

## ЛИТЕРАТУРА

1. М. А. Берлинер. Электрические измерения, автоматический контроль и регулирование влажности. М., «Энергия», 1965.
2. В. Ф. Взятыйшев. Диэлектрические волноводы. М., «Советское радио», 1969.
3. Ю. Н. Казанцев. О характеристиках газовой-диэлектрических резонаторов.— Сб. докладов совещания по теории и применению диэлектрических волноводов. М., МЭИ, 1969.
4. А. Деревянко, О. Д. Куриленко. Про критичну частоту дисперсії гетерогенної системи.— Доповіді АН УРСР, Серія Б, Геологія, геофізика, хімія та біологія, 1969, № 10.

*Поступила в редакцию  
8 июля 1969 г.,  
окончательный вариант —  
29 декабря 1969 г.*

УДК 681.335.5(088.8)

**М. Ф. ЗАРИПОВ, М. А. УРАКСЕЕВ**  
(Ташкент)

### БЕСКОНТАКТНОЕ УСТРОЙСТВО С ШИРОКИМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

В информационно-измерительных системах для контроля и управления сложными технологическими процессами широко используются счетно-решающие устройства, позволяющие реализовать различные математические зависимости, в том числе умножение, деление, воспроизведение функций и т. д. Важное место среди них занимают электромеханические счетно-решающие устройства, выполненные на базе контактных потенциометров [1]. Однако наличие скользящих контактов снижает их надежность, что и привело к разработке ряда бесконтактных электромеханических счетно-решающих устройств [2—4].

Авторами разработаны бесконтактные устройства с широкими функциональными возможностями [5, 6], выполненные на базе преобразователей с распределенными электромагнитными параметрами. Выходная э. д. с. этих устройств связана различными функциональными зависимостями с координатами подвижных сердечников (при разнообразных законах изменения контуров плоских обмоток).

Одна из конструкций таких устройств приведена на рис. 1. Магнитопровод устройства состоит из двух длинных боковых ферромагнитных стержней 1 и 2, между кото-

рыми расположен третий длинный прямоугольный ферромагнитный стержень 3, перпендикулярный к плоскостям двух первых. По обе стороны от среднего стержня по направляющим пазам в боковых стержнях перемещаются два одинаковых ферромагнитных сердечника: верхний 4 и нижний 5. Средний стержень образует большой воздушный зазор  $\delta_1$  с верхним сердечником, а малый зазор  $\delta_2$  с нижним. На верхней поверхности среднего стержня нанесена плоская обмотка возбуждения 6, ширина которой изменяется вдоль длины стержня по закону  $Y_1 = f_v(X)$ . Обмотка возбуждения подключена к источнику стабилизированного переменного тока. На нижней поверхности среднего стержня нанесена плоская измерительная обмотка 7, ширина которой изменяется вдоль длины стержня по закону  $Y_2 = f_n(X)$ .

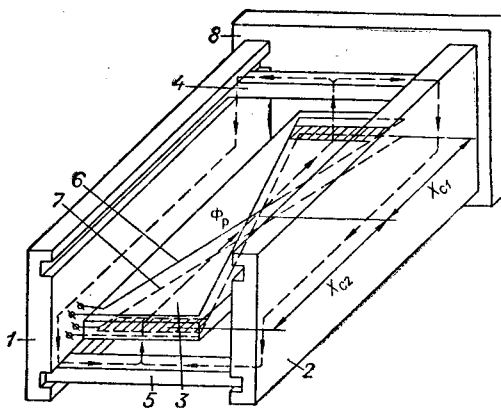


Рис. 1.

Обмотка возбуждения и измерительная обмотка либо наклеиваются на изоляционную пластину (не показана на рис. 1) контура из провода, либо наносятся печатным способом. Эти пластины с обмотками при необходимости могут заменяться, что придает устройству необходимую в подобных случаях универсальность. Все перечисленные выше неподвижные элементы устройства жестко крепятся между собой изоляционной пластиной 8.

При прохождении тока  $I$  по контуру обмотки возбуждения с числом витков  $W_B$  создается магнитный поток, показанный на рис. 1 штриховыми линиями и определяемый из выражения

$$\Phi_p = I W_B G_1, \quad (1)$$

где  $G_1$  — магнитная проводимость для рабочего потока, которая в общем случае состоит из проводимостей стальных и воздушных участков. Пренебрегая малой величиной магнитного сопротивления стали по сравнению с сопротивлением воздушного зазора  $\delta_1$ , можно записать

$$G_1 = \frac{S_1 \mu_0}{\delta_1}, \quad (2)$$

где  $S_1$  — площадь участка контура обмотки возбуждения, ограниченная шириной верхнего подвижного сердечника и частью контура обмотки возбуждения;  $\mu_0$  — магнитная проницаемость воздуха.

В малом воздушном зазоре  $\delta_2$  создается равномерная магнитная индукция

$$\dot{B}_H = \frac{\dot{\Phi}_p}{S} = \frac{\dot{\Phi}_p}{b l}, \quad (3)$$

где  $S$  — площадь воздушного зазора между нижним подвижным сердечником 5 и средним стержнем 3;  $b, l$  — ширина и длина нижнего сердечника.

Потокоцепление рабочего потока с контуром измерительной обмотки определяется из выражения

$$\dot{\Psi}_H = \dot{B}_H S_2 W_H, \quad (4)$$

где  $S_2$  — площадь участка контура измерительной обмотки 7, ограниченная шириной нижнего подвижного сердечника и участком контура измерительной обмотки;  $W_H$  — число витков последней. Индуцируемая в измерительной обмотке э. д. с. равна

$$\dot{E}_H = -j \omega \dot{\Psi}_H = -j \omega \frac{I W_B W_H \mu_0 S_1 S_2}{\delta_1 b l}. \quad (5)$$

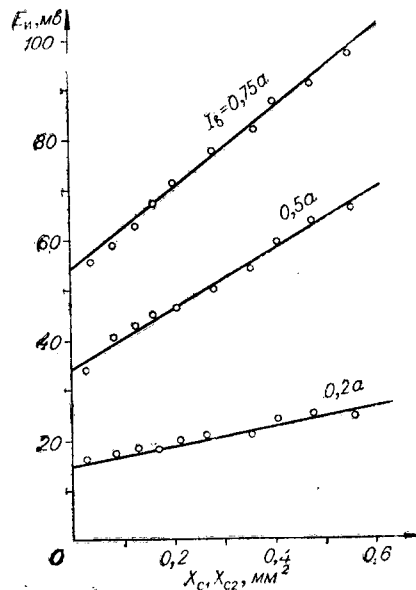


Рис. 2.

Входящие в это выражение  $S_1$  и  $S_2$  пропорциональны перемножаемым функциям  $f_1(X_{c1})$ ,  $f_2(X_{c2})$  и законам изменения ширины обмотки возбуждения и измерительной обмотки  $f_B(X)$ ,  $f_H(X)$  и связаны с ними следующими зависимостями:

$$S_1 = K_1 f_1(X_{c1}) = K_1 \int_{X_{c1} - b/2}^{X_{c1} + b/2} f_B(X) dX, \quad (6)$$

$$S_2 = K_2 f_2(X_{c2}) = K_2 \int_{X_{c2} - b/2}^{X_{c2} + b/2} f_H(X) dX. \quad (7)$$

Подставив (6) и (7) в (5), получим выражение статической характеристики устройства

$$\dot{E}_H = K f_1(X_{c1}) f_2(X_{c2}), \quad (8)$$

из которого следует, что в общем случае выходной сигнал устройства пропорционален произведению заданных перемножаемых функций  $f_1(X_{c1})$  и  $f_2(X_{c2})$ . В частных же случаях одна из перемножаемых функций может быть линейной и устройство используется в качестве функционального преобразователя с широким

классом воспроизводимых функций и регулировкой чувствительности в большом диапазоне путем воздействия на величину потокоцепления за счет изменения  $\dot{I}$  и  $S_1$  или  $S_2$  при перемещениях одного из подвижных сердечников относительно плоской обмотки с заданной линейной функцией. Иногда обе перемножаемые функции являются линейными и в этих случаях описанное устройство может быть использовано в качестве множительного устройства со статической характеристикой вида  $E_H = K X_{c1} X_{c2}$ .

На рис. 2 приведены характеристики описанного устройства в случае, когда обе перемножаемые функции являются линейными (теоретические зависимости показаны сплошными линиями, экспериментальные данные — кружками). Технические данные этого устройства таковы:  $W_B = 100$  вит;  $W_H = 200$  вит;  $X_{c1 \max} = X_{c2 \max} = 100$  мм; габариты:  $220 \times 140 \times 90$  мм.

Значительную погрешность вносят люфты подвижных сердечников, в результате которых изменяются площади  $S_1$  и  $S_2$  участков контуров обмоток, находящихся под подвижными сердечниками, поэтому требуется точная подгонка направляющих пазов для подвижных сердечников 4 и 5. Колебания частоты питающего тока вносят погрешность, пропорциональную изменению самой частоты.

Погрешность воспроизведения статической характеристики устройства при ручной намотке профилированных плоских обмоток составляет 2—3% и может быть значительно снижена при изготовлении обмоток методом печатного монтажа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. Н. Лебедев. Счетно-решающие устройства. М., «Машиностроение», 1966.
2. Д. В. Свечарник. Дистанционные передачи. М.—Л., «Энергия», 1966.
3. Ю. М. Пульвер. Индукционные электромеханические элементы вычислительных и дистанционно-следящих систем. М., «Машиностроение», 1964.
4. Л. Ф. Куликовский, М. Ф. Зарипов. Индуктивные преобразователи перемещений с распределенными параметрами. М.—Л., «Энергия», 1966.
5. М. Ф. Зарипов, М. А. Ураксеев. Электромеханическое бесконтактное множительное устройство. Авторское свидетельство № 208368.—ИПОТЗ, 1967, № 3.
6. М. Ф. Зарипов, М. А. Ураксеев. Бесконтактное электромеханическое множительное устройство.—Автоматрия, 1969, № 5.

Поступила в редакцию  
4 января 1970 г.

УДК 621.317+519.2

Ю. Н. ЗОЛОТУХИН, Ю. М. КРЕНДЕЛЬ

(Новосибирск)

#### О ДИСПЕРСИИ ПОГРЕШНОСТИ КОМПЕНСАЦИИ ДРЕЙФА УСИЛИТЕЛЯ УСТРОЙСТВА СРАВНЕНИЯ

При проектировании устройств сравнения цифровых измерительных приборов постоянно уделяется внимание вопросу устранения дрейфа в усилителях постоянного тока, на базе которых выполняются устройства сравнения. Известен ряд работ [1—4], где предлагаются различные схемы автоматической компенсации дрейфа и анализируется их работа.

В настоящей заметке рассматривается дисперсия погрешности сигнала на выходе усилителя постоянного тока устройства сравнения для двух известных схем компенсации дрейфа. На рис. 1 представлена одна из распространенных схем усилителя устройства сравнения. Здесь  $U_1$  и  $U_2$  — усилители с коэффициентами усиления  $k_1$  и  $k_2$  соответственно;  $U_3$  — усилитель цепи обратной связи с коэффициентом усиления  $k_3$ ;  $C$  — запоминающий конденсатор.

На входы дифференциального усилителя  $U_1$  подаются компенсационное напряжение  $U_R$  и измеряемое напряжение  $U_x$ . При разомкнутом ключе  $a_1$  и замкнутых  $a_2$  и  $a_3$  в момент времени  $t_0$  напряжение на выходе  $U_2$  равно

$$U_{\text{вых}}(t_0) = \{\xi_1(t_0) k_1 + \xi_2(t_0) - U(t_0)\} k_2, \quad (1)$$