

К. С. ГЛИНЕНКО, З. Д. ГРИЦКИВ, А. Д. ПЕДАН,
О. А. РОМАНЕНКО, Г. А. ТУРКИНОВ, В. И. ШКЛЯРСКИЙ

(Львов)

ИНДИКАТОР НА ЭЛТ ДЛЯ ВЫВОДА ГРАФИЧЕСКИХ И АЛФАВИТНО-ЦИФРОВЫХ ДАННЫХ

Во многих специализированных системах обработки информации средства оперативного взаимодействия оператора с ЭВМ могут быть существенно упрощены путем передачи операций формирования изображений (регенерация, формирование ограниченного числа алфавитно-цифровых символов и т. п.) основной ЭВМ, используемой в системе. Описываемое устройство, предназначенное для работы совместно с ЭВМ БЭСМ-4 в автомате для измерения снимков с трековых камер, представляет собой двухкоординатный индикатор с шаговым отклонением луча ЭЛТ и индикацией зрительных образов путем яркостной модуляции.

Структурная схема индикатора приведена на рис. 1, где ИПС — источник питания схем; ИП ЭЛТ и ФЭУ — источники питания ЭЛТ и ФЭУ; СУЯ — схема управления яркостью; ОС — отклоняющая система; О — линза; С — стекловолоконный жгут; ЦАП X — цифроаналоговый преобразователь X; УО X — усилитель отклонения X; ЦАП Y — цифроаналоговый преобразователь Y; УО Y — усилитель отклонения Y; Ф — светофильтр; Л — лампа накаливания; ФИП — формирователь импульса подсветки; ФИУ — формирователь импульса установления; ФИГ — формирователь импульса готовности; ФИК — формирователь импульса светового карандаша.

В индикаторе применена ЭЛТ типа 43ЛК с электростатической фокусировкой и электромагнитным отклонением луча. С целью минимизации геометрических искажений раstra при сохранении хорошей разрешающей способности (около 1500 элементов на строку) и оптимального согласования параметров с усилителями отклонения разработана специальная отклоняющая система тороидального типа с одинаковыми параметрами катушек в X и Y каналах. Индуктивность катушек равна 200 мкГн, при этом для отклонения пятна из центра на край экрана ЭЛТ необходим ток 3,5 А. Потери разрешающей способности на краях рабочего поля (220×300 мм²) не превышают 30%, геометрические искажения — 7%.

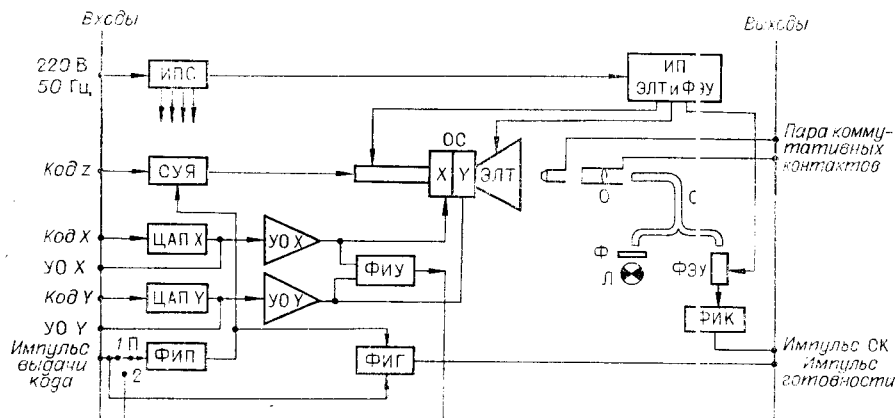


Рис. 1.

При разработке усилителей отклонения в качестве основной ставилась задача получения максимального быстродействия как при малых, так и при больших отклонениях. Как известно, при малых отклонениях усилитель работает в линейном режиме и его быстродействие лимитируется шириной полосы частот, пропускаемых усилителем с учетом индуктивного характера нагрузки. Во всем диапазоне малых отклонений быстродействие усилителя, т. е. время установления пятна на экране с заданной точностью, остается постоянным. При больших отклонениях выходные каскады усилителя работают в существенно нелинейном режиме, время установления становится функцией величины отклонения и зависит также от напряжения источников питания выходных каскадов. Для получения высокого быстродействия при малых отклонениях оказалось целесообразным применение в качестве предварительного усилителя не интегральных микросхем типа К1УТ401Б, а каскада на дискретных элементах с использованием выполненных на одной подложке транзисторов типа К1НТ591. Высокое быстродействие при больших отклонениях получено за счет применения схемы подключения выходных каскадов к источнику повышенного напряжения.

Усилитель в целом состоит из каскадов предварительного усиления и двухтактных выходных каскадов, собранных на транзисторах одной проводимости с разнополярным питанием. Усилитель охвачен глубокой отрицательной обратной связью по току. Для обеспечения устойчивой работы в широкой полосе частот применены корректирующие RC-цепи. С целью защиты транзисторов выходного каскада от перегрева при длительном протекании токов максимального значения применена схема, с помощью которой ток нагрузки по истечении определенного времени уменьшается до нуля.

Усилители отклонения (в каналах X и Y они выполнены по идентичным схемам) характеризуются следующими параметрами: максимальное значение тока отклонения $\pm 3,5$ А, время установления с точностью до диаметра пятна при малых отклонениях 1,5 мкс, при отклонении с края на край экрана 30 мкс; напряжения питания выходных каскадов ± 15 и ± 45 В (источник повышенного напряжения) нестабилизированные; приведенный ко входу дрейф нуля не превышает 100 мкВ/°С. В выходных каскадах применены включенные параллельно транзисторы типа КТ903Б. Схема защиты выходных транзисторов срабатывает по истечении 15 с с момента установления тока максимального значения. Время восстановления схемы 1 мс.

В индикаторе применены ЦАП, управляемые 12-разрядными двоичными кодами. Разрядность преобразователей выбрана несколько избыточной по сравнению с разрешающей способностью ЭЛТ, что при необходимости может быть использовано для формирования высококачественных по слитности изображения символов.

Каждый из ЦАП построен по следующему принципу. Три группы разрядных источников тока содержат по четыре источника тока. Токи этих источников взвешены по двоичному закону: I , $2I$, $4I$, $8I$. Токи источников суммируются на резистивной цепочке, состоящей из трех последовательно включенных резисторов. При этом сопротивление суммы всех трех резисторов в 2^4 раза больше суммы двух первых, а сопротивление последних в 2^4 раза больше сопротивления первого резистора. Каждая группа источников токов нагружена своей группой резисторов: первая группа — на сопротивление первого резистора (четыре младших разряда ЦАП), вторая — на сумму сопротивлений двух первых резисторов, третья — на сумму сопротивлений трех резисторов (четыре старших разряда). Все источники токов имеют общий термостабилизированный источник опорного напряжения. В качестве ключей используются диоды Д220 и КД509.

Генераторы тока с термостабилизирующим каскадом выполнены на микросхемах типа К1НТ591А. Резистивная нагрузочная цепочка составлена из резисторов типа С5-5. Выходное напряжение цифроаналогового преобразователя равно $0 \div 4$ В, длительность переходных процессов на выходе не превышает 1 мкс.

Схема управления яркостью обеспечивает гашение луча ЭЛТ и две яркостные градации символов на экране ЭЛТ. Схема управляется двухразрядным двоичным кодом (код z на рис. 1), в зависимости от которого на ЭЛТ подается напряжение смещения различной величины. Отпирание луча ЭЛТ осуществляется импульсом подсветки, поступающим от формирователя импульса подсветки. Последний может работать в двух режимах. В первом из них, который может быть назван пассивным, на вход ФИП через переключатель П (см. рис. 1) подается импульс выдачи кода, сформированный ЭВМ. ФИП с некоторой задержкой, достаточной для окончания переходных процессов установления пятна, формирует импульс подсветки. Очевидно, задержка должна быть выбрана из условия окончания самого длительного переходного процесса, что в зависимости от вида и способа вывода информации может привести к значительному снижению быстродействия системы. Во втором, активном режиме используется схема формирования импульса установления. Эта схема формирует импульс в момент, соответствующий реальному, более длительному из переходных процессов в каналах отклонения X и Y . Импульс установления подается на ФИП через переключатель П (положение 2), и в ответ на него ФИП формирует импульс подсветки заданной длительности. Задний фронт импульса подсветки используется для запуска формирователя импульса готовности, при поступлении которого на ЭВМ выдаются код очередного элемента зрительного образа. В исходное состояние ФИГ возвращается импульсом выдачи кода. Таким образом, в активном режиме учитывается фактическая длительность переходных процессов установления пятна, что дает существенный выигрыш в быстродействии системы.

Формирователь импульса установления построен по принципу, изложенному в работе [1]. В качестве исходного сигнала используются импульсы напряжения, возникающие на отклоняющих катушках во время переходных процессов. Как известно, при отсутствии металлических элементов в области отклоняющего поля длительность этих импульсов приблизительно равна длительности переходных процессов установления пятна [2].

Индикатор снабжен световым карандашом, задача которого заключается в формировании прямоугольного импульса заданной амплитуды и длительности в ответ на световой сигнал, поступающий на фотоприемник. В качестве последнего используется фотоэлектронный умножитель. Свет к фотокатоду ФЭУ подводится через центральную часть стекловолоконного жгута С (см. рис. 1) и линзу О. Внешняя кольцевая часть жгута используется для подачи света от лампы накаливания Л к экрану ЭЛТ. Той же линзой О светящаяся кольцевая часть торца жгута проецируется на люминофор ЭЛТ, в результате чего на люминофоре возникает изображение кольца, ограничивающего зону диаметром около 1 мм, с которой свет поступает на ФЭУ. Чтобы кольцевая метка по цвету свечения отличалась от свечения ЭЛТ, между лампой Л и жгутом установлен цветной светофильтр Ф. С учетом большой толщины фронтального стекла ЭЛТ такое выполнение карандаша устраняет неопределенность в выборе точки на экране и исключает необходимость применения для формирования метки на экране специальных схем. Карандаш снабжен парой коммутируемых контактов, служащих для подачи дополнительной команды на ЭВМ. Выходной сигнал ФЭУ подается на формирователь импульса светового карандаша. Схема состоит из входного эмиттерного повторителя на полевом

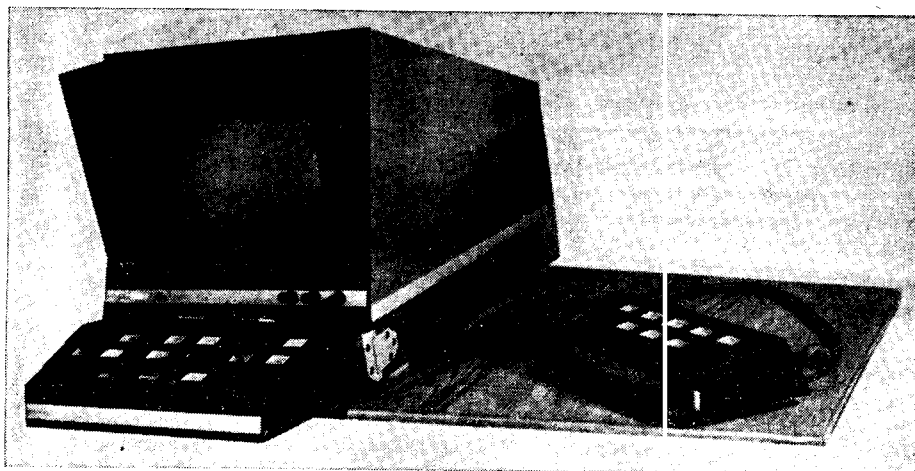


Рис. 2.

транзисторе, одновибратора на интегральной микросхеме К2ГФ182 и выходного эмиттерного повторителя. ФИК формирует импульсы амплитудой $+5$ В, длительностью 30 мкс с длительностью фронтов 1 мкс в широком диапазоне яркостей свечения символов.

Качество изображения на экране в значительной мере зависит от стабильности и уровня пульсаций напряжений питания ЭЛТ. В индикаторе применен комплексный узел питания ЭЛТ и ФЭУ светового карандаша, построенный по принципу преобразования постоянного напряжения в переменное повышенной частоты с последующим трансформированием и выпрямлением. В преобразователе используется мультивибратор, собранный на микросхеме. Выходной каскад преобразователя трансформаторный, коллекторная цепь которого питается через регулирующий транзистор. Напряжение с повышающей обмотки трансформатора выпрямляется по схеме утроения, фильтруется и подается на анод кинескопа. Одновременно через делитель оно поступает на вход усилителя постоянного тока, управляющего работой регулирующего элемента, чем и обеспечивается стабилизация выходного напряжения.

Особенностью стабилизатора является применение в качестве одного плеча делителя высокого напряжения источника опорного тока. Он выполнен на полевом транзисторе КП303В. При соответствующем подборе режима этого транзистора в связи с его высоким динамическим сопротивлением обеспечивается передача на усилитель изменений высокого напряжения с коэффициентом, близким к единице. Тем самым достигается высокий уровень стабилизации выходного напряжения. Предусмотрена температурная стабилизация источника опорного тока.

Высоковольтный источник создает напряжение $+12$ кВ при нестабильности не более $0,05\%$ и пульсациях, не превышающих 5 В. С использованием дополнительной обмотки трансформатора выходного каскада преобразователя и схемы удвоения создается напряжение $+950$ В, применяющееся для питания параметрического стабилизатора на включенных последовательно кремниевых стабилитронах, с которых снимают необходимые для питания ЭЛТ напряжения $+300$, $+500$, $+800$ В. С помощью отдельного высокочастотного трансформатора формируется напряжение -250 В, служащее для питания модулятора ЭЛТ, а вместе с напряжением $+950$ В — для питания ФЭУ.

Качество изображения на экране индикатора существенно ухудшается при наличии наводок с частотой питающей сети. Особенно заметно влияние полей рассеяния силовых трансформаторов. В связи

с этим трансформаторы индикатора были помещены в магнитные экраны из материала армко. Весьма эффективным оказалось экранирование пермалловым экраном хвостовой части ЭЛТ, особенно чувствительной к наводкам в связи с малыми скоростями электронов в области прожектора. Применение экрана хотя и привело к необходимости несколько увеличить значения отклоняющих токов (около 10%), однако позволило свести величину паразитного смещения пятна по экрану к 0,2 мм.

На рис. 2 представлен общий вид индикатора. Он выполнен как настольный прибор с автономным питанием от сети. На рисунке видны также стационарная и оперативная функциональные клавиатуры, служащие для подачи команд на ЭВМ. Клавиатуры, представляющие собой наборы переключателей (с фиксацией включенного состояния в стационарной клавиатуре и без фиксации в оперативной), со схемами индикатора функционально не связаны. В индикаторе предусмотрена возможность подачи на входы усилителей отклонения (УОХ и УОУ на рис. 1) аналоговых сигналов от внешних источников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Схема для ЭЛТ.— Пат. Великобритании, кл. G 06к 15/20, № 1. 175.807, заявл. 20.03.1967, опубл. 14.03.1968.
2. Мамонтов Г. М., Ткач С. Е., Токарев А. С. О повышении быстродействия дискретного управления положением светового пятна в электронно-лучевых трубках высокой разрешающей способности.— «Автометрия», 1973, № 3, с 84—87.

Поступила в редакцию 7 июля 1976 г.

УДК 621.374

М. Б. БЕЛОСТОЦКИЙ, Ю. П. РЕДЬКО

(Харьков)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФИЛЬТРОВОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА ЧАСТОТЫ

Измерительные элементы частоты переменного электрического напряжения (ИЧ) на частотно-чувствительном фильтре получили широкое применение в технике [1]. В таких измерителях используется зависимость амплитуды (ИЧ-1) или фазы (ИЧ-2) выходного напряжения от частоты входного напряжения.

Основными элементами подобного ИЧ (см. рисунок) являются частотно-чувствительный фильтр (Ф), на вход которого подан частотно-модулированный сигнал X , и детектор (Д) с выходным напряжением Z . Детектор представляет собой шестиполюсник с двумя входами 1 и 2 и выходом 3; на вход 1 подано выходное напряжение фильтра Y , на вход 2 — напряжение Y (в случае ИЧ-1) или напряжение X (в случае ИЧ-2).

Пусть частота ω входного сигнала X изменяется по закону

$$\omega = \omega_0 + m \cos \Omega t, \quad (1)$$

где ω_0 — несущая частота; m и Ω — амплитуда и частота модуляции.