

6. O. Kasperkovitz. An All-Bipolar Image Sensor.— "Solid-State Electronus", 1973, v. 16, № 1.
7. И. А. Шилов, В. К. Гусев. Запоминающий элемент для коммутируемой матрицы фотодиодов.— Автор. свидетельство № 438044. ОИПОТЗ, 1974, № 28.
8. И. С. Гибин, Т. Н. Мантуш, Ю. Е. Нестерихин, Б. Н. Панков, Е. Ф. Пен, П. Е. Твердохлеб. Программируемое голограммное ЗУ с записью и считыванием информации.— «Автометрия», 1975, № 3.

Поступило в редакцию 2 декабря 1974 г.

УДК 681.327.2 : 535.8

В. Н. ВЬЮХИН,
Е. А. КОВАЛЕВ, В. В. КУРОЧКИН, В. П. ЮНОШЕВ
(Новосибирск)

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АКУСТООПТИЧЕСКИМ ДЕФЛЕКТОРОМ

Составной частью голограммного ЗУ является акустооптический дефлектор, содержащий две повернутые относительно друг друга акустооптические ячейки (АОЯ) и электронную систему управления этим дефлектором.

В данной работе описана разработанная в Институте автоматики и электрометрии СО АН СССР система управления двухкоординатным акустооптическим дефлектором [1].

Блок-схема системы управления дефлектором представлена на рис. 1. Управление двумя однокоординатными АОЯ, работающими в диапазоне частот 60–90 МГц, осуществляется от ЭВМ «Э-100». В качестве генераторов набора фиксированных частот (до 50 МГц) использованы серийно выпускаемые синтезаторы частот (СЧ) Ч6-31, которые подключаются к ЭВМ через блоки сопряжения (БС). Кнопочные переключатели, находящиеся в каждом БС, дают возможность при настройке дефлектора управлять частотами синтезатора вручную. Выходные частоты синтезаторов поступают на удвоители частоты (УЧ), за счет которых диапазон частот синтезаторов расширяется до 100 МГц. С выходов УЧ сигналы требуемых частот, соответствующих командам от ЭВМ или кодам, которые набраны кнопочными переключателями в БС, поступают через усилители мощности (УМ) и согласующие цепи (СЦ) на АОЯ.

Рассмотрим более подробно вопрос о согласовании АОЯ при подведении к ним электрических сигналов с УМ. Как известно [2], улучшение качества дефлектора возможно за счет расширения диапазона рабочих частот Δf :

$$\Delta f = N/\tau,$$

где N — число разрешаемых позиций лазерного луча по Релею, τ — время переключения АОЯ.

Полоса рабочих частот дефлектора ограничена следующими параметрами:

1. Акустическая полоса Δf_a , зависящая от резонансных свойств пьезопреобразователей АОЯ и определяемая, согласно [2], из уравнения

$$\Delta f_a = \frac{f_0}{Q} = f_a \frac{2Z_c}{\pi Z_n}, \quad (1)$$

где Q — механическая добротность пьезопреобразователя, f_0 — резонансная частота пьезопреобразователя, Z_n и Z_c — соответственно акустические импедансы преобразователя и среды.

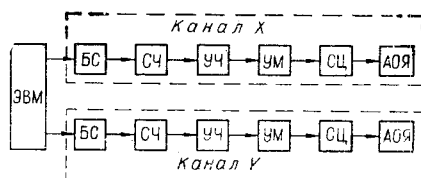


Рис. 1.

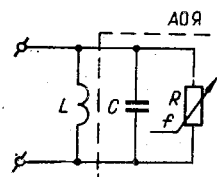


Рис. 2.

2. Оптическая полоса $\Delta f_{\text{опт}}$, ограниченная нарушением условия Брегга в полосе рабочих частот АОЯ. Частота $\Delta f_{\text{опт}}$ на уровне 3 дБ при фиксированном направлении акустического пучка равна [3].

$$\Delta f_{\text{опт}} = 1,8 V^2 n / f_0 l \lambda_0,$$

где V — скорость звука в среде, n — показатель преломления среды, l — длина пьезопреобразователя, λ_0 — длина волны света в вакууме.

Для АОЯ, используемых в дефлекторе [1], при $f_0 = 80$ МГц, $\lambda_0 = 0,63$ мк, $l = 10$ мм из (1) и (2) определены $\Delta f_a = 23$ МГц, $\Delta f_{\text{опт}} = 41$ МГц.

3. Электрическая полоса Δf_a , в которой осуществляется «закачка» определенной мощности в АОЯ, представляемую нами параллельной RC -цепью с сопротивлением R , зависящим от частоты электрического сигнала f (рис. 2). Индуктивность L подключается к АОЯ для компенсации емкостной составляющей пьезопреобразователя C на средней частоте рабочей полосы. Очевидно, что рабочая полоса частот дефлектора Δf определяется наименьшими значениями рассмотренных выше Δf_a , $\Delta f_{\text{опт}}$, Δf_a .

Для согласования УМ и АОЯ использовалась следующая методика. Предварительно с помощью генератора ГЗ-19 определялась требуемая зависимость от частоты амплитуды напряжения, которое необходимо подать на АОЯ для получения дифракционной эффективности $\eta = 50\%$ в максимально возможной полосе частот Δf , причем напряжения измерялись непосредственно на АОЯ. Одна из полученных зависимостей приведена на рис. 3. U -образный характер этой зависимости в полосе частот 70–90 МГц объясняется ростом активного сопротивления и падением дифракционной эффективности АОЯ на краях полосы.

Предельная полоса частот согласования простых нагрузок типа RC -цепи определяется из уравнения [4]

$$\Delta \omega \ln \frac{1}{|\Gamma|_{\text{max}}} \leq \frac{\pi}{RC}, \quad (3)$$

где $\Delta \omega$ — полоса частот, в которой осуществляется согласование генератора с нагрузкой; Γ — коэффициент отражения. Задавшись величиной $|\Gamma|_{\text{max}} = 0,3$, что соответствует 10%-й потере мощности на отражение из уравнения (3) можно определить $\Delta f \leq 0,41$. Это соотношение является критерием потенциальной возможности электрического согласования АОЯ с УМ. Роль промежуточного звена, которое осуществляет согласование АОЯ и УМ, выполняет СЦ, конструктивно расположенная непосредственно на каждой ячейке. В данном случае СЦ трансформирует комплексное сопротивление АОЯ в сопротивление, близкое к волновому сопротивлению кабеля, по которому подводится электрический сигнал от УМ к АОЯ. За счет применения СЦ удалось повысить коэффициент бегущей волны (КБВ) каждой АОЯ с 0,4–0,5 до 0,7 и выше.

Расчет схемы СЦ (рис. 4), которая, согласно [4], должна быть полосовым фильтром, производился по методике согласования простых типов нагрузок [5]. В качестве нагрузки для СЦ при расчете была принята схема параллельного соединения элементов L , C и R со следующими номиналами: $L_H = 70$ нГ, $C_H = 60$ пФ, $R_H = 60$ Ом. Окончательная настройка СЦ при подключенной к ней соответствующей АОЯ производилась изменением в некоторых пределах индуктивностей L_2 , L_3 и L_4 .

УЧ (рис. 5) выполнен по диодно-мостовой схеме $D_1 - D_4$. Эмиттерный повторитель на транзисторе T_1 повышает КБВ входа удвоителя до величины 0,8. Сигнал с выхода удвоителя подается на широкополосный усилитель (транзистор T_2); полосовой фильтр, состоящий из $L_1 - L_3$ и $C_8 - C_{10}$, и предварительный усилитель мощности на трех параллельно включенных транзисторах $T_3 - T_5$.

УМ (рис. 6) состоит из двух идентичных усилительных каскадов (транзисторы T_1 и T_2). Входные и выходные цепи каждого каскада согласовывают низкий входной импеданс транзисторов с высокоомным выходным и выравнивают амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) всего усилителя в рабочей полосе частот. Межкаскадная цепь УМ включает в себя Γ -образный фильтр НЧ- C_6 , L_6 и двухполосную цепь R_4 , L_7 , C_7 , выполняющую роль дополняющей ветви входного импеданса транзистора T_2 . Выходная цепь УМ состоит из преобразованного идеального трансформатора $L_8 - L_{10}$ и емкост-

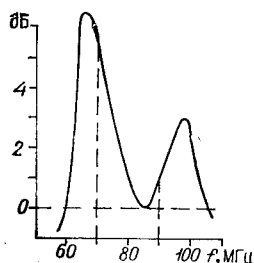


Рис. 3.

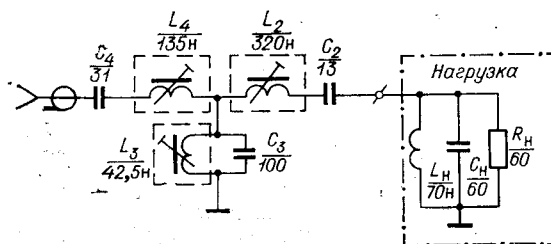


Рис. 4.

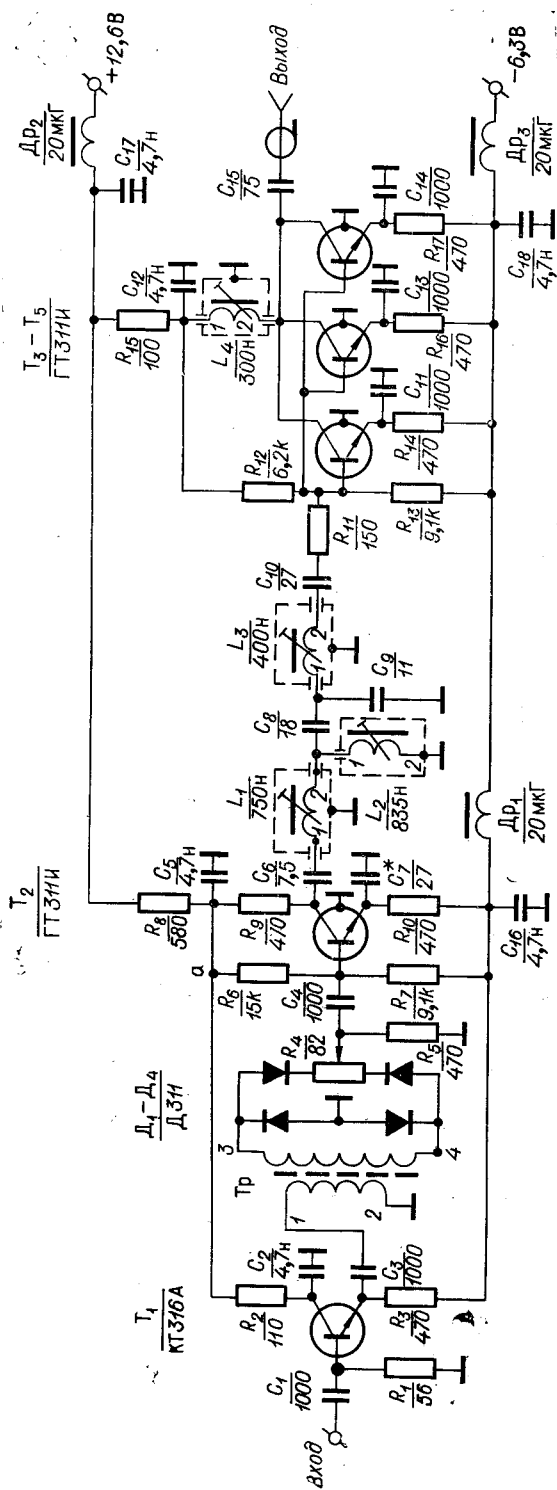


Рис. 5.

ного делителя C_{10}, C_{11} . Эта цепь обеспечивает согласование в рабочем диапазоне частот УМ с кабелем, подводящим электрическую мощность к СЦ.

УМ настраивались до получения плоской АЧХ в полосе частот 50–100 МГц при подключении на их выходы резистивной нагрузки 50 Ом. При этом неравномерность АЧХ составляла 1–2 дБ, коэффициент усиления 20 дБ, выходная мощность 1,5–2 Вт, КБВ по входу УМ более 0,6. Окончательная настройка УМ производилась совместно с соответствующими СЦ и АОЯ до получения требуемой зависимости напряжения, подаваемого на АОЯ (см. рис. 3).

Время переключения выходных фиксированных частот серийных синтезаторов Ч6-31 порядка 1 мс, хотя использованный в них принцип прямого синтеза допускает более высокое быстродействие. Путем внесенных усовершенствований в оба синтезатора Ч6-31 время установления частоты и амплитуды выходных сигналов на четырех старших декадах уменьшено до 15–20 мкс без существенного ухудшения других параметров.

Сущность переделки сводится к следующему:

1. Уменьшены (или исключены) емкости фильтровых и переходных конденсаторов в электронных переключателях 3–3,9 МГц, 30–39 МГц и в умножителях 35–350 МГц, ..., 39–390 МГц.

2. В схеме автоматической регулировки усиления установлены более широкополосные транзисторы, изменены номиналы некоторых элементов и установлена корректирующая цепь, устраняющая возбуждение.

В каждый синтезатор частот встроены модуляторы выходного сигнала, который используется для организации импульсного режима работы дефлектора. Это необходимо для уменьшения дефокусировки луча лазера, обусловленной разогревом АОЯ сигналом управления. Модулятор содержит два последовательно включенных одновибратора и линейный ключ. Первый одновибратор запускается сигналом, поступающим от ЭВМ

при смене команды на изменение частоты сигнала синтезатора, и блокирует выход синтезатора на время переходных процессов. Когда первый одновибратор возвращается в устойчивое состояние, запускается второй одновибратор и открывает линейный ключ, пропускающий высокочастотный сигнал на выход синтезатора.

Блок сопряжения ЭВМ с синтезатором для каждого из каналов дефлектора содержит приемный регистр кода, поступающего от ЭВМ, дешифратор двоичного кода в

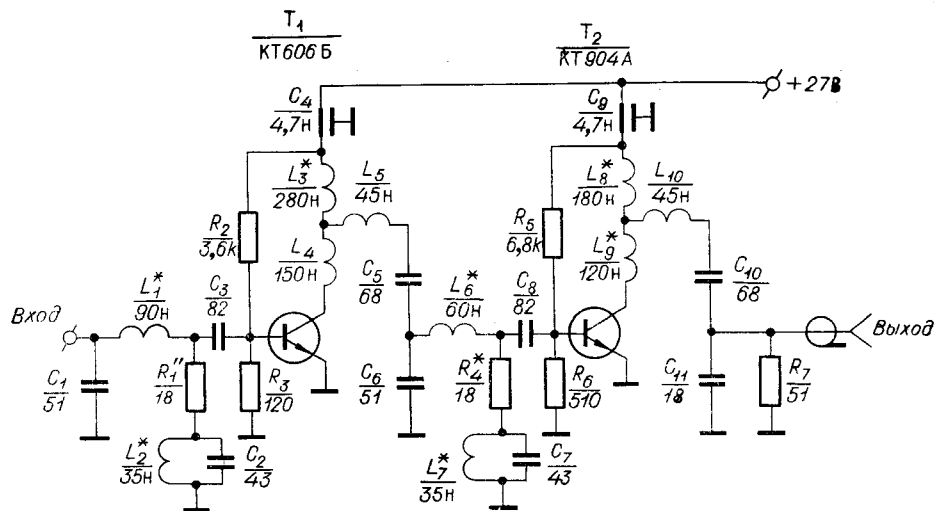


Рис. 6.

двоично-десятичный код и ключи, обеспечивающие согласование уровней сигналов дешифратора и сигналов для управления синтезатором. Схема одного ключа приведена на рис. 7. За счет использования эмиттерного повторителя на симметричных транзисторах ключи позволяют формировать фронты импульсов менее 1 мкс при работе на емкость $3 \cdot 10^3$ пФ (емкость соединительного кабеля и входная емкость фильтра синтезатора Ч6-31).

Формат слова, поступающего от ЭВМ на БС, принят следующим: 0—1 разряды управляют декадой « $\times 10$ МГц», 2—5 разряды — декадой « $\times 1$ МГц», 6—9 разряды — декадой « $\times 100$ кГц», 10—11 разряды — четырьмя частотами декады « $\times 10$ кГц». Однако при построении равномерной сетки частот в младшей декаде использовались лишь две комбинации: « 0×10 кГц» и « 5×10 кГц». При таком формате слова от синтезатора могут поступать 800 частот от 10,00 до 49,95 МГц с дискретностью 50 кГц.

БС связаны с ЭВМ через интерфейсы программируемого канала, в одном из которых имеется промежуточный регистр. Это позволяет записывать в регистры БС параллельно два 12-разрядных слова, т. е. одновременно переключать частоты синтезаторов, а следовательно, и положение луча лазера по двум координатам.

Описанная система управления акустооптическим дефлектором имеет время смены фиксированных частот, поступающих на АОЯ, порядка 15 мкс. Каждая из АОЯ, изготовленных из КРС-5 с пьезопреобразователем из LiNbO_3 , обеспечивает дифракционную эффективность $\eta = 50\%$ в полосе рабочих частот $\Delta f = 20$ МГц. Суммарное пропускание света экспериментального дефлектора с такими ячейками составляет 10%. Число позиций отклоненного лазерного луча, полученное с описанной выше системой управления, составляет 16×16 или 32×32 в зависимости от уровня фона [1]. Время перемещения лазерного луча из одной позиции в другую менее ≤ 25 мкс.

В настоящее время проводится работа по созданию синтезаторов частот для акустооптических дефлекторов с временем смены фиксированных частот 1 мкс.

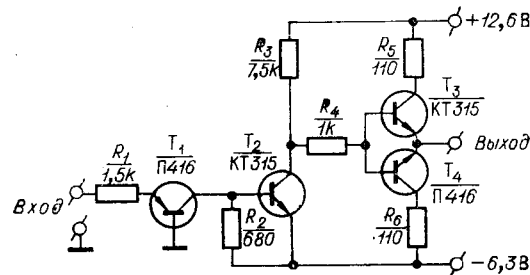


Рис. 7.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. В. Богданов и др. Двухкоординатный акустооптический дефлектор.— «Автометрия», 1975, № 3.
2. А. Корпел, Р. Адлер, П. Десмарес, В. Ватсон.— Использование акустической системы отклонения и модуляции когерентного света для создания телевизионного изображения.— «ТИИЭР», 1966, т. 54, № 10.

3. Е. И. Гордон. Обзор по акустическим отклоняющим и модулирующим устройствам.— «ТИИЭР», 1966, т. 54, № 10.
4. Р. Фано. Теоретические ограничения полосы согласования произвольных импедансов. М., «Советское радио», 1965.
5. О. В. Алексеев, А. И. Животовский, Г. Г. Чавка. Широкополосное согласование простых типов нагрузок.— «Вопросы радиоэлектроники. Сер. ТРС», 1968, вып. 2.

Поступило в редакцию 9 декабря 1974 г.

УДК 681.327.421

Т. Н. МАНТУШ, Е. Ф. ПЕН, Г. Д. УМАНЦЕВ
(Новосибирск)

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ФОТОТРАНСПАРАНТОВ ДЛЯ ВВОДА ИНФОРМАЦИИ В ГОЛОГРАММНЫЕ ЗУ

Ввод информации в голограммные ЗУ (ГЗУ) включает в себя этапы формирования страниц информации ($10^3 \div 10^4$ бит и более) и их последующей голографической записи. На этапе формирования страниц осуществляются кодирование и постраничная упаковка вводимой информации.

Запоминаемые в ГЗУ страницы могут быть сформированы, например, с помощью управляемых модуляторов света на жидких кристаллах, электрооптических материалах, PLZT-керамике и других [1,2]. Управляемые модуляторы по мере совершенствования их характеристик (контраст, быстродействие) и снижения стоимости будут находить все более широкое применение при вводе информации в ГЗУ.

Наряду с этим, в особенности для постоянных и полупостоянных ГЗУ [3], в настоящее время используются более простые и дешевые средства ввода информации с помощью сменных фототранспарантов. Такие транспаранты представляют собой отдельные страницы информации и образуются комбинациями прозрачных и непрозрачных разрядных ячеек в виде прямоугольных матриц заданной размерности (32×32 , 64×64 бит и т. п.).

Сменные фототранспаранты большой размерности, удовлетворяющие предъявляемым к ним высоким требованиям по точности (10—20 мкм), могут быть получены лишь с применением ЭВМ и специальных фотопостроителей. В данной работе будет рассмотрена методика получения сменных фототранспарантов с помощью прецизионного электронно-лучевого фотопостроителя и ЭВМ HP2116B [4].

Применяемый фотопостроитель записывает на пленке точку или линию между двумя точками; он имеет автоматическую смену кадров и позволяет записать до $2 \cdot 10^3$ страниц на 35 мм кинопленке длиной 60 м при максимальной емкости страниц 150×100 бит (размеры кадра 24×18 мм, число адресуемых позиций 4096×3060 , разрешение 20 мкм, дисторсия отсутствует).

При изготовлении фототранспарантов нами учитываются временные способы последующего считывания страниц, их распаковки, ввода в ЭВМ, контроля правильности считывания и другие. Строки страницы (транспаранта) с целью упрощения переконфигурации информации при ее вводе в канал ЭВМ упаковываются целым числом байтов. Информационные разряды байтов дополняются соответствующими контрольными разрядами согласно применяемому способу аппаратного контроля правильности считывания (аппаратный контроль позволяет эффективно использовать свойственные для ГЗУ высокие скорости считывания и передачи данных).

В зависимости от способа контроля применяется несколько способов кодирования строк страниц. Первый способ предусматривает упаковку строк байтами с одним контрольным разрядом, дополняющим до нечетности (четности) количество единиц в информационных разрядах байта; второй — упаковку 13-разрядными байтами в корректирующем коде Хемминга (байт содержит 5 контрольных разрядов [5]); третий — упаковку байтами в парафазном коде, когда двоичные символы кодируются двумя разрядами (01 или 10) и байт содержит 8 дополнительных разрядов.

Применяются также другие способы кодирования строк в так называемых тестовых транспарантах (голограммах), предназначенных для исследования элементов оптической системы ГЗУ. К тестовым относятся, например, единичные транспаранты, строки которых заполнены только двоичными 1, шахматные — прямые и инверсные, образуемые чередующимися 1 и 0 и другие.

Для автоматического формирования страниц и получения соответствующих им транспарантов с помощью ЭВМ и прецизионного фотопостроителя используется программа, состоящая из следующих основных блоков (рис. 1).

Ввод параметров транспаранта. Размерность страницы, размеры разрядной ячейки и шаг между ячейками в программе являются переменными и вво-