



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

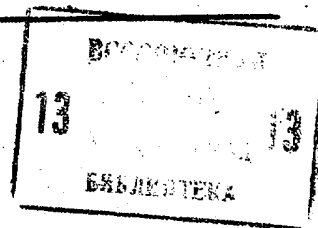
(19) **SU** (11) **1100571** **A**

3(5D) G 01 R 17/10

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

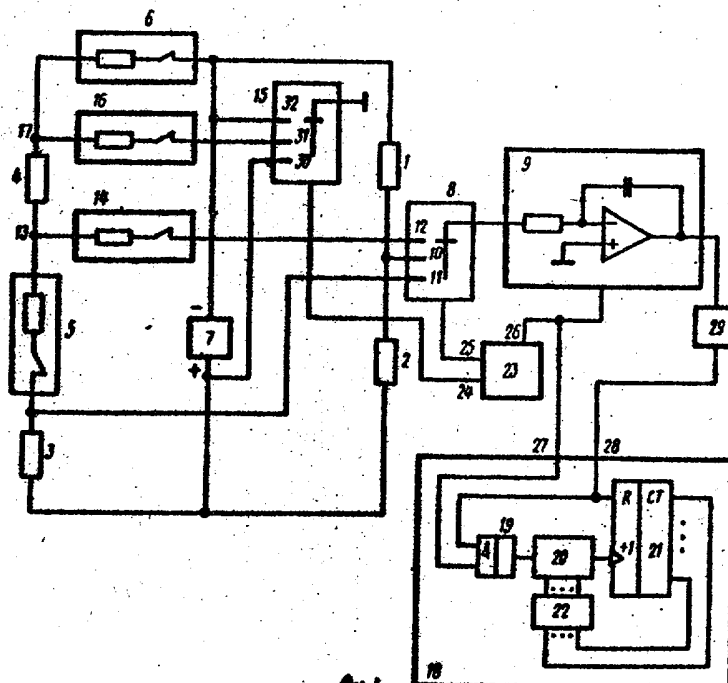
К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (61) 983551
(21) 3497823/18-21
(22) 04.10.82
(46) 30.06.84. Бюл. № 24
(72) В.В.Беззубцев
(53) 621.317.733(088.8)
(56) 1. Авторское свидетельство СССР
№ 983551, кл. G 01 R 17/10, 1980.

(54)(57) ЦИФРОВОЙ НЕУРАВНОВЕШЕННЫЙ
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ МОСТ по авт.св.
№ 983551, отличающийся
тем, что, с целью повышения точности

измерений за счет исключения влияния сопротивления соединительных линий и обеспечения помехозащищенности, его первый и второй переключатели снабжены третьими неподвижными контактами, которые через третью и четвертую соединительные линии подключены соответственно к первому зажиму для подключения измерительного резистора и второй соединительной линии и к второму зажиму для подключения измерительного резистора и первой соединительной линии.



(19) **SU** (11) **1100571** **A**

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для измерения неэлектрических величин с помощью резистивных датчиков, например, тензорезисторов.

По основному авт.св. № 983551 известен цифровой неуравновешенный измерительный мост, содержащий два делителя напряжения, первый из которых образован двумя постоянными резисторами, а второй последовательно соединенными первой соединительной линией, измерительным резистором, второй соединительной линией и третьим постоянным резистором, источник напряжения, подключенный к делителям напряжения, первый переключатель, первый неподвижный контакт которого подключен к выходу первого делителя напряжения, а второй неподвижный контакт - к общей точке второй соединительной линии и постоянного резистора, интегратор, вход которого подключен к подвижному контакту первого переключателя, а выход - к входу порогового элемента, второй переключатель, первые неподвижные контакты которого подключены к соответствующим полюсам источника напряжения, а подвижный контакт подключен к общей шине, измеритель временных интервалов, образованный последовательно соединенными генератором импульсов, делителем частоты и счетчиком, выход которого через регистр соединен с управляющим входом делителя частоты, формирователь временных интервалов, выходы которого подключены к управляющим входам переключателей, интегратора и измерителя временных интервалов, второй управляющий вход которого соединен с выходом порогового элемента [1].

Недостатком известного устройства является то, что в нем не учитывается влияние сопротивления соединительных линий, посредством которых тензорезистор включен в измерительную схему. В простейшем случае соединительные линии представляют собой сопротивления монтажных проводов, длина которых может составлять десятки и сотни метров. При многоточечных измерениях соединительные линии образуются последовательно соединенными сопротивлениями проводов и коммутирующих элементов. При определенных условиях погрешность из-за влияния сопротивления соединительных проводов значительно превышает допустимую.

Другим недостатком известного устройства является низкая помехозащищенность из-за того, что неизвестное напряжение, содержащее полезный сигнал и помеху, интегрируется во втором такте, длительность которого

является случайной величиной. В силу этого напряжение помехи, обусловленной наводками сетевого напряжения на соединительные линии, не может быть отфильтровано интегратором.

Как известно, напряжение наводок сетевого напряжения отфильтровывается интегратором, если интервал интегрирования равен или кратен периоду сетевого напряжения.

Указанные недостатки в конечном счете приводят к снижению точности измерения.

Цель изобретения - повышение точности измерений за счет исключения влияния сопротивления соединительных линий и обеспечения помехозащищенности.

Поставленная цель достигается тем, что в цифровом неуравновешенном измерительном мосте, содержащем два делителя напряжения, первый из которых образован двумя постоянными резисторами, а второй последовательно соединенными первой соединительной линией, измерительным резистором, второй соединительной линией и третьим постоянным резистором, источник напряжения, подключенный к делителям напряжения, первый переключатель, первый неподвижный контакт которого подключен к выходу первого делителя напряжения, а второй неподвижный контакт - к общей точке второй соединительной линии и постоянного резистора, интегратор, вход которого подключен к подвижному контакту первого переключателя, а выход - к входу порогового элемента, второй переключатель, первые неподвижные контакты которого подключены к соответствующим полюсам источника напряжения, а подвижный контакт подключен к общей шине, измеритель временных интервалов, образованный последовательно соединенными генератором импульсов, делителем частоты и счетчиком, выход которого через регистр соединен с управляющим входом делителя частоты, формирователь временных интервалов, выходы которого подключены к управляющим входам переключателей, интегратора и измерителя временных интервалов, второй управляющий вход которого соединен с выходом порогового элемента, первый и второй переключатели снабжены третьими неподвижными контактами, которые через третью и четвертую соединительные линии подключены соответственно к первому зажиму для подключения измерительного резистора и второй соединительной линии и к второму зажиму для подключения измерительного резистора и первой соединительной линии.

На фиг.1 представлена структурная схема устройства; на фиг.2 - временная диаграмма его работы.

Цифровой неуравновешенный измерительный мост содержит первый делитель напряжения, образованный постоянными резисторами 1 и 2, второй делитель напряжения, образованный постоянным резистором 3, измерительным резистором 4 и соединительными линиями 5 и 6, источник 7 напряжения, подключенный к делителям напряжения, переключатель 8, подвижный контакт которого подключен к входу интегратора 9, а неподвижные контакты 10 - 12 подключены соответственно к выводам постоянных резисторов 1 и 2, к выводу постоянного резистора 3 и соединительной линии 5, к зажиму 13 для подключения измерительного резистора 4 и соединительной линии 5 через соединительную линию 14, переключатель 15, подвижный контакт которого подключен к общей шине, два неподвижных контакта соединены с полюсами источника 7, а третий - неподвижный контакт - через соединительную линию 16 - с зажимом 17 для подключения измерительного резистора 4 и соединительной линией 6, измеритель 18 временных интервалов, образованный генератором 19 импульсов, делителем 20 частоты и счетчиком 21, выход которого через регистр 22 соединен с управляющим входом делителя 20 частоты, формирователь 23 временных интервалов, выходы 24 - 26 которого подключены к управляющим входам переключателей 8 и 15, интегратора 9 и управляемому входу 27 измерителя 18 временных интервалов. Управляющий вход 28 измерителя 18 соединен с выходом порогового элемента 29, вход которого подключен к выходу интегратора 9.

Устройство работает следующим образом.

Генератор 19 импульсов запускается при наличии потенциала логической единицы на обоих управляющих входах 27 и 28 измерителя 18.

В исходном состоянии подвижный контакт переключателя 8 замкнут с контактом 11, а переключатель 15 находится в положении 30 и к входу интегратора 9 прикладывается падение напряжения на резисторе 3, вызванное прохождением тока I источника 7 по контуру: источник 7 - линия 6 - резистор 4 - линия 5 - резистор 3 - источник 7.

В момент t_1 (фиг. 2) формирователь 23 потенциалом по выходу 26 запускает интегратор 9. Следовательно, в момент t_2 выходное напряжение интегратора 9 составит:

$$U_1 = U_{\text{вх1}} T = (I R_3 + U_H) T = I R_3 T + U_H T, \quad (1)$$

где $I R_3$ - падение напряжения на резисторе 3;

U_H - напряжение помехи, вызванное наводкой сетевого напряжения на соединительные линии 5, 6, 14 и 16;

5 $T = (t_2 - t_1)$ - интервал первого такта интегрирования.

Так как интервал T выбирается равным или кратным периоду сетевого напряжения, то второе слагаемое правой части уравнения (1) будет равно нулю:

$$U_H T = 0, \quad \text{следовательно, } U_1 = U_{\text{вх1}} T = I R_3 T. \quad (2)$$

В интервале $T = t_2 - t_1$ на вход 27 измерителя 18 поступает потенциал логического нуля, а на вход 28 с выхода порогового элемента 29 поступает потенциал единицы. Генератор 19 заторможен.

В момент t_2 потенциал на входе 27 измерителя 18 становится равен единице и генератор 19 запускается, его импульсы через делитель 20 частоты поступают на вход счетчика 21.

Кроме того, в момент t_2 формирователь 23 устанавливает переключатель 15 в положение 31, а переключатель 8 - в положение 10. В результате к входу интегратора 9 подключается напряжение зажима 13, полярность которого противоположна полярности $U_{\text{вх1}}$.

Кoeffициент деления делителя 20 устанавливается равным единице, напряжение зажима 13 номинально равно половине напряжения источника 7:

$$U_0 \approx \frac{1}{2} U_H = U_{\text{вх2}}, \quad (3)$$

где U_0 - напряжение зажима 13, U_H - напряжение источника 7.

Знак приблизительного равенства в (3) означает, что устройство не критично к точности установки U_0 , т.е. к точности изготовления резисторов 1 и 2.

В интервале $t_1 = t_3 - t_2$ напряжение на выходе интегратора уменьшается (по абсолютной величине) и в момент t_3 становится равным нулю. В этот момент срабатывает пороговый элемент 29, на выходе которого появляется потенциал нуля, и генератор 19 останавливается. В счетчике 21 фиксируется код

$$N_1 = \frac{f t_1}{K_{A1}}, \quad (4)$$

55 где f - частота генератора 19; K_{A1} - коэффициент деления делителя 20 частоты.

Уравнение двух тактов работы интегратора имеет вид:

$$U_{\text{вх1}} T = U_{\text{вх2}} t_1,$$

или с учетом (2) и (3) $I R_3 T = U_0 t$, откуда

65

$$\tau_1 = \frac{JR_3 T}{U_0} ; N_1 = \frac{fR_3 T}{U_0 K_{A1}} \quad (5)$$

Так $K_{A1}=1$, а $N_1 = \frac{fJR_3 T}{U_0}$; (6)

код N_1 засылается в регистр 22.

С момента t_4 формирователь 23 начинает формирование очередного интервала $T = t_5 - t_4$. При этом переключатель 15 устанавливается в положение 32, а переключатель 8 устанавливается в положение 12. В результате к входу интегратора 9 будет приложено падение напряжения на измерительном резисторе 4 положительной полярности относительно общей шины. Следовательно, к моменту t_5 на выходе интегратора будет напряжение

$$U_2 = U_{Bx3} T = JR_4 T,$$

где JR_4 - падение напряжения на резисторе 4.

Также как и в случае, рассмотренном выше, $U_n T = 0$. Тогда

$$U_2 = U_{Bx3} T = JR_4 T \quad (7)$$

В момент t_5 счетчик 21 обнуляется, запускается генератор 19, а коэффициент деления усилителя устанавливается равным

$$K_{A2} = N_1. \quad (8)$$

Кроме того, в момент t_5 переключатель 8 устанавливается в положение 10, а переключатель 15 - в положение 31, т.е. к входу интегратора 9 прикладывается напряжение

$$U_{Bx4} = U_0. \quad (9)$$

Напряжение на выходе интегратора убывает, и в момент t_6 становится равным нулю. Генератор останавливается, и в счетчике 21 фиксируется код

$$N_2 = \frac{f\tau_2}{K_{A2}}$$

или с учетом (8)

$$N_2 = \frac{f\tau_2}{N_1} \quad (10)$$

где $\tau_2 = t_6 - t_5$.

Уравнение работы интегратора в последних двух тактах имеет вид:

$$U_{Bx3} T = U_{Bx4} \tau_2$$

откуда с учетом (7) и (9) определяем

$$\tau_2 = \frac{JR_4 T}{U_0}$$

Подставив полученное значение τ_2 в (10) с учетом (6), получаем значение кода N_2 , определяемое лишь соотношением сопротивлений

$$N_2 = \frac{R_4}{R_3} \quad (11)$$

В режиме измерения сопротивления работа устройства на этом заканчивается. Как видно из (11), при определенном значении R_3 код N_2 однозначно определяет величину R_4 .

В режиме измерения относительного значения сопротивления измерительного резистора 4, т.е. величины $\delta R_4 = \Delta R_4 / R_4$ код N_2 засылается в регистр 22, и при новом значении сопротивления измерительного резистора

$$R_4' = R_4 + \Delta R_4$$

устройство запускается вновь. Начинается второй этап работы устройства, который аналогичен первому этапу, за исключением того, что в интервале $\tau_1' = t_3' - t_2'$ коэффициент деления делителя 20 устанавливается равным

$$K_{A1}' = N_2 = \frac{R_4}{R_3} \quad (12)$$

В силу этого код N_1' , определяемый аналогично коду N_1 , составляет

$$N_1' = \frac{f\tau_1'}{K_{A1}'} = \frac{f\tau_1'}{N_2} \quad (13)$$

Аналогично можно сразу записать выражения для τ_1' и τ_2' :

$$\tau_1' = \frac{J'R_3 T}{U_0}, \quad \tau_2' = \frac{J'R_4' T}{U_0} \quad (14)$$

где J' - новое значение контурного тока.

Подставив (12) и (14) в (13), получаем

$$N_1' = \frac{fJ'R_3 T}{U_0 N_2} = \frac{fJ'R_3 T R_4}{U_0 R_3} = \frac{fJ'T R_4}{U_0} \quad (15)$$

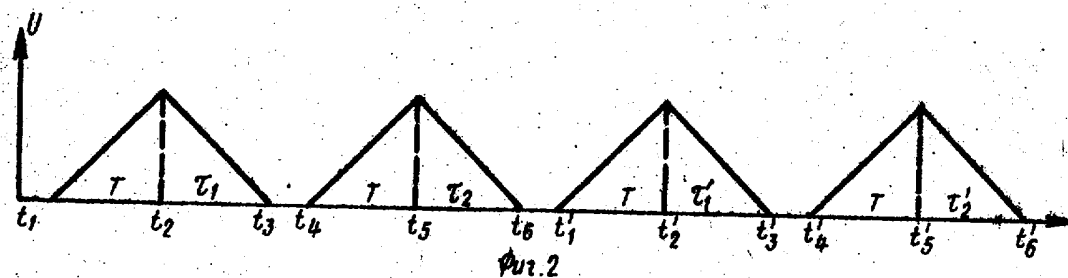
Выходной код N_2' , формируемый аналогично коду N_2 , определяется $N_2' = \frac{f\tau_2'}{K_{A2}'}$

Учитывая (14) и то, что $K_{A2}' = N_1'$, получаем

$$N_2' = \frac{R_4 + \Delta R_4}{R_4} = 1 + \frac{\Delta R_4}{R_4} = 1 + \delta R_4$$

Для положительных $\delta R_4 (N_2' > 1)$ учитывается лишь дробная часть N_2' , а при отрицательных $\delta R_4 (N_2' < 1)$ считываемый код дополнительно инвертируется. Признаком для этого служит состояние старшего знакового разряда счетчика 21.

Таким образом, предлагаемое устройство обеспечивает помехозащищенность и исключение влияния сопротивления соединительных линий при измерениях сопротивления и относительного изменения сопротивления резистивного датчика.



Редактор П.Макаревич Составитель В.Семенчук Корректор О.Билак
 Техред Ж.Кастелевич
 Заказ 4576/35 Тираж 711 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