



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 842650

(61) Дополнительное к авт. свид-ву 756325

(22) Заявлено 04.11.78 (21) 2680449/18-21 (51) М. Кл.³

с присоединением заявки № -

G 01 R 33/02

(23) Приоритет -

Опубликовано 30.06.81, Бюллетень № 24

(53) УДК 621.317.

Дата опубликования описания 30.06.81

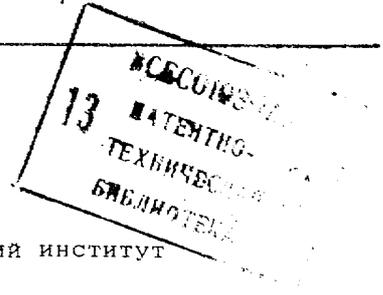
.44(088.8)

(72) Авторы
изобретения

Буй Ван Шанг и Н.И. Грибок

(71) Заявитель

Львовский ордена Ленина политехнический институт



(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МАГНИТНОЙ
ИНДУКЦИИ

1
Устройство относится к магнитным измерениям и может быть использовано для точных измерений индукции магнитных полей в широком диапазоне значений индукции.

По основному авт. св. № 756325 известно устройство для измерения магнитной индукции, содержащее двухзажимный магниторезистор, источник опорного напряжения, два переключателя, интегратор, сравнивающий блок, селектор, генератор импульсов, реверсивный счетчик, двоичный умножитель частоты и блок управления, выходы которого соединены с входом селектора и входами переключателей, первый вход первого из которых соединен с первым выходом источника опорного напряжения и с одним из зажимов магниторезистора, другой зажим которого заземлен, при этом выход первого переключателя через интегратор и сравнивающее устройство соединен с выходом селектора, второй вход которого связан с выходом генератора импульсов, а выход с входом счетчика результата двоичного умножителя частоты, а также дополнительную катушку, резистор и источник постоянного тока, управляющий вход которого связан с блоком управ-

2
ления, два сигнальных выхода соединены с входами второго переключателя, выходы которого подключены к зажимам катушки, создающей образцовое магнитное поле, пронизывающее магниторезистор, заземленный зажим которого соединен с одним зажимом резистора, другой зажим подключен ко второму выходу источника опорного напряжения и ко второму входу первого переключателя, а выход селектора соединен с входом одной из схем совпадения и с суммирующим входом реверсивного счетчика управления двоичного умножителя частоты, вычитающий вход которого соединен с выходом селектора, а информационные выходы подключены к входам группы схем совпадения, вторые входы которых связаны с информационными выходами счетчика результата, а выходы подключены к входам схемы собирания, один из входов которой соединен с выходом селектора, а выход связан с суммирующим входом реверсивного счетчика, вычитающий вход которого соединен с выходом селектора, вход управления которого связан с выходом реверсивного счетчика [1].

30 Однако точность измерения с помощью известного устройства недостаточна.

Цель изобретения - повышение точности измерений при расширении рабочего диапазона измерения магнитной индукции.

Для достижения поставленной цели в устройство, содержащее магниторезистор, источник опорного напряжения, резистор, переключатель, катушку, источник постоянного тока, интегратор, сравнивающее устройство, селектор, генератор импульсов, реверсивный счетчик импульсов, блок управления, выходы которого соединены со входами селектора, переключателя, источника постоянного тока, первый выход которого подключен к первому зажиму катушки, создающей образцовое магнитное поле, пронизывающее магниторезистор, один из зажимов которого через первый провод линии связи соединен с заземленным зажимом резистора, другой зажим через второй провод линии связи подключен к первому входу переключателя и к одному из выходов источника опорного напряжения, другой выход которого соединен с другим зажимом резистора и с вторым входом переключателя, выход которого через интегратор и сравнивающее устройство соединен со входом селектора, второй вход которого связан с выходом генератора импульсов, а выход соединен со входом реверсивного счетчика, а также двоичный множитель частоты, состоящий из реверсивного счетчика управления, счетчика результата, группы элементов совпадения И, элементов собирания ИЛИ, введены последовательно соединенные делитель частоты и второй элемент собирания ИЛИ, выход которого подключен к суммирующему входу реверсивного счетчика, второй вход - к выходу селектора, первый вход делителя частоты соединен с выходом первого элемента собирания ИЛИ, а второй вход - с выходом блока управления.

Кроме того, катушка снабжена многозажимной катушкой, а переключатель, вход которого соединен с выходом источника постоянного тока, а выходы подключены ко второму зажиму первой катушки и к зажимам многозажимной катушки, выполнен многоканальным, причем две катушки соединены последовательно и помещены в магнитное поле вместе с магниторезистором.

На чертеже изображена функциональная схема устройства.

Устройство содержит источник 1 стабильного тока, переключатель 2, первую катушку 3, вторую многозажимную катушку 4, двухзажимный магниторезистор 5, источник 6 опорного напряжения, резистор 7, переключатель 8, интегратор 9, сравнивающий блок 10, селектор 11, генератор 12 импульсов, реверсивный счетчик 13, двоичный множитель 14 частоты, состоящий из

реверсивного счетчика 15 управления, элемента собирания ИЛИ 16, группы элементов совпадения И 17 и счетчика 18 результата, блок 19 управления, делитель 20 частоты, второй элемент собирания ИЛИ 21. Выходы блока 19 управления соединены со входами селектора 11, переключателя 8, источника 1 тока, первый вход которого подключен к первому зажиму катушки 3, создающей образцовое магнитное поле, пронизывающее магниторезисторы 5, один из зажимов которого через первый провод линии связи соединен с заземленным зажимом резистора, второй зажим через второй провод линии связи подключен к первому входу переключателя 8 и к одному из входов источника 6 опорного напряжения, другой выход которого соединен с другим зажимом резистора 7 и со вторым входом переключателя 8, выход которого через интегратор 9 и сравнивающий блок 10 соединен со входом селектора 11, второй вход которого связан с выходом генератора 12 импульсов, а выход связан со входом реверсивного счетчика 13, вход многоканального переключателя 2 соединен со вторым выходом источника 1 тока, а выходы подключены ко второму зажиму первой катушки 3 и к зажимам многозажимной катушки 4, причем катушки 3 и 4 соединены последовательно и помещены в магнитное поле вместе с магниторезистором 5, а выходы селектора 11 соединены с одним из входов второго элемента собирания ИЛИ 21, со счетным входом счетчика результата, с суммирующими и вычитаемыми входами счетчика 15 управления, а выход первого элемента собирания ИЛИ 16 через делитель 20 частоты с другим входом второго элемента собирания ИЛИ 21, выход которого связан с суммирующим входом реверсивного счетчика 13, выход которого соединен со входом управления селектора 11, выходом подключенного к дополнительному входу реверсивного счетчика 15 управления, являющемуся вычитаемым входом его второго триггера, при этом блок 19 управления соединен с делителем 20 частоты и со входом счетчика 18 результата.

Устройство работает следующим образом.

55 В области слабых полей зависимость сопротивления магниторезистора от индукции имеет квадратичный характер, затем она постепенно становится линейной и остается таковой вплоть до 10 Т. При значениях индукции больше 10 Т кривая зависимости может быть нелинейной. Кривая зависимости сопротивления магниторезистора от индукции симметрична.

Устройство работает в четырех поддиапазонах магнитной индукции.

В первой области (квадратичная характеристика магниторезистора) устройство работает следующим образом.

В исходном состоянии счетчики 13, 15 и 18 сброшены в состояние нуля, переключатель 8 находится в нейтральном положении, а переключатель 2 находится в положении 0. В первом цикле коммутации сигнал из блока 19 управления подключает переключатель 8 в верхнее положение на время периода T напряжения сети. На магниторезистор действует лишь измеряемое магнитное поле с индукцией. В момент $t_1 - T$ блок 19 управления переводит переключатель 8 в нижнее положение и открывает селектор 11 по дополнительному входу реверсивного счетчика 15 управления. При этом в интеграторе 9 интегрируется напряжение до момента равенства нулю его выходного напряжения, которое фиксируется сравнивающим блоком. В реверсивном счетчике 15 записывается дополнительный код числа N_1 , поскольку импульсы поступают на вычитающий вход второго триггера реверсивного счетчика 15.

Во втором цикле коммутации по сигналу блока 19 управления включается переключатель 2 в положение I, вследствие чего через катушку 2 начинает протекать ток от источника I, приводящий к возникновению образцовой индукции B_0 , совпадающей по направлению с измеряемой индукцией B_x . В результате преобразования, основанного на принципе двухтактного интегрирования на суммирующий вход счетчика 15 управления и на вычитающий вход реверсивного счетчика 13 во время второго цикла коммутации поступает число импульсов N_2 . Так как в конце первого цикла коммутации в реверсивном счетчике 15 зафиксирован дополнительный код числа N_1 , то к концу второго цикла коммутации в нем записывается число $N_3 = N_2 - N_1$.

На третьем цикле коммутации переключатель 2 находится в том же положении (положении I), блок 19 управления изменяет на противоположное направление тока в катушке 3. Вследствие этого на магниторезистор 5 воздействуют два постоянных противоположно направленных магнитных поля с индукциями B_x и B_0 . К концу третьего цикла коммутации в результате интегрирующего время-импульсного преобразования на суммирующий вход счетчика 13 и на вход второго элемента собирания ИЛИ 21 поступает число импульсов N_4 . Так как к концу второго цикла коммутации в реверсивном счетчике 15 управления зафиксирован код числа $N_3 = N_2 - N_1$, то к концу третьего цикла в нем записывается число N_5 . Поскольку в реверсивном счетчике 13 зафиксирован код числа N_2 , то к концу треть-

его цикла в нем записывается число $N_6 = N_2 - N_4$.

После третьего цикла блок 19 управления открывает селектор 11 по входу счетчика 18 результата, вследствие чего на его вход поступают импульсы с частотой следования f_0 до момента, когда реверсивный счетчик 13 переходит в нулевое состояние. При этом в счетчике результата записывается число импульсов N_7 , пропорциональное измеряемой индукции B_x . После преобразования при коэффициенте деления делителя частоты $K_d = 1$ получим $B_x = \frac{B_0}{2N_0} N_7$, (1)

где N_0 - информационная емкость счетчиков 15 и 18;

$$\frac{B_0}{2N_0} = 10^a, \quad a = 0, 1, 2, \dots$$

Этот режим измерения применяется только в диапазоне магнитной индукции, которая определяется из соотношения $B_0 \ll B_x < B_{\lambda \min}$, где $B_{\lambda \min}$ - граница между начальным нелинейным и линейным участком и характеристики магниторезисторов.

Если измеряемая магнитная индукция находится во второй области линейной характеристики, то процесс измерения осуществляется следующим образом.

В исходном состоянии счетчики 13, 15 и 18 сброшены в состояние нуля, переключатель 8 находится в нейтральном положении, а многоканальный переключатель 2 - в положении 0. В первом цикле коммутации блок 19 управления переводит переключатель 8 в верхнее положение на время периода T напряжения сети. На магниторезистор действует лишь измеряемое магнитное поле с индукцией B_x . К концу первого цикла коммутации после преобразования на вычитающий вход счетчика 15 поступает число импульсов N_1 .

Во втором цикле коммутации переключатель 2 находится в положении II, через катушку 3 и первую и вторую обмотки катушки 4 протекает ток. В результате преобразования на суммирующий вход счетчика 15 и на вычитающий вход счетчика 13 поступает число импульсов N_2 . Так как к концу первого цикла в счетчике 15 зафиксирован дополнительный код числа N_1 , то к концу второго цикла в нем записывается число N_3 . В третьем цикле коммутации переключатель 2 находится в том же положении, что и во втором цикле, в направлении тока изменяется на противоположное. Количество импульсов к концу третьего цикла, поступившее на вход второго элемента собирания ИЛИ 21, равно N_4 . Так как к концу второго цикла в счетчике 13 зафиксировано число N_2 , то к концу третьего цикла в нем записывается число импульсов $N_5 = N_2 - N_4$. Одновремен-

но блок 19 управления открывает селектор 11 по входу счетчика 18, на вход которого начинают поступать импульсы с частотой f_0 до момента, когда реверсивный счетчик 13 переходит в нулевое состояние. При этом в счетчике результата зафиксировается число импульсов N_6' . После преобразования получим

$$V_x = \frac{V_0}{2N_0} \cdot N_6' \quad (2)$$

Вторая область измерения не может охватить весь линейный участок характеристики магниторезистора, ограниченный пределами V_{Amin} и V_{Amax} . Поэтому в третьей области линейной характеристики магниторезистора устройство работает следующим образом.

В исходном положении все счетчики сброшены в состояние нуля, переключатель 8 находится в нейтральном положении, а переключатель 2 — в положении 0.

В первом цикле коммутации на катушки 3 и 4 поступает ток, вследствие чего на магниторезистор действует лишь измеряемая магнитная индукция V_x . В результате преобразования на вычитающий вход реверсивного счетчика 15 управления поступает число импульсов N_1'' .

Во втором цикле коммутации переключатель 2 находится в положении I. При этом на магниторезистор воздействует образцовое и измеряемое магнитное поле с индукциями V_0 и V_x . В результате преобразования на суммирующий вход реверсивного счетчика 15 и на вычитающий вход счетчика 13 поступает число импульсов N_2'' . Так как к концу первого цикла в счетчике 15 зафиксировано число N_1'' , то к концу второго цикла в нем зафиксировается код числа $N_3'' = N_2'' - N_1''$.

В третьем цикле коммутации переключатель 2 переводят в положение У, а сигналом блока 19 управления меняется направление тока. При этом на магниторезистор воздействуют два противоположно направленных магнитных поля с индукцией V_x и $K_5 V_0$. К концу третьего цикла на вход элемента собирания ИЛИ 21 поступает число импульсов N_4'' . С учетом числа импульсов N_2'' , которые поступили на вычитающий вход счетчика 13, к концу третьего цикла в нем зафиксировается число импульсов $N_5'' = N_2'' - N_4''$.

После третьего цикла по сигналу блока управления в счетчике 18 записывается код числа N и через некоторое время открывается селектор 11 по входу счетчика 18. К концу четвертого цикла на вход счетчика 18 результата поступает число импульсов N_6'' , а в счетчике 18 зафиксировается код числа при $K_A = 1$, $N_7'' = N_6'' + N$. При $N = (K_5 - 1) N_0$, после преобразования имеем $V_x = \frac{V_0}{2N_0} N_7''$. (3)

Расширение рабочего диапазона индукции в нелинейной области квадратичной характеристики магниторезистора основано на принципе перемещения индукции, пронизывающей магниторезистор в линейном участке характеристики.

В исходном состоянии все счетчики сброшены в нулевое состояние. В первом цикле коммутации переключатель 2 находится в положении III. Ток, протекающий через катушки, создает противоположную по направлению по направлению измеряемой индукции. В результате преобразования на суммирующий вход счетчика 15 и вход счетчика 13 поступает число импульсов N_1''' . Во втором цикле переключатель 2 находится в положении IV. На магниторезистор воздействуют два противоположно направленных магнитных поля с индукциями V_x и $K_4 V_0$. К концу второго цикла на вычитающий вход реверсивного счетчика 15 поступает число импульсов N_2''' . С учетом поступившего количества импульсов N_1''' в счетчике 15 зафиксирован код числа N_3''' .

В третьем цикле коммутации переключатель 2 находится в положении VI.

На магниторезистор воздействуют два противоположно направленных магнитных поля с индукциями V_x и $K_6 V_0$.

Во втором цикле через элемент собирания ИЛИ 21 на суммирующий вход счетчика 13 поступает число импульсов N_4''' , а к концу цикла в нем зафиксировано число импульсов $N_5''' = N_4''' - N_1'''$.

В четвертом цикле коммутации по сигналу блока управления в счетчике 18 устанавливается код числа N' и через некоторое время открывается селектор 11 по входу счетчика 18 результата. На вход счетчика 18 поступают импульсы с частотой f_0 до момента, когда реверсивный счетчик 13 переходит в нулевое состояние. Количество импульсов, которое поступило на вход счетчика результата, будет равно

$$N_6''' = \frac{N_5''' \cdot N_0 \cdot K_A}{N_3'''} , \text{ а к концу цикла}$$

обработки результата измерения в счетчике 18 результата зафиксировается код числа $N_7''' = N_6''' + N'$.

Если коэффициент деления K_A' делителя 20 частоты равен $K_4 - K_3$ и $N' = N_0 (K_6 + K_3)$, то после преобразования измеряемая индукция определяется по формуле

$$V_x = \frac{V_0}{2N_0} N_7''' \quad (4)$$

Таким образом, в устройстве обеспечена независимость результата измерения от временной и температурной нестабильности параметров магниторезистора, линии связи, коэффициента передачи схемы, так как измеряемая магнитная индукция не зависит от начального сопротивления R_{01} и R_{02} , удельной

чувствительности магниторезистора 5, их температурной и временной нестабильности, значения частоты f_0 генератора 12 импульсов, нестабильности опорного напряжения U_0 , сопротивления соединительных проводов r_1 , r_2 и резистора R_1 , их значения, постоянной времени τ интегратора 9, что приводит к повышению точности измерения.

Кроме того, устройство позволяет расширить рабочий диапазон измеряемой индукции не только в линейном участке, но и в области индукций, превышающих 10 Т.

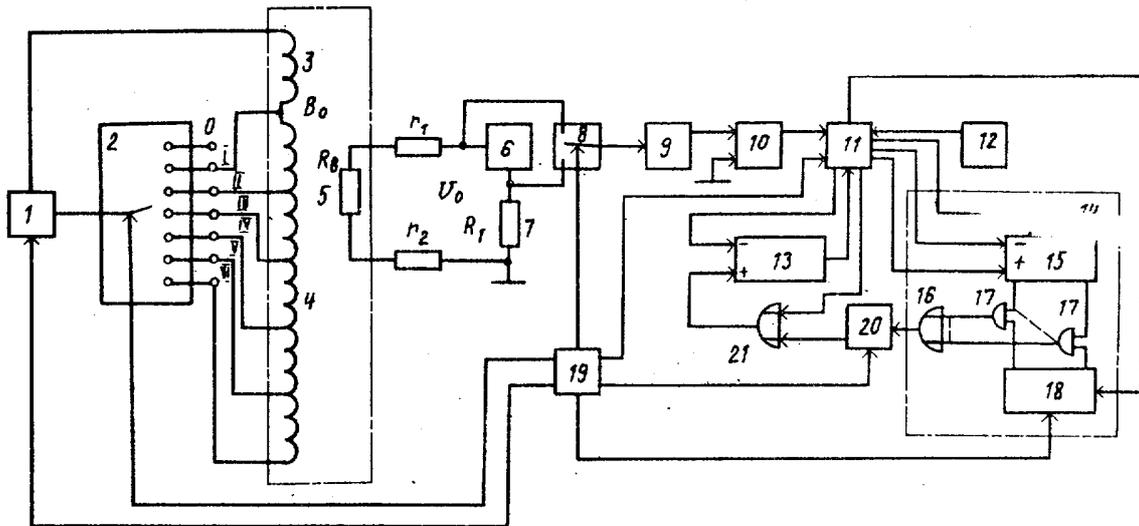
Формула изобретения

Устройство для измерения магнитной индукции по авт.св. № 756325, отличающееся тем, что, с целью повышения точности измерений, в него дополнительно введены последователь-

но соединенные двигатель частоты и второй элемент сборки ИЛИ, выход которого подключен к суммирующему входу реверсивного счетчика, второй вход - к выходу селектора, первый вход делителя частоты соединен с выходом первого элемента сборки ИЛИ, а второй вход - с выходом блока управления.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что катушка снабжена многозажимной катушкой, а переключатель, вход которого соединен с выходом источника постоянного тока, а выходы подключены ко второму зажиму первой катушки и к зажимам многозажимной катушки выполнен многоканальным, причем две катушки соединены последовательно и помещены в магнитное поле вместе с магниторезистором.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе
1. Авторское свидетельство СССР № 756325 от 24.04.78.



Составитель Е. Данищена

Редактор Л. Филь

Техред М. Коштура

Корректор Г. Решетник

Заказ 5090/53

Тираж 732

Подписное

ВНИИПИ 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