

УДК 681.325(088.8)

Б. М. МАМИКОНЯН

## РЕЗИСТИВНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ УГЛА ПОВОРОТА

Описан бесконтактный резистивный преобразователь полного угла. Он содержит поворотный кодовый диск с кодовой маской натурального двоичного кода, участки которой выполнены из магнитоэсткой пленки, и неподвижные элементы считывания кода в виде тонкопленочных магниторезисторов с надлежащим образом подобранными сопротивлениями. Показано, что при таком выполнении элементов считывания кода функция преобразования преобразователя получается линейной.

Ил. 3. Библиогр.: 4 назв.

*Նկարագրված է լրիվ անկյան անհարկավոր դիմադրական փոխակերպիչ Այն պարունակում է դարձման կոդային սկաֆառակ՝ բնական երկուական կոդի դիմակով, որի տեղամասերը պատրաստված են մագնիսակաշտ թաղանթից, կոդի հաշվման անշարժ տարրեր՝ բարակաթաղանթային մագնիսադիմադրությունների տեսքով, որոնց դիմադրությունների արժեքներն ընտրված են հատուկ կերպով: Ցույց է տրված, որ կոդի հաշվման տարրերը նման կերպով ընտրելու դեպքում փոխակերպիչի մեմորան ֆունկցիան ստացվում է գծային:*

В технике электрических измерений остро стоит проблема создания преобразователя (П) угла поворота (вплоть до полного угла) с линейным резистивным выходом. Такой преобразователь применяется в системах контроля и управления для преобразования угла поворота валов и осей в активное электрическое сопротивление, в частности—в качестве компенсирующего элемента в автоматических уравновешенных мостах и потенциометрах.

Наиболее распространенный из таких П—контактный реохорд, достоинством которого является простота конструкции и возможность питания как постоянным, так и переменным током. Однако наличие скользящего электрического контакта снижает надежность его работы: в результате окисления поверхности проволоки возможно нарушение контакта; неравномерный износ под движком проволоки вызывает нарушение линейности характеристики преобразования реохорда; для перемещения движка требуется определенное усилие (для преодоления силы трения), что ограничивает применение реохорда для преобразования перемещения слабощных осей; из-за возможного искрения контакта недопустимо применение реохорда в помещениях с взрывоопасной средой.

Существуют также и бесконтактные П угла поворота с резистивным выходом, представляющие собой комбинацию аналого-цифрового П угол-код (АЦП) и цифро-аналогового П код-сопротивление (ЦАП). АЦП содержит подвижный кодирующий элемент в виде диска или барабана с кодовой маской и неподвижные элементы считывания кода, одинаковые для всех дорожек кодирующего элемента.

Активные участки кодирующего элемента чаще всего выполняют набором вставок из постоянных магнетиков или слоем магнитоже-стого ферромагнитного материала (или пленки) в соответствии с за-коном выбранного кода, а считывание осуществляется герконами или магнитоуправляемыми контактами [1, 2]. Последние выполняют роль ключей в ЦАП, включенных в цепи резисторов с надлежащим образом подобранными сопротив-лениями. Таким образом, получае-мая на выходе АЦП кодовая ком-бинация управляет ключами ЦАП.

На рис. 1 показана схема ЦАП с последовательно включенными резисторами для случая  $n$ -разряд-ного двоичного кодового АЦП [3].

Ключи 1 (контакты герконов) раз-мыкаются, если соответствующий коэффициент  $i$ -го разряда двоич-ного кода  $a_i = 1$ , и замыкаются, если  $a_i$  равен нулю. Выходное со-противление ЦАП определяется выражением

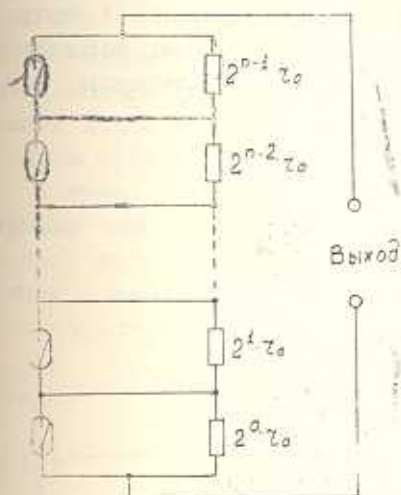


Рис. 1. Схема ЦАП с последовательно включенными резисторами.

$$R = r_0 \sum_{i=0}^{n-1} a_i 2^i,$$

где  $r_0$ —сопротивление резистора младшего разряда, соответствующее шагу квантования.

Построенный по такому принципу резистивный П угла поворота достаточно сложен и не обеспечивает стабильность в работе. К ста-бильности переходных сопротивлений коммутационных ключей предъ-являются высокие требования, которые трудно обеспечить в случае бесконтактных (электронных) ключей. Отношение выходных сопро-тивлений разомкнутого и замкнутого электронного ключа недоста-точно большое: в разомкнутом состоянии сопротивление не равно бесконечности, а в замкнутом—не равно нулю, к тому же эти сопро-тивления недостаточно постоянны. Поэтому шунтирование ими рези-сторов ЦАП искажает сопротивления разрядов последних. Вслед-ствие отмеченных недостатков электронных ключей в высокоточных ЦАП (погрешность менее 0,1%) применяются исключительно кон-тактные ключи (герконы). Таким образом, полная бесконтактность этих П не обеспечивается. Из-за указанных недостатков описанный П оказался неконкурентоспособным с контактным реохордом, кото-рый до последнего времени находит исключительное применение в автоматических мостах и компенсаторах.

В Лен. фил. ЕрПИ разработан бесконтактный П угла поворота с резистивным выходом, схема которого приводится на рис. 2а. На рис. 2б показаны элементы считывания кода с частичным разрезом

кодирующего элемента, который условно изображен прозрачным П без кодовой маски. П содержит кодирующий элемент—диск 1, связанный с контролируемым валом. На поверхности диска нанесена кодовая маска натурального двоичного кода с участками 2 из магнитоупругой ферромагнитной пленки. Неподвижная часть П состоит из подложки 3, выполненной из изоляционного материала, например, из стекла, на которую напылены пермаллоевые элементы 4 считывания кода, соединенные между собой последовательно посредством отрезков проводников 5 (также напыленных) и подключенных к выходным клеммам 6, 7 П.

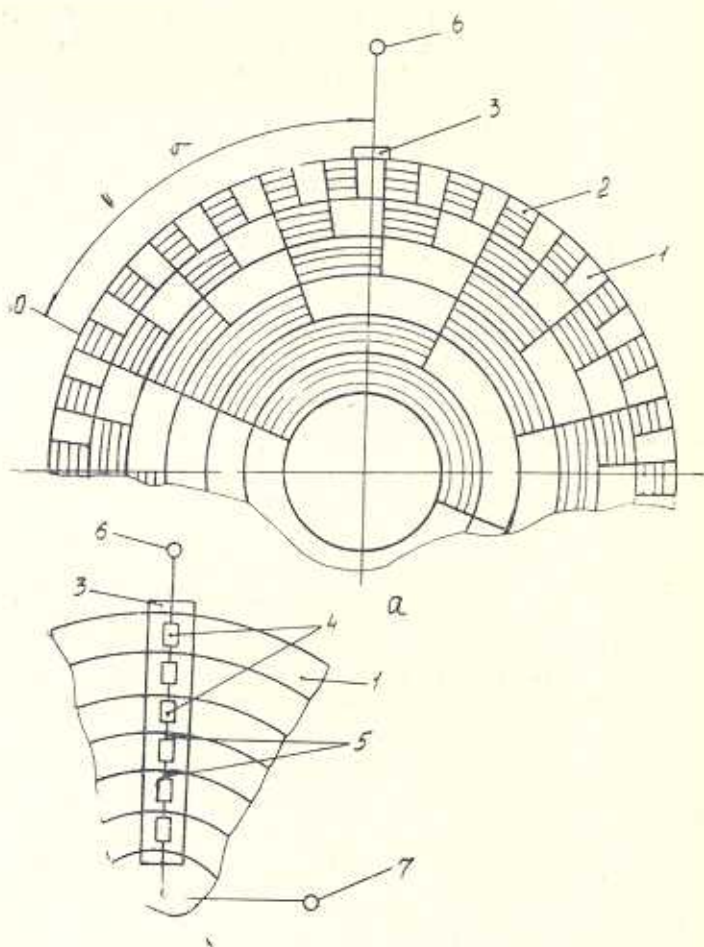


Рис. 2. Схема бесконтактного резистивного преобразователя угла поворота (а) и элементы считывания кода (б).

Напыление элементов 4 ведется в постоянном магнитном поле на предварительно нагретую подложку; состав пермаллоя—примерно 81% *Ni*, 19% *Fe*. Полученная таким способом ферромагнитная пленка отличается почти нулевой магнитострикцией, резко выраженной магнитной анизотропией и обладает магниторезистивным эффектом.

Удельное электрическое сопротивление пленки в направлении ОЛН (оси легкого намагничивания) максимальное, когда намагниченность пленки направлена вдоль этой оси, и уменьшается на 2—3%, когда намагниченность перпендикулярна ОЛНЕ, т. е. направлена вдоль ОТН (оси трудного намагничивания) пленки [4]. В описываемом П пленки 4 соединены между собой вдоль своих ОЛН, а значения их сопротивлений выбраны равными  $2^{i-1} r_0$  при ориентации намагниченности пленок вдоль ОТН. Значения этих сопротивлений задаются в процессе напыления соответствующим выбором длины и толщины пленки.

В нулевом положении контролируемого угла  $\alpha$  пленки 4 всех разрядов кода находятся в зоне действия магнитных полей участков кодовой маски 2 диска 1. Под действием этих полей намагниченности пленок 4 повернуты на угол  $90^\circ$  и фиксированы вдоль их ОТН: в этом состоянии сопротивления пленок минимальны, и общее сопротивление между клеммами 6 и 7 имеет свое начальное значение

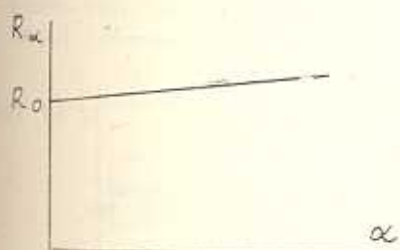


Рис. 3. График функции преобразования бесконтактного резистивного преобразователя; угла поворота.

$R_0 = r_0 \sum_{i=0}^{n-1} 2^i$ . При повороте диска

1 часть пленок 4 оказывается вне зоны действия магнитных полей участков кодовой маски, намагниченности этих пленок под действием магнитного поля анизотропии фиксируются вдоль своих ОЛН и сопротивления их  $\alpha$  возрастают, увеличивая общее выходное сопротивление П.

Если при повороте намагниченности пленки от ОТН к ОЛН значение сопротивления  $r_0$  считывающего элемента первого разряда кода увеличивается на  $\Delta r$ , то сопротивление считывающего элемента второго разряда кода увеличивается на  $2\Delta r$ , третьего — на  $4\Delta r$ , четвертого — на  $8\Delta r$  и т. д., поскольку относительное приращение сопротивлений всех элементов одинаково. В положении, когда  $\alpha$  равняется П делениям младшего разряда кода, показанном на рис. 2 а, выходное сопротивление П равно

$$R_{11} = (r_0 + \Delta r) + (2r_0 + 2\Delta r) + 4r_0 + (8r_0 + 8\Delta r) + \\ + 16r_0 + 32r_0 = R_0 + y1\Delta r,$$

а в общем случае

$$R_k = R_0 + k\Delta r. \quad (1)$$

График функции преобразования (1) представлен на рис. 3.

Таким образом, данный П угла поворота обеспечивает непосредственный резистивный выход (уже на выходе АЦП) с линейной характеристикой преобразования при значительно упрощенной кон-

струкции, по сравнению с известными аналогичными П, и высокой стабильности.

Заметим, что большинство резистивных первичных П незлектрических величин, как например, металлические термометры сопротивления, тензорезисторы и др. имеют функцию преобразования, подобную (1), и примерно такую же чувствительность, как и описанный П, поэтому последний с успехом может быть использован в качестве компенсирующего П в системах с перечисленными первичными П.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. с. 468285 СССР, АIG08С 9/04. Датчик угловых перемещений /Е. П. Абрамцев, В. Я. Жаворонков (СССР).—№ 1957072/18-24; Заяв. 30.08.73; Опубл. 25.04.75, Бюл. № 15.—5 с.
2. А. с. 517918 СССР, АIG08С 9/04. Преобразователь угол-код /А. А. Миропенко, Ю. С. Шарин (СССР).—№ 2015967/24; Заяв. 11.04.74; Опубл. 15.06.76, Бюл. № 22.—4 с.
3. Идлин В. А. Телеуправление и телеизмерение.—М.: Энергониздат, 1982.—560 с.
4. Караленков С. Х. Тонкопленочные магнитные преобразователи.—М.: Радио и связь, 1985.—208 с.

Лен. фил. ЕрПИ

3. IV. 1989

Изв. АН Армении (сер. ТН), т. XLIII, № 6, 1990, с. 293—296.

#### НАУЧНОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

УДК 681.785.423.4+681.327.23

А. В. ПАПОЯН

### СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ РЕГИСТРАЦИИ СПЕКТРОВ ИМПУЛЬСНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Описана экспериментальная установка для оперативной регистрации спектров слабых одиночных импульсных излучений, состоящая из спектрографа, скоростной фотоэлектрической камеры, микроЭВМ и устройства обмена информацией. Спектр каждого импульса излучения вводится в память микроЭВМ с последующим выводом на графопроектор. Установка барабана длины волны спектрографа производится автоматически.

Ил. 1. Библиогр.: 1 назв.

*Նկարագրված է փոշի միապատիկ ինպուլսային ճառագայթումների սպեկտրերի գործարանական քանցման համար ֆորմարորական սարքավորումը, որը բաղկացած է սպեկտրաչիփից, արագընթաց ֆոտոէլեկտրական խցիկից, միկրո-էՄ-ից և տեղեկատվության փոխակցման սարքից: Ճառագայթման շարաքանչյուր ինպուլսի սպեկտրը մտցվում է միկրո-էՄ-ի հիշողության մեջ՝ կորակառուցիչի վրա հետագա գործընթացով: Սպեկտրաչիփի ալիքի երկարությունների մմրիապանի դիրքը կատարվում է ավտոմատ կերպով:*

В последнее время появился ряд приборов для фотоэлектронной регистрации спектров слабых импульсных источников света. К их числу относится скоростная фотоэлектрическая камера СФЭК-СС.