



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 907480

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 20.06.80 (21) 2942508/18-21

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 23.02.82 Бюллетень №7

Дата опубликования описания 23.02.82

(51) М. Кл.³

G 01 R 33/12

(53) УДК 621.317.
44(088.8)

(72) Авторы
изобретения

Г. В. Ломаев, С. Б. Машкович, Г. А. Тихонов и В. С. Мальшев

(71) Заявитель

Ижевский механический институт

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ
ОБРАТИМОЙ И НЕОБРАТИМОЙ МАГНИТНЫХ
ПРОНИЦАЕМОСТЕЙ

1

Изобретение относится к магнитным измерениям и может быть использовано при создании устройств для контроля магнитных проницаемостей ферромагнитных материалов.

Известно устройство для измерения обратимой проницаемости и ее производных, содержащее генератора высокой частоты и генератор низкой частоты синусоидальной формы, усилитель высокой частоты, суммирующий каскад, дифференцирующие цепи, следящий вольтметр и электронный осциллограф. При перемагничивании сложным полем, создаваемым генераторами низкой и высокой частоты, в выходной обмотке сердечника имеется амплитудно модулированный сигнал, мгновенные значения огибающей которого пропорциональны обратимой магнитной проницаемости [1].

Недостатком устройства является измерение только обратимой магнитной проницаемости, что ограничивает область его применения, кроме того при

2

перемагничивании токами синусоидальной формы скорость изменения магнитной индукции B непостоянна, что приводит к появлению дополнительных погрешностей.

Цель изобретения - повышение точности измерения.

Поставленная цель достигается тем, что устройство для измерения дифференциальной необратимой и обратимой магнитных проницаемостей, содержащее обмотки перемагничивания, намагничивания и измерительную, соединенную с последовательно соединенными измерительным усилителем, фильтром верхних частот; и электронными осциллографом, и блок регистрации, снабжено генератором низкочастотного перемагничивающего тока, изменяющегося по треугольному закону, и связанным с перемагничивающей обмоткой генератором высокочастотного намагничивающего тока, изменяющегося по треугольному закону с амплитудой в 10-15 раз

меньшей амплитуды низкочастотного тока, связанным с намагничивающей обмоткой, первым аналоговым ключом, первым блоком формирования строба, последовательно соединенными вторым блоком формирования строба, вторым аналоговым ключом, и масштабирующим усилителем, сумматором, первый вход которого соединен с первым входом сумматора и с выходом первого аналогового ключа, управляющий вход которого соединен с выходом первого блока формирования строба, а информационный вход с выходом фильтра верхних частот, второй вход блока регистрации соединен с выходом сумматора, в третий вход блока регистрации - с вторым входом сумматора и с выходом масштабирующего усилителя, а информационный вход второго аналогового ключа соединен с выходом фильтра верхних частот.

На фиг. 1 представлена функциональная схема устройства, на фиг. 2 - графики, поясняющие его работу.

Устройство содержит обмотку 1 намагничивания, измерительную обмотку 2, образец 3, обмотку 4 перемагничивания, генератор 5 тока перемагничивания, генератор 6 тока намагничивания, измерительный усилитель 7, фильтр 8 верхних частот, электронный осциллограф 9, первый аналоговый ключ 10, второй аналоговый ключ 11, первый блок 12 формирования строба, второй блок 13 формирования строба, масштабирующий усилитель 14, сумматор 15, блок 16 регистрации.

Генератор 5 перемагничивающего тока соединен с обмоткой перемагничивания 4, а генератор 6 намагничивающего тока с обмоткой 1 намагничивания. Измерительная обмотка 2, измерительный усилитель 7, фильтр 8 верхних частот и электронный осциллограф 9 соединены последовательно. Первый вход блока 16 регистрации соединен с первым входом сумматора 15 и с выходом первого аналогового ключа 10. Управляющий вход аналогового ключа 10 соединен с выходом первого блока 12 формирования строба, а его информационный вход с выходом фильтра 8 верхних частот. Второй вход блока 16 регистрации соединен с выходом сумматора 15. Третий вход блока 16 регистрации соединен с вторым входом сумматора 15 и с выходом масштабирующего усилителя 14, при

этом вход масштабирующего усилителя 14 соединен с выходом второго аналогового ключа 11. Управляющий вход второго аналогового ключа 11 соединен с выходом второго блока 13 формирования строба, а его информационный вход соединен с выходом фильтра 8 верхних частот.

Устройство работает следующим образом.

В обмотку 4 перемагничивания с генератора 5 перемагничивающего тока подается ток, изменяющийся по треугольному закону с частотой F равной 1-10 Гц, а в обмотку 1 намагничивания с генератора 6 намагничивающего тока подается ток, изменяющийся по треугольному закону с частотой f равной 2-5 кГц.

Амплитуда высокочастотного тока в 10-15 раз меньше амплитуды низкочастотного тока. При этом возникают переменные магнитные низкой частоты H и высокой частоты h .

Рассматриваем поле H только на участке восходящей части петли гистерезиса. Поле H выбирается таким, что перемагничивание образца 3 током низкой частоты происходит по петле гистерезиса близкой к предельной. При перемагничивании образца 3 в сложном поле H_2 , в измерительной обмотке 2 наводится ЭДС $\mathcal{E} = W \left(\frac{d\Phi}{dt} \right)$, где W - число витков обмотки, Φ - магнитный поток, проходящий через площадь переменного сечения сердечника S . Так как $\Phi = \Phi_5 B d S$, то $\mathcal{E} = -W(d\Phi_5 B d S/dt) = -WS(dB)dt$.

В интервале времени $t_1 - t_2$ (фиг. 2) поле H_2 изменяется от H_1 до H_2 , при этом изменение индукции B происходит по кривой $ав$ и обусловлено только процессами обратимого α -характера. На участке $t_2 - t_3$ поле H_2 возрастает, при этом изменение индукции B происходит по кривой $ва$ и также носит обратимый характер. В интервале времени $t_3 - t_4$ поле H изменяется от H_1 до H_3 , при этом индукция B изменяется по кривой $ас$, т.е. изменение индукции вызывается процессами как обратимого, так и необратимого характера. В интервале времени $t_4 - t_5$ поле H_2 уменьшается до величины H_4 , а индукция B изменяется по кривой $сд$. В интервале времени $t_5 - t_6$ поле H_2 возрастает и пока не достигнет величины H_5 , процессы перемагничивания носят обратимый характер, т.е. индук-

ция В изменяется по кривой dc. Как только поле H_{Σ} превышает величину H_{Σ} , индукция В изменяется по кривой sc, а процессы перемагничивания носят как обратимый, так и необратимый характер. Таким образом, в интервалах времени t_1-t_2 , t_4-t_5, \dots , изменение индукции В носит обратимый характер, а в интервале времени t_3-t_4 , t_6-t_7, \dots , - как обратимый, так и необратимый характер.

Величина ЭДС на выходе измерительной катушки 2 в интервале времени t_1-t_2 , t_4-t_5, \dots равна

$$e_1 = -\omega S \mu_0 \mu_{обр} \frac{dH_{\Sigma}}{dt}$$

Дифференцируя, получаем

$$e_1 = -\omega S \mu_0 \mu_{обр} (d-\beta)$$

Величина ЭДС на выходе измерительной обмотки 2 в интервале времени t_3-t_4 , t_6-t_7, \dots , равна

$$e_2 = -\omega S \mu_0 \mu_{диф} (d+\beta)$$

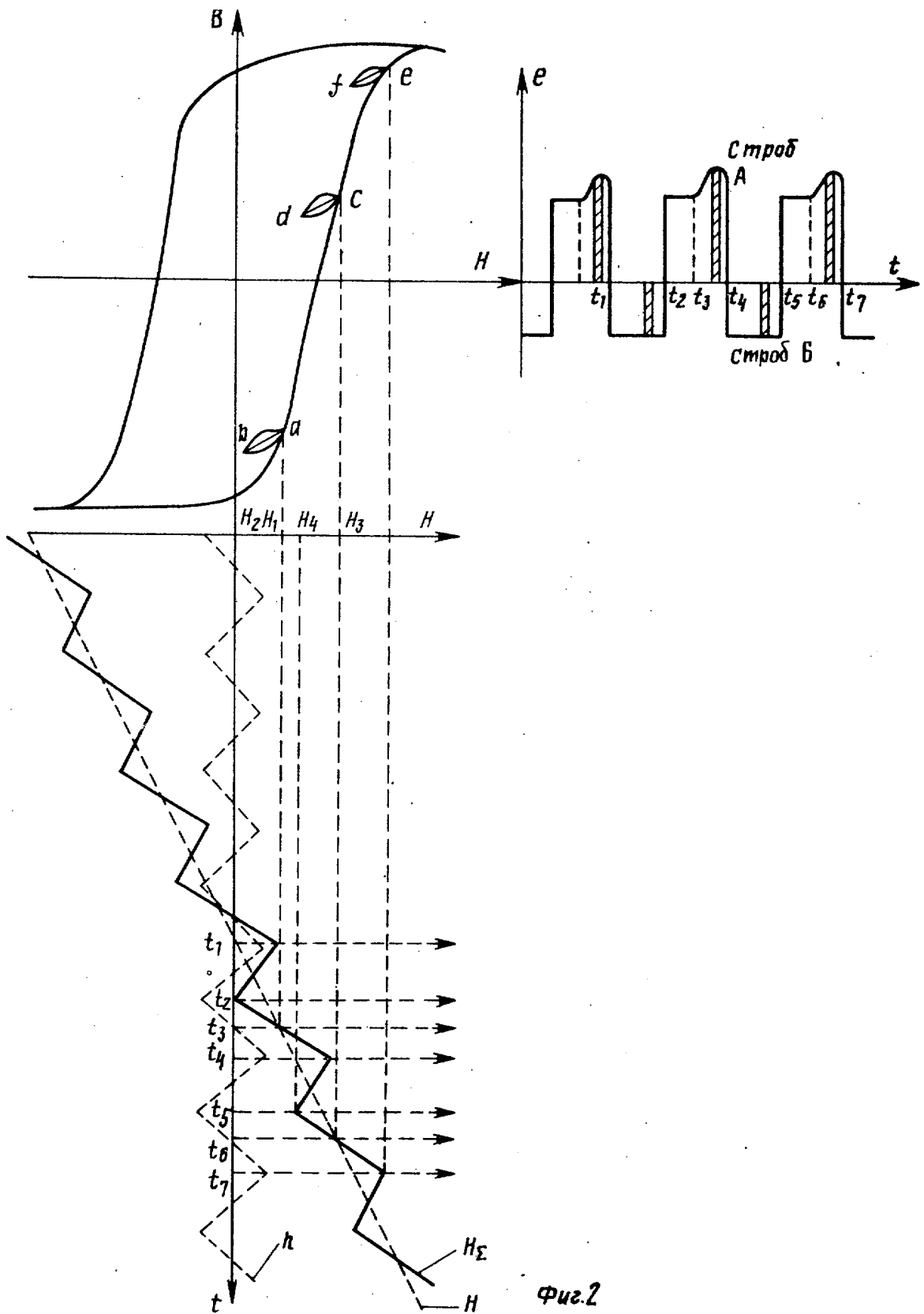
Сигнал с измерительной обмотки 2 через измерительный усилитель 7 и фильтр 8 верхних частот поступает на первый и второй аналоговые ключи 10 и 11 и на электронный осциллограф 9. Блок 12 формирования строба формирует стробирующий импульс 1 в интервале времени t_3-t_4 , t_6-t_7, \dots , а блок 13 формирования строба формирует стробирующий импульс 2 в интервале времени t_1-t_2 , t_4-t_5, \dots . Эти импульсы подаются на управляющие входы соответствующих аналоговых ключей 10 и 11. Аналоговый ключ 10 открывается в момент прихода на его управляющий вход стробирующего импульса А с блока 12 формирования строба, аналоговый ключ 11 - в момент прихода на его управляющий вход стробирующего импульса В с блока 13 формирования строба. Таким образом, на выходе первого аналогового ключа 10 имеется сигнал I_2 , пропорциональный дифференциальной магнитной проницаемости. Этот сигнал поступает на первый вход блока 16 регистрации и одновременно на первый вход сумматора 15. С выхода второго аналогового ключа 11 сигнал I_1 , пропорциональный обратимой магнитной проницаемости, поступает на масштабирующий усилитель 14, имеющий коэффициент $K = -\frac{d+\beta}{d-\beta}$. Сигнал с выхода масштабирующего усилителя 14 поступает на третий вход

блока 16 регистрации и одновременно на второй вход сумматора 15. Таким образом, на первом входе сумматора 15 имеется сигнал $I_2 = -K \mu_{диф}$, а на втором входе сумматора 15 сигнал $I_1 = K \mu_{обр} (K = \omega S \mu_0 (d+\beta))$. На выходе сумматора 15 получается сигнал $I_3 = I_1 + I_2 = -K (\mu_{диф} - \mu_{обр}) - K \mu_{необр}$. Этот сигнал, пропорциональный необратимой магнитной проницаемости, поступает на второй вход блока 16 регистрации.

Таким образом, устройство позволяет повысить точность определения магнитных проницаемостей, так как при перемагничивании и намагничивании токами, изменяющимися по треугольному закону, устраняются погрешности, вызываемых непостоянством скорости изменения индукции В, кроме того расширить область применения, путем одновременного изменения дифференциальной, обратимой и необратимой магнитных проницаемостей.

Формула изобретения

Устройство для измерения дифференциальной обратимой и необратимой магнитных проницаемостей, содержащее обмотки перемагничивания, намагничивания и измерительную, соединенную с последовательно соединенным измерительным усилителем, фильтром верхних частот и электронным осциллографом, и блок регистрации, отличающееся тем, что, с целью повышения точности измерения, оно снабжено генератором низкочастотного перемагничивающего тока, изменяющегося по треугольному закону, и связанном с перемагничивающей обмоткой генератором высокочастотного намагничивающего тока, изменяющегося по треугольному закону с амплитудой в 10-15 раз меньшей амплитуды низкочастотного тока, связанным с намагничивающей обмоткой, первым аналоговым ключом, первым блоком формирования строба, последовательно соединенными вторым блоком формирования строба, вторым аналоговым ключом, и масштабирующим усилителем, сумматором, первый вход которого соединен с первым входом сумматора и с выходом первого аналогового ключа, управляющий вход которого соединен с выходом первого блока формирования строба, а информационный



Фиг.2