый вывод 25 второго терморезистора, выход 26 преобразователя.

Первый – десятый выходы устройства 1 управления соединены соответственно с управляющими входами фазочувствительного выпрямителя 5, девятого 14 и первого – восьмого ключей 6 – 13. Первые выводы первого 6, третьего 8, пятого 10 и седьмого 12 ключей подключены к выходу первого источника 3 тока. Первые выводы второго 7, четвертого 9, шестого 11 и восьмого 13 ключей подключены к выходу второго источника 4 тока. Вторые выводы первого 6 и второго 7 ключей соединены с вторым потенциальным выводом 19 первого терморезистора, второй токовый вывод 18, первый потенциальный вывод 20 и первый токовый вывод 21 которого соединены соответственно с входом усилителя 2 переменного напряжения, с объединенными между собой вторыми выводами третьего 8 и четвертого 9 ключей и с первым токовым выводом 22 второго терморезистора. Вторые выводы пятого 10 и шестого 11 ключей соединены с первым потенциальным выводом 23 второго терморезистора, второй потенциальный вывод 24 и второй токовый вывод 25 которого соединены соответственно с объединенными между собой вторыми выводами седьмого 12 и восьмого 13 ключей и общей шиной преобразователя. Выход усилителя 2 переменного напряжения соединен с входом фазочувствительного выпрямителя 5, выход которого соединен с первым выводом девятого ключа 14, второй вывод которого соединен с входом фильтра 17 нижних частот, выход которого соединен с выходом 26 преобразователя.

Преобразователь разности температур в напряжение работает следующим образом.

Устройство 1 управления вырабатывает на своих выходах логические сигналы, с помощью которых реализуется циклический четырехтактный алгоритм управления ключами 6 – 14 и фазочувствительным выпрямителем 5.

Каждый из девяти ключей, входящих в структуру преобразователя, находится в замкнутом состоянии, если на управляющий вход ключа поступает логический сигнал "1". Если на управляющий вход ключа поступает логический сигнал "0", ключ находится в разомкнутом состоянии.

В первом такте замкнуты ключи 6 и 13, а ключи 7 – 12 разомкнуты.

Во втором такте замкнуты ключи 7 и 12, а ключи 6, 8 – 11 и 13 разомкнуты.

В третьем такте замкнуты ключи 8 и 11, а ключи 6, 7, 9, 10, 12 и 13 разомкнуты.

В четвертом такте замкнуты ключи 9 и 10, а ключи 6 – 8, 11 – 13 разомкнуты.

В каждом из тактов выходные токи источников 3 и 4 токов протекают по каналам замкнутых ключей, первые выходы которых соединены с выходами соответствующих источников токов, и далее по цепям, подключенным между вторыми выводами замкнутых ключей и общей шиной преобразователя. Выходные сопротивление источников 3 и 4 токов и выходное сопротивление усилителя 2 бесконечно велики по сравнению с суммарным сопротивлением терморезисторов 15 и 16 и проводов линии связи. Поэтому напряжение на выводе 18 первого терморезистора определяется одним из следующих выражений

$$U_{18}[1] = I_1(R_1 + R_{21} + R_{22} + R_2 + R_{25}) + I_2 R_{25}, \quad (1)$$

$$U_{18}[2] = I_2(R_1 + R_{21} + R_{22} + R_2 + R_{25}) + I_1 R_{25}, \quad (2)$$

$$U_{18}[3] = I_1(R_{21} + R_{22} + R_2 + R_{25}) + I_2(R_2 + R_{25}), \quad (3)$$

$$U_{18}[4] = I_2(R_{21} + R_{22} + R_2 + R_{25}) + I_1(R_2 + R_{25}), \quad (4)$$

где $U_{18}[i]$ – напряжение на выводе 18 первого терморезистора в i -м такте, $i = 1, 2, 3, 4$;

I_1 – выходной ток первого источника 3 тока;

I_2 – выходной ток второго источника 4 тока;

R_1 – сопротивление первого терморезистора 15;

R_2 – сопротивление второго терморезистора 16;

R_{21} – сопротивление провода линии связи, соединяющего первый терморезистор 15 с выводом 21;

R_{22}, R_{25} – сопротивление проводов линии связи, соединяющих второй терморезистор 16 с выводами 22 и 25 соответственно.

Выходное напряжение усилителя 2 равно усиленной переменной составляющей напряжения, поступающего на вход усилителя 2 с вывода 18 первого терморезистора

$$U_2[i] = k(U_{18}[i] - \bar{U}_{18}), \quad (5)$$

где $U_2[i]$ – напряжение на выходе усилителя 2 в i -м такте, $i = 1, 2, 3, 4$;

k – коэффициент усиления усилителя 2;

\bar{U}_{18} – среднее значение напряжения на выводе 18 первого терморезистора.

Фазочувствительный выпрямитель 5, управление которым осуществляется с помощью логического сигнала, поступающего на управляющий вход фазочувствительного выпрямителя с первого выхода устройства 1 управления, в первом и во втором тактах работает как повторитель напряжения, а в третьем и четвертом тактах осуществляет инвертирование входного напряжения. При этом справедливы следующие равенства

$$U_5[1] = U_2[1], \quad (6)$$

$$U_5[2] = U_2[2], \quad (7)$$

$$U_5[3] = -U_2[3], \quad (8)$$

$$U_5[4] = -U_2[4], \quad (9)$$

где $U_5[i]$ – напряжение на выходе фазочувствительного выпрямителя 5 в i -м такте, $i = 1, 2, 3, 4$.

Из (1)–(9) следует, что среднее значение U_5 выходного напряжения фазочувствительного выпрямителя определяется выражением

$$\bar{U}_5 = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^n U_5[i] = \frac{k}{4} (I_1 + I_2) (R_1 - R_2). \quad (10)$$

Девятый ключ 14, на управляющий вход которого поступает стробирующий сигнал с второго выхода устройства 1 управления, предназначен для того, чтобы в начале каждого такта отключать выход фазочувствительного выпрямителя от входа фильтра 17 нижних частот на время, равное длительности стробирующего сигнала.

Напряжение U_{26} на выходе преобразователя, который подключен к выходу фильтра 17 нижних частот, равно среднему значению напряжения, поступающего на вход фильтра 17

$$U_{26} = \bar{U}_5 \left(1 - \frac{\tau}{t}\right), \quad (11)$$

где t – длительность такта;

τ – длительность стробирующего сигнала.

Как следует из (10) и (11), выходное напряжение преобразователя определяется выражением

$$U_{26} = \frac{k}{4} \left(1 - \frac{\tau}{T}\right) (I_1 + I_2) (R_1 - R_2). \quad (12)$$

Зависимость сопротивления каждого из терморезисторов от температуры описывается формулой

$$R(T) = R(T_0) [1 + A(T - T_0)], \quad (13)$$

где T — температура терморезистора;

$R(T)$ — сопротивление терморезистора при температуре T ;

$R(T_0)$ — сопротивление терморезистора при температуре T_0 ;

A — постоянный коэффициент.

Из (12) и (13) следует, что выходное напряжение преобразователя пропорционально разности температур первого 15 и второго 16 терморезисторов.

$$U_{26} = \frac{1}{4} kAR(T_0) \left(1 - \frac{\tau}{T}\right) (I_1 + I_2) (T_1 - T_2). \quad (14)$$

Достоинством преобразователя является отсутствие погрешности, обусловленной термоЭДС первого — восьмого ключей 6 — 13, поскольку эти ключи используются для коммутации токов, и термоЭДС этих ключей, включенные последовательно с бесконечно большими выходными сопротивлениями источников токов, не вызывают токов через терморезисторы, приводящих к погрешности преобразования.

Благодаря стробированию выходного сигнала фазочувствительного выпрямителя 5 отсутствует погрешность, обусловленная переносом зарядов в каналы ключей через паразитные емкости между каналами ключей и цепями управления.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Преобразователь разности температур 40 в напряжение, содержащий последовательно соединенные первыми токовыми выводами первый и второй терморезисторы,

последовательно соединенные усилитель и фазочувствительный выпрямитель, первый, второй, третий, четвертый, пятый, шестой, седьмой, восьмой и девятый ключи, источник тока, подключенный к первым выводам первого и седьмого ключей, вторые выводы которых соединены с вторыми выводами соответственно второго и восьмого ключей, вторые выводы третьего и пятого ключей соединены соответственно с вторыми выводами четвертого и шестого ключей, а второй токовый вывод второго терморезистора соединен с общей шиной преобразователя, от л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью повышения точности преобразования, в него введены второй источник тока, подключенный к первым выводам второго, четвертого, шестого и восьмого ключей, фильтр нижних частот, выход которого является выходом преобразователя, и устройство управления, подключенное первым, вторым, третьим, четвертым, пятым, шестым, седьмым, восьмым, девятым и десятим выходами соответственно к управляющим входам фазочувствительного выпрямителя, девятого, первого, второго, третьего, четвертого, пятого, шестого, седьмого и восьмого ключей, при этом выход фазочувствительного выпрямителя соединен с фильтром нижних частот через девятый ключ, выход первого источника тока подключен к первым выводам третьего и пятого ключей, второй токовый вывод первого терморезистора подключен к входу усилителя, выполненного в виде усилителя переменного напряжения, потенциальные выводы первого терморезистора подключены к вторым выводам первого и третьего ключей, а потенциальные выводы второго терморезистора подключены к вторым выводам пятого и седьмого ключей.

Редактор М.Коюбянская Составитель Д.Иванов Техред М.Моргентал Корректор Т.Палий

Заказ 2189 Тираж Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул.Гагарина, 101