



Государственный комитет  
Совета Министров СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 559246

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 02.02.76 (21) 2318880/24

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

(43) Опубликовано 25.05.77. Бюллетень № 19

(45) Дата опубликования описания 21.07.77

(51) М. Кл.<sup>2</sup>

G 06 G 7/161

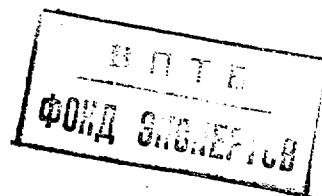
(53) УДК 681.335.6  
(088.8)

(72) Авторы  
изобретения

В.А. Лабунов; В.А. Сокол, А.А. Можухов  
и Д.Н. Михайлов;

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт



### (54) МНОЖИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

1

Изобретение относится к аналоговой вычислительной технике и может быть использовано в вычислительных машинах, моделирующих устройствах, а также контрольно-измерительных приборах.

Известно устройство перемножения напряжений [1]. Оно содержит неуравновешенный резистивный мост, имеющий две клеммы диагонали питания, одна из которых является общей точкой устройства, а вторая соединена выходом источника первого перемножаемого напряжения, две клеммы выходной диагонали, подключенных к входам усилителя, напряжение на выходе которого является результатом перемножения, преобразователь напряжение-сопротивление, включенный в плечо неуравновешенного резистивного моста, содержащий полевой транзистор и последовательно соединенный с ним интегрирующий блок, причем выход преобразователя напряжение-сопротивление подключен между одной из клемм выходной диагонали неуравновешенного резистивного моста и общей точкой устройства, а вход - к выходу источника второго перемножаемого напряже-

2

ния, причем в плечо неуравновешенного резистивного моста между второй клеммой выходной диагонали и общей точкой включен эталонный резистор.

5 Этому устройству свойственна низкая точность перемножения, обусловленная тем, что функция преобразования преобразователя напряжение-сопротивление становится нелинейной при больших величинах входного перемножаемого напряжения на его входе, а также низкой величиной соотношения сигнал - шум в выходной диагонали неуравновешенного резистивного моста, вследствие его низкой чувствительности, связанной с выбором условий линеаризации функции преобразования неуравновешенного резистивного моста.

20 Прототипом изобретения является устройство, содержащее неуравновешенный резистивный мост, между первой вершиной и точкой нулевого потенциала которого включен линейный преобразователь напряжение-сопротивление, вход соединен с источником первого перемножаемого напряжения, между второй, вершиной и точкой нулевого по-

25

тенциала неуравновешенного резистивного моста включен эталонный резистор, в диагональ между первой и второй вершиной неуравновешенного резистивного моста включен управляемый источник питания, а третья вершина неуравновешенного резистивного моста связана с выходной клеммой устройства [2]. Недостаточная точность этого устройства вызвана методической погрешностью из-за нелинейных функций преобразования неуравновешенного моста.

Цель изобретения — повышение точности перемножения.

Для этого в устройство введен блок сравнения, один из входов которого подключен к эталонному резистору, другой — к источнику второго перемножаемого напряжения, а выход блока сравнения соединен с управляющим входом управляемого источника питания.

На чертеже изображена структурная схема предлагаемого устройства.

Множительное устройство содержит неуравновешенный резистивный мост 1, линейный преобразователь напряжение-сопротивление 2, эталонный резистор 3, управляемый источник питания 4, блок сравнения 5, источника первого  $U_x$  и второго  $U_y$  перемножаемого напряжения.

Предлагаемое устройство для перемножения напряжений работает следующим образом. В исходном состоянии напряжение на выходе первого источника перемножаемого напряжения  $U_x$  отсутствует. При этом сопротивление плеча, образованного линейным преобразователем напряжение-сопротивление 2  $R_x$ , равно сопротивлению эталонного резистора 3  $R_3$  и равно сопротивлению всех остальных плеч неуравновешенного резистивного моста 1, так как выполняется равенство

$$R_x = R_3$$

При этом четырехплечий неуравновешенный мост 1 окажется сбалансированным и, независимо от наличия или отсутствия напряжения питания  $U_n$  на выходе управляемого источника питания 4, напряжение в выходной диагонали неуравновешенного резистивного моста 1 отсутствует, а следовательно, результат перемножения упомянутых напряжений равен нулю, т.е.

$$U_x \cdot U_y = 0$$

Если  $U_x$  не равно нулю, то  $R_x$  изменяется линейно с изменением  $U_x$ . При этом второе перемножаемое напряжение  $U_y$  подается на первый вход блока сравнения 5, причем на второй вход последнего поступает напряжение  $U_3$  с эталонного резистора 3.

Эти два напряжения непрерывно сравниваются в блоке сравнения 5, выходное разностное напряжение которого управляет выходным напряжением управляемого источника питания 4 таким образом, что напряжение на  $R_3$  непрерывно поддерживается равным перемножаемому напряжению  $U_y$  независимо от величины изменяющегося сопротивления  $R_x$ , т.е. поддерживается условие

$$U_3 = U_y$$

Напряжение на эталонном резисторе определяется из выражения

$$U_3 = U_n \cdot \frac{R_3}{R_x + R_3}$$

Подставляя в это выражение значение выходного сопротивления  $R_x$  линейного преобразователя напряжение-сопротивление, меняющегося по линейному закону с изменением первого перемножаемого напряжения  $U_x$  на его входе,

$$R_x = R_3 (1 + k U_x)$$

и решая полученное уравнение относительно  $U_n$ , получим закон изменения напряжения питания неуравновешенного моста

$$U_n = 2 U_y (1 + 0,5 k U_x)$$

При этом напряжение в выходной диагонали моста определяется выражением

$$U_z'' = \frac{U_{nm}}{2} - U_3$$

Подставляя в него значения  $U_3$  и  $U_{nm}$  получим

$$U_z'' = 0,5 k U_x \cdot U_y$$

Как видно из уравнения, напряжение в выходной диагонали неуравновешенного резистивного моста 1 линейно зависит от величин перемножаемых напряжений, а чувствительность 5, определяемая выражением  $5 = 0,5 U_y$ , не зависит от параметров моста.

Таким образом, за счет использования новых элементов (управляемого источника питания моста и блока сравнения, на один из входов которого подается одно из перемножаемых напряжений) в предлагаемом устройстве перемножения напряжений исключена методическая погрешность операции перемножения; обеспечивается постоянная чувствительность перемножения, которая не зависит от параметров плеч неуравновешенного резистивного моста, входящего в состав устройства перемножения напряжений и от величины перемножаемых напряжений.

Практическая реализация предлагаемого устройства показала, что, по сравнению с указанным прототипом, точность перемножения увеличена на порядок.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Множительное устройство, содержащее неуравновешенный резистивный мост, между

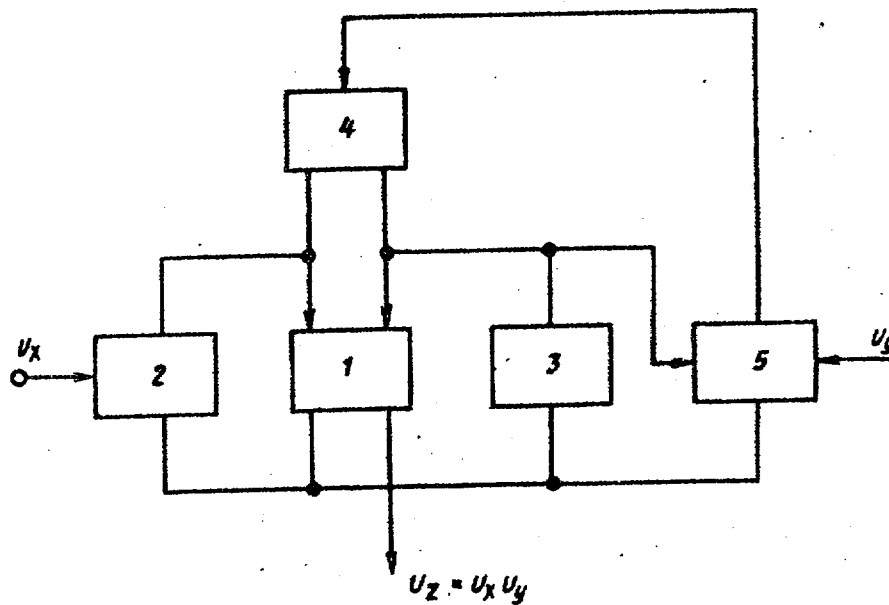
первой вершиной и точкой нулевого потенциала неуравновешенного резистивного моста включен линейный преобразователь напряжение-сопротивление, вход которого соединен с источником первого перемножаемого напряжения, между второй вершиной и точкой нулевого потенциала неуравновешенного резистивного моста включен эталонный резистор, в диагональ между первой и второй вершиной неуравновешенного резистивного моста включен управляемый источник питания, третья вершина неуравновешенного резистивного моста связана с выходной клеммой устройства, отличающееся тем, что, с целью повышения точности перемножения,

в него введен блок сравнения, один из входов которого подключен к эталонному резистору, другой - к источнику второго перемножаемого напряжения, а выход блока сравнения соединен с управляющим входом управляемого источника питания.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе изобретения:

1. Аналоговые умножители на полевых транзисторах. Экспресс-информация. Серия "Контрольно-измерительная техника", 1974, вып. 1, с 41-46 (Аналог).

2. Авторское свидетельство СССР № 426233, М.Кл.<sup>2</sup> G.06 G 7/16, 1973



Редактор Е. Гончар      Составитель С. Белан  
Техред Н. Андрейчук      Корректор А. Кравченко

Заказ 1374/101

Тираж 818

Подписное

ЦНИИПИ Государственного комитета Совета Министров СССР  
по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

филиал ИПП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4