

При использовании D - триггеров (микросхемы типа К1ТК552) для преобразования их в счетный Т-триггер необходимо вход D соединить с выходом \bar{Q} . Для получения Т-триггера из JK - триггера (К1ТК551) необходимо объединить входы J и K .

Л и т е р а т у р а

1. Проектирование радиоэлектронных устройств на интегральных микросхемах. Под ред. С.Я.Шаца. М., "Советское радио", 1976.

УДК 621.383.8

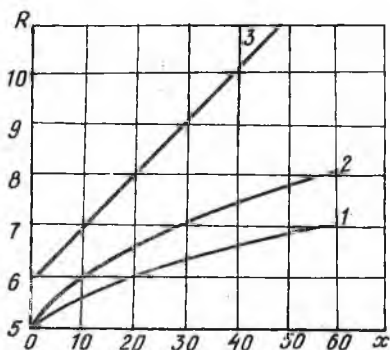
А.А.Плут, Б.В.Скворцов

ОПТОЭЛЕКТРОННЫЙ ЛОГАРИФМИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ МАЛЫХ ЛИНЕЙНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Быстро прогрессирующая оптоэлектроника как одно из перспективных направлений микроминиатюризации проникает в различные области науки и техники. В отечественной и зарубежной литературе появился ряд работ, посвященных исследованию применения элементов оптоэлектроники в устройствах приема, переработки, хранения и отображения информации [1] - [3]. Использование принципов оптоэлектроники в информационно-измерительной технике для создания различных датчиков и преобразователей аналоговых и цифровых устройств позволяет не только уменьшить их габариты и потребляемую мощность, но и повышает информационную емкость, надежность, помехозащищенность. При этом осуществляется идеальная развязка входных и выходных цепей, а также практически полное разделение каналов переработки информации.

Используя элементы оптоэлектроники, авторы разработали основные принципы построения оптоэлектронных логарифмических преобразователей перемещения [4], заключающиеся в следующем. Известно, что при изменении по линейному закону одного из двух (например R_1) параллельно включенных сопротивлений (рис. 1, кривая 3) суммарное сопротивление R_{Σ} (рис. 1, кривая 2) изменяется по закону, близкому к логарифмическому (рис. 1, кривая 1). Кривая 3, согласно [1], может быть реализована постепенным затемнением освещенного фоторезистора светонепроницаемой шторкой, перемещающейся вдоль его светочувствитель-

ной поверхности. Координата "X" соответствует положению границы "свет-тень" на плоскости фоторезистора. Как видно из рисунка, кривая изменения суммарного сопротивления на начальном участке совпадает с логарифмической, но при больших "X" отличается от нее на 10-15%. Очевидно, что для получения логарифмического закона необходимо скорректировать кривую 2 так, чтобы она совпала с кривой 1.



Р и с. I

Это возможно осуществить двумя способами:

1. Изменять сопротивление R_1 нелинейно в функции координаты X так, чтобы результирующая кривая совпала с логарифмической. Второе сопротивление R_2 параллельной ветви при этом остается постоянным.

2. Изменять R_2 в функции координаты x , оставляя при этом закон $R_1(x)$ линейным.

Рассмотрим второй способ, обеспечивающий более высокую чувствительность и точность.

Для того чтобы выходное сопротивление R_{Σ} изменялось по логарифмическому закону, например $R_{\Sigma} = \ln x + C$, где C — константа, изменение R_2 должно соответствовать закону

$$R_2 = \frac{R_1(\ln x + C)}{R_1 - (\ln x + C)} \quad (1)$$

Графически эта зависимость выражена в виде кривой 2 на рис. 2. Здесь кривая 1 — закон изменения $R_1(x)$. Осуществляя кусочно-линейную аппроксимацию кривой 2 с требуемой точностью, определим коэффициенты отрезков прямых на участках аппроксимации. Расчеты показали, что точности логарифмического преобразования по классу 0,5% соответствует кусочно-линейная аппроксимация на четырех отрезках полиномами первой степени, причем относительная погрешность аппроксимации на участках не превышает

$$\varepsilon_i = \max \left(\frac{y_i - P_i(x)}{y_i} \right) \ll 0,005, \quad (2)$$

где $P_i(x) = a_i + b_i x$;
 y_i - значение функции на i -ом участке аппроксимации;
 a_i, b_i - коэффициенты аппроксимирующих полиномов.

Коэффициенты полиномов находятся из условия минимума средне-
 квадратической погрешности

$$\sigma = \sum_{i=0}^n [y_i - P_i(x)]^2, \quad (3)$$

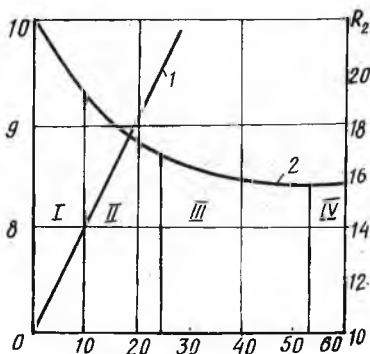
где n - число участков аппроксимации.

Причем в точках сопряжения обеспе-
 чивается совпадение значений аппрок-
 симирующих полиномов с аппроксими-
 руемой функцией.

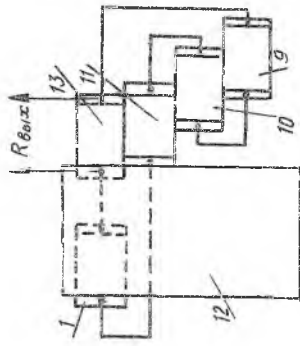
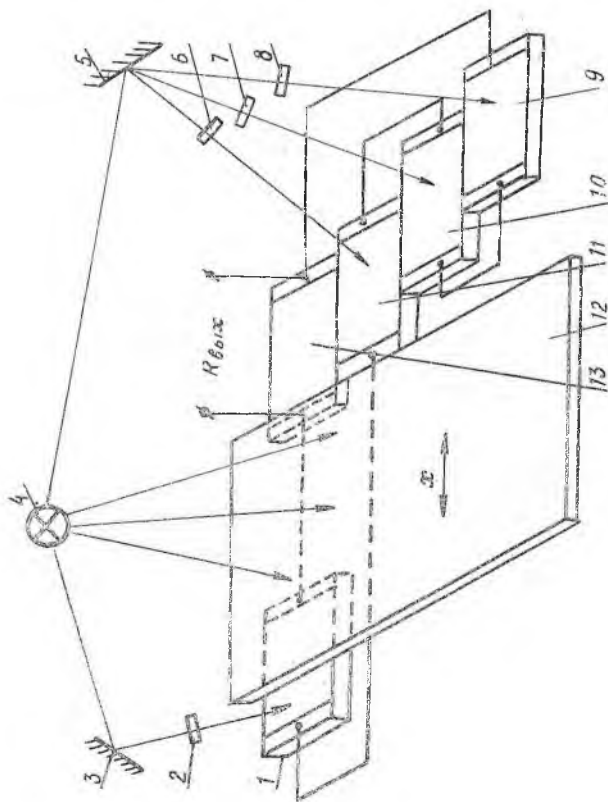
Принципиальная схема фотоэлек-
 тронного преобразователя малых пере-
 мещений приведена на рис. 3. Пре-
 образователь состоит из фоторезисто-
 ров I, 9, 10, 11, 13, которые прикрыты
 подвижной светонепроницаемой штор-
 кой I2. Затемненный фоторезистор I
 и освещенные фоторезисторы 9, 10, 11
 соединены между собой последователь-
 но и включены параллельно освещен-
 ному фоторезистору 13. Фоторезисто-
 ры 1, 9, 10, 11 имеют дополнительную постоянную подсветку от осветите-
 ля 4 через систему зеркал 3 и фильтры 2, 6, 7, 8 с различной оптиче-
 ской плотностью. Расположение подвижной шторки относительно фоторези-
 сторов в исходном состоянии показано на рис. 3, б. Принцип действия
 преобразователя заключается в следующем. Преобразуемые перемещения
 "х" воспринимаются светонепроницаемой шторкой I2, которая при своем
 движении затемняет освещенные фоторезисторы 9, 10, 11, 13 и открывает
 затемненный фоторезистор I. Сопротивление фоторезистора 13 при дви-
 жении шторки изменяется по линейному закону и соответствует в форму-
 ле (1) величине сопротивления R_2 . А сопротивлению R_1 в этой форму-
 ле соответствует сумма сопротивлений фоторезисторов I, 9, 10, 11, вклю-
 ченных последовательно:

$$R_1 = R_{\varphi_1} + R_{\varphi_2} + R_{\varphi_3} + R_{\varphi_4}$$

Расположение фоторезисторов I, 9, 10, 11 определено в соответствии с ши-



Р и с. 2



0

a

Р и с . 3

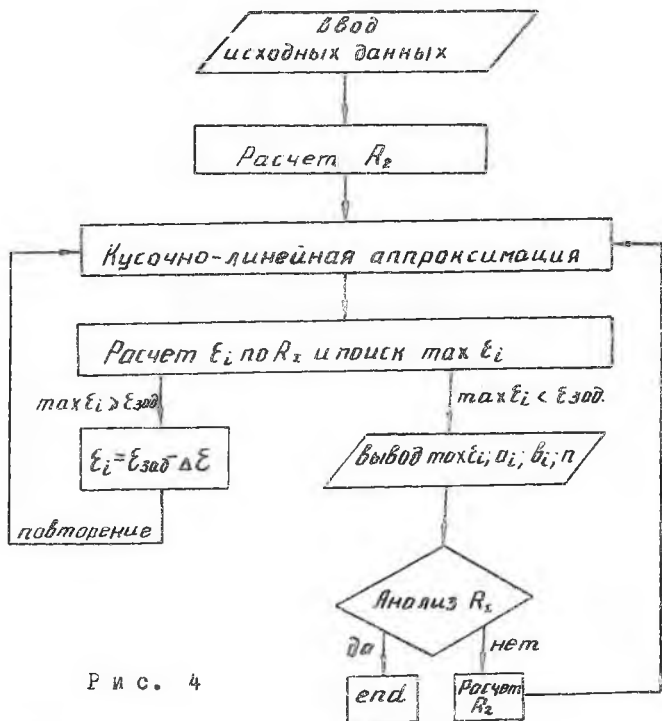
риной расчетных участков аппроксимации так, что на первом участке при движении шторки I_2 освещается только фоторезистор I и изменяется (уменьшается) лишь сопротивление R_{φ_1} , на втором участке происходит еще и изменение (увеличение) сопротивления R_{φ_2} второго фоторезистора, на третьем и четвертом участках изменения аналогичны происходящим на втором участке. Ширина аппроксимации, определенная расчетным путем по допустимой погрешности преобразования равной 0,5%, составляет соответственно 0,166; 0,234; 0,485; 0,1 от диапазона преобразуемых перемещений. Этим и определяется интервал между границами фоторезисторов $9, I_0, I_1, I_3$. Уровень освещения фоторезисторов $I, 9, I_0, I_1$ выбран с учетом обеспечения требуемого угла наклона отрезков прямых на участках аппроксимации, что определяется соответствующей оптической плотностью фильтров 2, 9, 7, 8.

В рассмотренной конструкции логарифмического преобразователя можно увеличить количество участков аппроксимации с целью расширения диапазона и повышения точности преобразования. В этом случае необходимо определить новые значения как коэффициентов аппроксимации, так и ширины этих участков, учитывая при этом соответствующую ориентацию электродов фоторезистора.

На рис. 4 приведен алгоритм синтеза оптоэлектронных логарифмических преобразователей малых перемещений на ЦВМ типа М-20, который позволяет оптимально решить поставленную задачу. Экспериментальный образец разработанного преобразователя малых линейных перемещений, состоящий из фоторезисторов типа СФГ-9, миниатюрной лампочки накаливания НСМ10х55, экспонированной фотопленки с различной оптической плотностью в качестве светофильтров и шторки, позволил воспроизвести логарифмическую зависимость в диапазоне 0-500 мкм с погрешностью 0,5%. Таким образом, разработанный прибор позволяет с высокой точностью осуществлять логарифмическое преобразование малых перемещений в электрический сигнал.

Возможность использования оптоэлектронного преобразователя как на постоянном, так и на переменном токах, а также высокая точность, технологичность, надежность выгодно отличают его от других конструкций логарифмических преобразователей.

Отметим, что изменяя оптическую плотность светофильтров и взаимное расположение фоторезисторов, можно получить любой закон функционального преобразования. Это позволяет использовать преобразователь не только в качестве функционального позиционно-чувствительного дат-



Р и с . 4

чика микропомещений, но и как подстроичный элемент электронной аппаратуры измерительных устройств.

Л и т е р а т у р а

1. Полупроводниковые фотоприемники и преобразователи излучения. Перевод Фришера А.И., Таубкина Н.Н. М., "Мир", 1965.
2. С в е ч н и к о в С.В. Элементы оптоэлектроники. М., "Советское радио", 1971.
3. К р а в ц о в Н.Б., С т р е л ь н и к о в Л.В. Позиционно-чувствительные датчики оптических следящих систем. М., "Наука", 1969.
4. П л ю т А.А., К о н ю х о в Н.Е. Функциональный преобразователь. Авторское свидетельство № 432534. Б.И. № 22, 1974.

УДК 620.314.263

М.Ф.Зарипов, И.А.Лиманов, А.В.Капцов

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПОТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ В МАГНИТОПРОВОДЕ МАГНИТОУПРУГОГО ДАТЧИКА

В настоящее время с целью измерения механических напряжений в различных деталях и конструкциях машин применяются магнитоупругие датчики [1].

Магнитоупругий датчик механических напряжений обычно представляет собой П-образный магнитопровод с возбуждающей и измерительной обмотками. При расчете электрических параметров датчика в основном пользуются схемой замещения с сосредоточенными параметрами [2], [3], что приводит к значительному расхождению между теоретическими и экспериментальными значениями измеряемых величин.

В данной работе рассматривается аналитическая зависимость индуктивности обмоток с учетом потоков рассеяния в магнитопроводе и измеряемой детали.

На рис. 1 приведена конструкция датчика.

Пренебрегая нелинейностью характеристик магнитного сопротивления сердечника и детали, потоками выпучивания в непосредственной близости от воздушных зазоров, составим дифференциальные уравнения для потоков и МДС, создаваемых распределенной обмоткой.

Изменения потоков и МДС на элементарных участках магнитной линии dx_1 и dx_2 в магнитопроводе и измеряемой детали составляют:

$$-d\Phi_{x_1} = F_{x_1} g_1 dx_1; \quad (1)$$

$$-dF_{x_1} = \Phi_{x_1} z_{\mu_1} dx_1 + I w_y dx_1; \quad (2)$$

$$-d\Phi_{x_2} = F_{x_2} g_2 dx_2; \quad (3)$$

$$-dF_{x_2} = \Phi_{x_2} z_{\mu_2} dx_2, \quad (4)$$