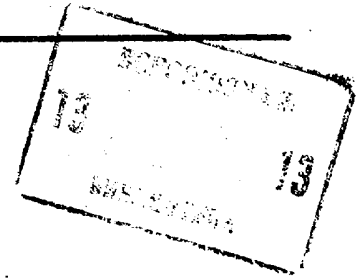




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3739147/21-24  
(22) 17.05.84  
(46) 23.10.85. Бюл. № 39  
(72) С.А. Воробьев  
(71) Московское производственное объединение "Второй часовой завод"  
(53) 621.317.44(088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР № 424091, кл. G 01 R 33/02, 1972.  
Авторское свидетельство СССР № 443343, кл. G 01 R 33/02, 1972.

(54)(57) МИКРОВЕБЕРМЕТР, содержащий измерительную катушку, подключенную к первому входу интегратора, состоящего из операционного усилителя с резистором на входе и конденсатором в цепи обратной связи, корректирующий запоминающий усилитель, вход которого через ключ соединен с выходом, а выход - с вторым входом интегратора, компаратор, подключенный к выходу интегратора, генератор опорного напряжения и отсчетный блок, выполненный в виде цифрового измерителя временных интервалов, о т л и ч а ю -

щ и й с я тем, что, с целью повышения точности измерений путем снижения влияния внешних магнитных полей, в него введены пороговый элемент, элемент задержки, элемент И-НЕ, второй ключ, триггер и дифференциальный источник тока, первый вход которого подключен к выходу генератора опорного напряжения, а второй вход - к первому входу интегратора и входу порогового элемента, выход которого соединен с входом элемента задержки, входом сброса триггера и входом сброса отсчетного блока, первый вход которого связан с выходом элемента задержки и управляющим входом первого ключа, второй вход отсчетного блока соединен с выходом элемента И-НЕ, первый вход которого соединен с выходом компаратора, а второй вход - с выходом триггера и управляющим входом второго ключа, включенного между выходом дифференциального источника тока и вторым входом интегратора, счетный вход триггера связан с выходом отсчетного блока.

Изобретение относится к измерительной технике и предназначено для измерения магнитного потока импульсно-индукционным методом, в частности при проведении автоматизированного контроля характеристик постоянных магнитов.

Целью изобретения является повышение точности измерений путем снижения влияния внешних магнитных полей на результаты измерений.

Снижение влияния внешних магнитных полей обеспечивается при помощи задания фиксированного времени интегрирования, кратного периоду помехи, сигнала измерительной катушки и компенсации сигнала помехи при интегрировании опорного напряжения.

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

Микровеберметр содержит измерительную катушку 1, интегратор 2, состоящий из резистора 3, операционного усилителя 4, конденсатора 5, первого ключа 6, корректирующий запоминающий усилитель 7, компаратор 8, пороговый элемент 9, элемент 10 задержки, элемент И-НЕ 11, отсчетный блок 12, содержащий генератор 13 тактовых импульсов, элемент 14 совпадения и счетчик 15 импульсов с индикацией, триггер 16, генератор 17 опорного напряжения, дифференциальный источник 18 тока, второй ключ 19.

Измерительная катушка 1 подключена к первому входу интегратора 2, содержащего входной резистор 3 и операционный усилитель 4 с конденсатором 5 в цепи обратной связи, выход интегратора 2 связан с входом компаратора 8 и входом ключа 6, последовательно соединенного с корректирующим запоминающим усилителем 7, выход которого подключен к второму входу операционного усилителя 4. Отсчетный блок 12 состоит из соединенных последовательно генератора 13 тактовых импульсов, элемента 14 совпадения, счетчика 15 импульсов с индикацией. Выход отсчетного блока 12 связан со счетным входом триггера 16, выход триггера 16 подключен к управляющему входу ключа 19 и второму входу элемента И-НЕ 11, первый вход которого связан с выходом компаратора 8, а выход - с вторым входом элемента 14 совпадения, первый вход которого соединен с выходом элемента 10 за-

держки и управляющим входом ключа 6. Вход порогового элемента 9 подключен к первому входу интегратора 2 и второму входу дифференциального источника 18 тока, первый вход которого соединен с генератором 17 опорного напряжения, а выход через ключ 19 подключен к второму входу интегратора 2. Выход порогового элемента 9 связан с входом элемента 10 задержки и входами установки нуля счетчика 15 импульсов с индикацией и триггера 16.

Микровеберметр работает следующим образом.

Изменение магнитного потока в измерительной катушке 1, вызванное, например, прохождением через зазор ее магнитопровода (не показан) постоянного магнита приводит к возникновению ЭДС, равной величине

$$e(t) = \frac{d\psi}{dt},$$

где  $\psi$  - величина потокосцепления;  
 $t$  - текущее время.

Форма напряжения на зажимах измерительной катушки 1 показана на фиг. 2, а. Первый импульс с выхода измерительной катушки 1 приводит к срабатыванию порогового элемента 9, который запускает элемент 10 задержки и производит сброс счетчика 15 импульсов с индикацией и триггера 16. Выходные сигналы порогового элемента 9 и элемента 10 задержки показаны соответственно на фиг. 2б, в. Импульс с выхода элемента 10 задержки закрывает элемент 14 совпадения отсчетного блока 12 и открывает ключ 6, подключая вход корректирующего запоминающего усилителя 7 к выходу интегратора 2. Импульс на выходе элемента 10 задержки заканчивается через интервал времени после обратного опрокидывания порогового элемента 9. Эта временная задержка необходима для компенсации дрейфа выходного напряжения интегратора 2 после окончания первого импульса с выхода измерительной катушки 1. После окончания выходного импульса элемента 10 задержки закрывается ключ 6, фиксируя величину тока на выходе корректирующего запоминающего усилителя 7, одновременно открывается элемент 14 совпадения и на вход счетчика 15 импульсов с индикацией начинают поступать импульсы с

выхода генератора 13 тактовых импульсов.

С этого момента начинается процесс измерения. На вход интегратора 2 поступает сумма полезного сигнала  $e(t)$  и сигнала помехи  $e_n(t)$ , который возникает из-за воздействия на измерительную катушку 1 внешних магнитных полей. Интервал времени  $t_u$  интегрирования определяется временем заполнения счетчика 15 импульсов с индикацией.

$$t_u = NT,$$

где  $N$  - емкость счетчика 15 импульсов с индикацией;

$T$  - период выходных импульсов генератора 17 тактовых импульсов.

Напряжение  $U(t_u)$  на выходе интегратора 2 в момент времени  $t_u$  (фиг. 2д) равно

$$U(t_u) = \frac{1}{RC} \left[ \int_0^{t_u} e(t) dt + \int_0^{t_u} e_n(t) dt \right], \quad (1)$$

где  $RC$  - постоянная времени интегратора 2. Если величина  $t_u$  задается кратной периоду помехи  $e_n(t)$  путем соответствующего выбора величин  $N$  и  $t$ ,

значение интеграла  $\int_0^{t_u} e_n(t) dt$  можно считать равным нулю.

Следовательно, можно считать

$$U(t_u) = \frac{1}{RC} \int_0^{t_u} e(t) dt. \quad (2)$$

Таким образом, при правильном выборе величина  $t_u$ ,  $U(t_u)$  не будет зависеть от напряжения помех  $e_n(t)$ .

При переполнении счетчика 15 импульсов с индикацией на его выходе формируется импульс, вызывающий опрокидывание триггера 16, сигнал с его выхода открывает ключ 19, который подключает выход дифференциального источника 18 тока к второму (токовому) входу интегратора 2. Дифференциальный источник 18 тока осуществляет преобразование входных напряжений

в выходной ток  $J_{\text{вых}}$  в соответствии с выражением

$$J_{\text{вых}} = \frac{U_0 - e_{\text{вх}}}{R}, \quad (3)$$

где  $U_0$  - величина опорного напряжения генератора 17 опорного напряжения;

$e_{\text{вх}}$  - ЭДС измерительной катушки 1;

$R$  - величина сопротивления резистора 3.

Результирующий входной ток  $J_{\text{вх}}$  операционного усилителя 4 равен

$$J_{\text{вх}} = \frac{e_{\text{вх}}}{R} + J_{\text{вых}}$$

или с учетом выражения (3)

$$J_{\text{вх}} = \frac{U_0}{R}$$

Таким образом, входной ток операционного усилителя и в этом случае не зависит от напряжения помех, создаваемых внешними магнитными полями.

В интервале времени  $t_u - t_1$  (фиг. 2) выходное напряжение интегратора 2 изменяется линейно до тех пор, пока не достигнет нулевого значения. В момент времени  $t_1$  сработает компаратор 8 (фиг. 2, е), на выходе элемента И-НЕ 11 установится потенциал логического нуля, а элемент 14 совпадения закроется и в счетчике 15 импульсов с индикацией зафиксируется число  $n$ , равное

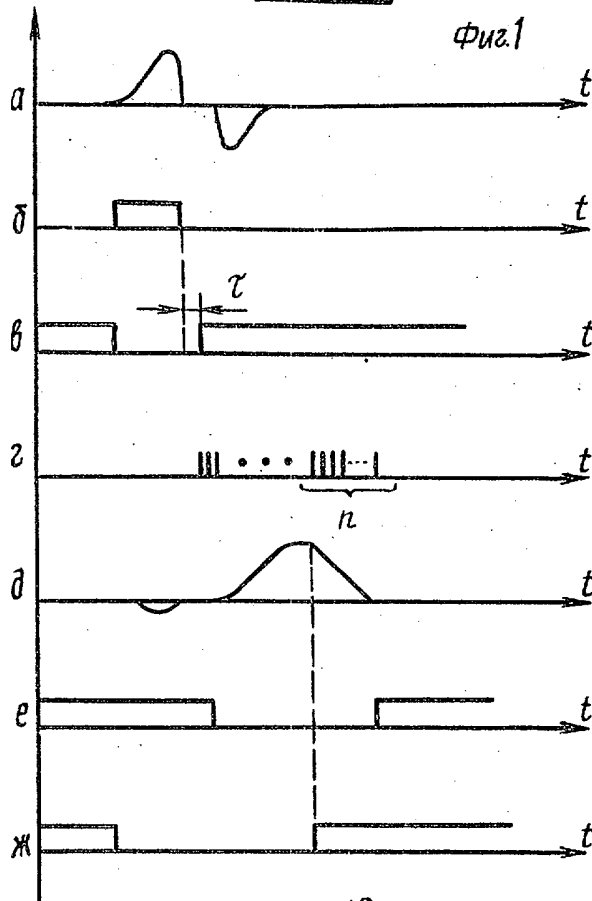
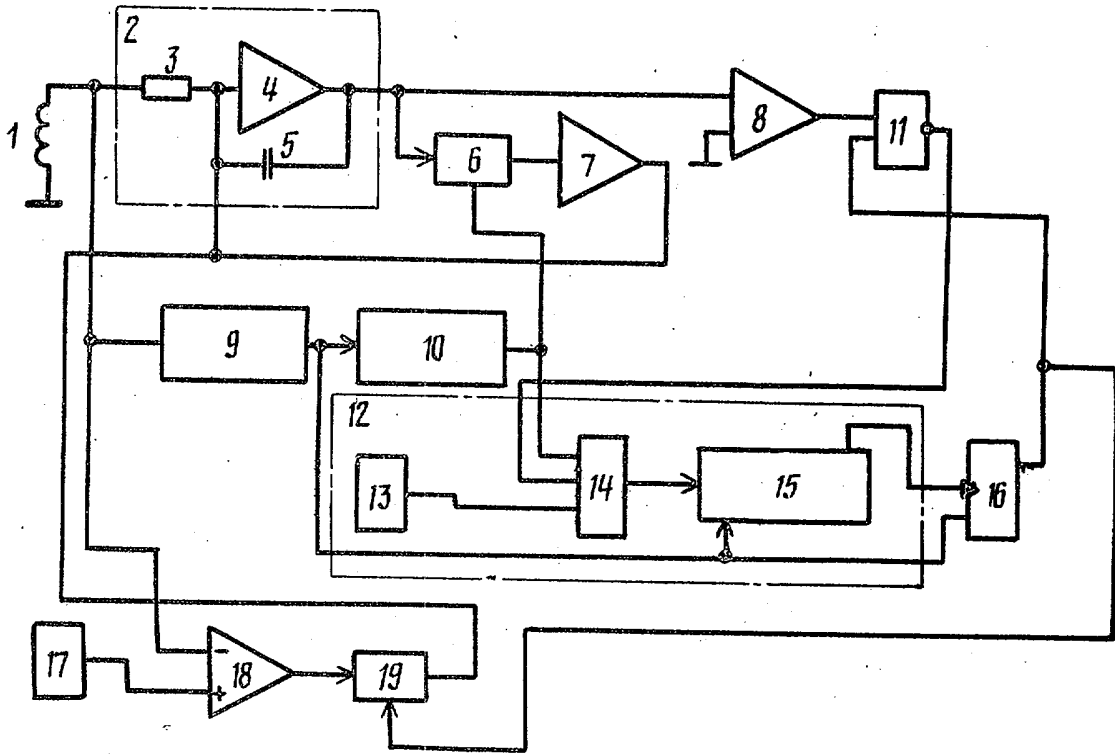
$$n = \frac{t_1 - t_u}{T} = \frac{U(t_u) RC}{U_0 T},$$

или с учетом выражения (2)

$$n = \frac{\int_0^{t_u} e(t) dt}{U_0 T} = \frac{\Delta \varphi}{U_0 T},$$

где  $\Delta \varphi$  - изменение потокосцепления в измерительной катушке 1.

Таким образом, предлагаемый микроверметр обеспечивает повышение точности измерения за счет снижения влияния помех путем задания фиксированного значения времени интегрирования, кратного периоду помехи, и компенсации напряжения помех с помощью дифференциального источника тока при интегрировании опорного напряжения  $U_0$ .



Фиг.2

ВНИИПИ Заказ 6546/52 Тираж 747 Подписное

Филиал ИПИ "Патент", г.Ужгород, ул.Проектная, 4