

Реализация этой возможности обеспечивается наличием сигналов $L1$ в МПИ, причем каждый из модулей должен иметь свой вектор прерывания, отличный от векторов других МПИ.

В случае возникновения ошибки при выполнении операций в КОП выдаются диагностические сообщения о том, что байт данных не принят или не передан, о неудачном завершении передачи или приема блока данных.

Создание ПО для конкретных систем автоматизации. На основе рассмотренного пакета создано ПО для ряда приборов, имеющих выход на МЭК 625.1, например для цифрового частотного анализатора, реализующего следующие функции: передатчик данных, приемник данных, передатчик информации о состоянии органов управления, приемник команд программного управления, операция возврата устройства в исходное состояние; возможны блочные обмены.

С использованием пакета создано тестовое программное обеспечение крейт-контроллера приборного интерфейса, управляемого сигналами с КОП. В данном случае крейт КАМАК является одним из программируемых приборов в КОП.

ВЫВОДЫ

Использование описанных программных средств позволяет: сократить сроки новых программных разработок благодаря возможности использования созданного ПО как базового; обеспечить детализированную диагностику сбойных и ошибочных ситуаций, возникающих в ходе эксплуатации САЭ; упростить создание ПО за счет исключения операций управления аппаратурой КАМАК из программ управления КОП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гореликов Н. И., Домарацкий А. Н., Домарацкий С. Н. и др. Интерфейс для программируемых приборов в системах автоматизации эксперимента.— М.: Наука, 1981.
2. Вуколик В. М., Лопатин В. И., Бочарова Р. В. и др. Совместное использование аппаратуры в стандартах КАМАК и МЭК 625.1 в системах автоматизации научных исследований // Приборы и системы упр.— 1985.— № 9.
3. Модуль приборного интерфейса: Проспект.— М.: АН СССР, 1985.
4. Казакова Н. А., Панкрац Е. В. Реализация языка промежуточного уровня IML на ЭВМ типа СМ-3 // Автометрия.— 1980.— № 3.

Поступила в редакцию 24 февраля 1986 г.

УДК 621.317.75

**А. Н. КАСПЕРОВИЧ, Ю. Е. НЕСТЕРИХИН, Э. Р. САБИРЖАНОВ,
Э. А. ФОМИН
(Новосибирск)**

РЕГИСТРАЦИЯ ОДНОКРАТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПОЛОСЕ ЧАСТОТ 1 ГГц

Прогресс в ядерной физике, квантовой и полупроводниковой электронике, оптике, физике твердого тела, в работах по управляемому термоядерному синтезу требует развития средств регистрации однократных и редко повторяющихся электрических процессов субнаносекундного диапазона, обеспечивающих ввод зарегистрированных данных в компьютеры.

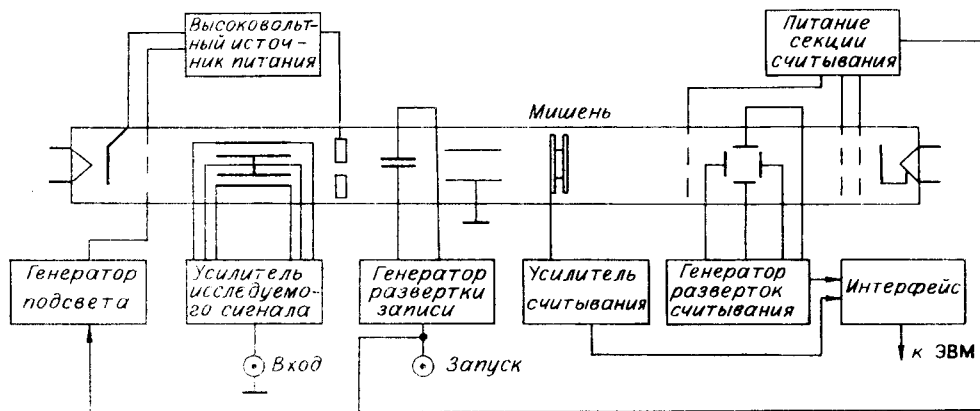


Рис. 1

Основным методом построения скоростных регистраторов подобного назначения с предельно возможной полосой пропускания в настоящее время является применение элементов промежуточной аналоговой памяти, встроенных в ЭЛТ.

Промышленность США выпускает регистраторы подобного типа, например модель R7912, имеющую полосу пропускания сигнального тракта 500 МГц [4]. Приборы отечественного производства пока уступают зарубежным аналогам.

В качестве элемента сверхоперативной промежуточной памяти в этих регистраторах, как правило, используется ЭЛТ с кремниевой мишенью, имеющей более высокую эффективность по сравнению с другими типами мишеней.

В настоящее время отечественной промышленностью производится ЭЛТ с кремниевой мишенью, которая имеет распределенную симметричную отклоняющую систему по каналу исследуемого сигнала, рассчитанную на полосу частот 2,5 ГГц. ЭЛТ содержит секции записи и считывания. Некоторым недостатком ЭЛТ является относительно низкая чувствительность по каналам вертикального, горизонтального отклонения и модуляции по яркости в секции записи. Однако использование этой ЭЛТ позволяет резко расширить полосу регистрируемых процессов до 1—2 ГГц.

В связи с этим для создания прибора с полосой частот 1—2 ГГц было необходимо провести исследование возможностей кремниевой мишени ЭЛТ, осуществить выбор и оптимизацию режимов ЭЛТ с целью получения наибольшей скорости записи, определить предельную скорость записи, а также разработать все скоростные узлы регистратора, соответствующие наибольшей скорости записи.

Для решения поставленной задачи построен макет регистратора, функциональная схема которого представлена на рис. 1. В режиме записи на кремниевую мишень обычным осциллографическим способом записывается осциллограмма исследуемого процесса в виде потенциального рельефа. В режиме считывания сформированный в секции считывания растр типа телевизионного сканирует мишень в относительно медленном темпе, а полученная информация заносится в цифровую память.

Работа ЭЛТ с кремниевой мишенью имеет некоторые особенности. При осуществлении считывания потенциальный рельеф снимается не полностью (90% заряда). Поэтому перед проведением нового цикла записи необходимо осуществить подготовку мишени — полностью ее разрядить, а для этого провести несколько циклов чтения — 3—4 (без записи в память).

В связи с этим в разработанном приборе подготовка мишени осуществляется непрерывно. Импульс запуска запирает луч чтения, запу-

скаст развертку, запись и отключает луч. Этим же образом работает подсветного импульса (разрешения записи).

Наиболее важным и трудоемким в разработке узлом прибора является усилитель вертикального отклонения. Усилитель-фазиинвертор осуществляет согласование 50-омных соединительных трактов с симметричной 150-омной распределенной системой вертикального отклонения ЭЛТ. Он обеспечивает полосу частот от 0 до 1 ГГц и коэффициент усиления 30. Динамический диапазон выходного сигнала 2×15 В, что соответствует отклонению луча по вертикали на всю рабочую часть мишени. Канал состоит из двух последовательно включенных парафазных корректированных каскодных усилителей.

Оригинальные решения найдены при проектировании генератора пилообразного напряжения развертки записи. Принцип построения генератора основан на интегрировании импульсов тока прямоугольной формы на емкости. Применение специального делителя в интеграторе позволило практически полностью устранить влияние нагрузочных цепей на его выходе, что обеспечило длительность линейно изменяющегося напряжения 5 нс при амплитуде 2 В [2].

Усилитель развертки представляет собой мостовую схему и обеспечивает парафазный линейно изменяющийся сигнал длительностью 5 нс и амплитудой 2×80 В, что соответствует полному отклонению луча на мишени по оси времени.

Относительно высокое напряжение запирающего в примененной ЭЛТ требует формирования импульса подсвета амплитудой порядка 100 В с временем нарастания переднего фронта 5 нс. В противном случае трудно избежать попадания на мишень случайных электронов с энергией 10 кэВ со стороны секции записи и образования ложного потенциального рельефа. Неравномерность вершины подсветного импульса определяет неравномерность потенциального рельефа, т. е. ухудшает отношение сигнал/шум. Впервые в практике осциллографии применен усилитель подсветного импульса, формирующий «подсвечивающую» вершину, привязанную к нулевому потенциалу. Это дало возможность улучшить отношение сигнал/шум в 2—3 раза.

Для образования раstra считывания использовано электростатическое управление ЭЛТ. Электронная часть секции считывания состоит из двух интеграторов, формирующих линейно изменяющиеся напряжения раstra телевизионного типа. Нелинейность этих напряжений порядка 1%.

При сканировании мишени считывающим лучом через ее подложку протекает ток, модулированный потенциальным рельефом записанного на мишень сигнала. Образующийся при этом видеосигнал усиливается разработанным высококачественным зарядочувствительным усилителем и используется для регистрации в цифровой буферной памяти регистратора.

Особенностью регистратора на ЭЛТ с кремниевой мишенью является необходимость в мониторе (на добавочной ЭЛТ) для визуализации зарегистрированного процесса и для удобства обработки зарегистрированных данных.

Вывод информации на монитор можно осуществлять векторным (с помощью ЦАП) или растровым (так, как это делается во всех современных дисплеях) образом. В соответствии с этим рассмотрены два способа регистрации результатов считывания-построения буферной цифровой памяти: регистрация кода координаты первого пересечения изо-

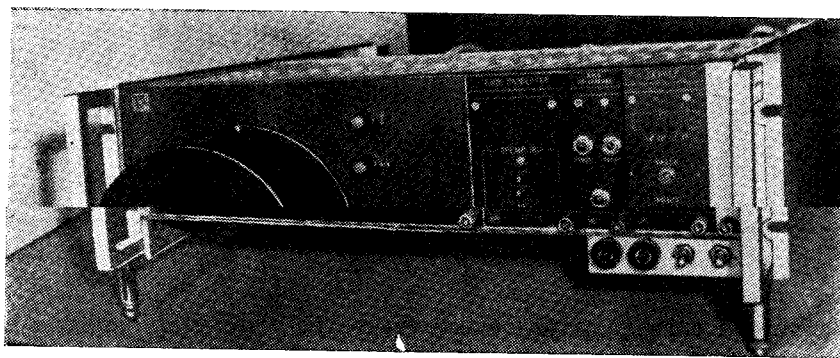


Рис. 2

бражения растром и битовая регистрация всего изображения в видеобуфере.

Регистрация результатов считывания при использовании первого способа производится следующим образом: код координаты первого пересечения заносится в последовательные ячейки памяти во время обратного хода строчной развертки. Использование памяти емкостью 512×9 бит позволяет запомнить информацию мишени этим способом с разрешением 512×512 точек.

Данному способу присущи определенные недостатки и преимущества. К достоинствам относятся простота и минимум аппаратных затрат (малый объем буферного ОЗУ). К недостаткам можно отнести фиксацию дефектов мишени, невозможность чтения информации при записи нескольких процессов на мишень, возможность искажения формы зарегистрированного процесса из-за фиксации только края потенциального рельефа, а не его гребня. Заметим, что частично можно минимизировать перечисленные недостатки при осуществлении двустороннего считывания, где учитывается ширина потенциального рельефа.

Второй способ регистрации результатов считывания в значительной степени лишен перечисленных недостатков. Несмотря на то что для запоминания информации с мишени с разрешением 512×512 точек требуется уже 32 Кбайт памяти, весь индикатор может быть сделан более простым и удобным для работы.

В этом случае видеосигнал дискриминируется по уровню (в цифровой форме с помощью АЦП) и записывается в однобитовый видеобуфер синхронно с растром считывания. Заметим, что вывод информации в этом случае с растровой памяти может осуществляться на телевизор или алфавитно-цифровой дисплей персональной ЭВМ.

В результате проведенных исследований создан работоспособный образец, который имел следующие параметры: полоса пропускания 1 ГГц, время нарастания переходной характеристики 400 пс, эффективная частота дискретизации процесса 100 ГГц, коэффициент отклонения 0,1 В/дел., минимальная длительность развертки 500 пс, время задержки запуска 20 нс, максимальная частота записи 0,1 Гц, потребляемая регистратором мощность 160 ВА.

Размеры записывающего и считывающего лучей таковы, что на мишени укладывается до 15 периодов синусоидального сигнала без его заметных искажений.

Регистратор реализован модульным способом с применением конструктива КАМАК (рис. 2).

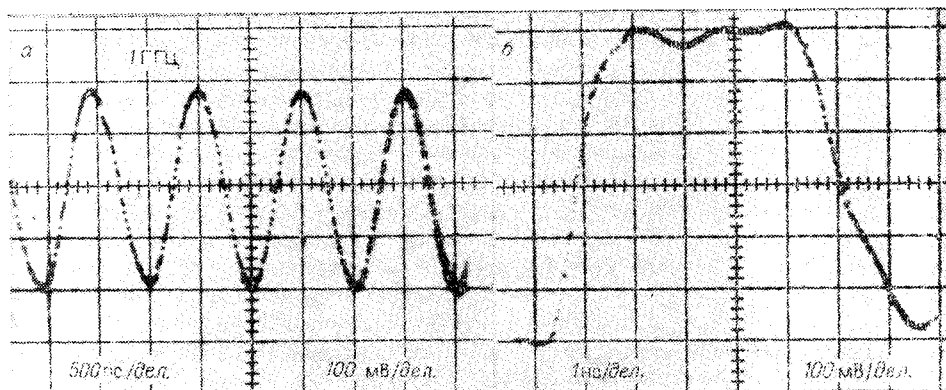


Рис. 3

Усилители сигнала, зарядочувствительный усилитель, оконечные каскады временной развертки и подсвета расположены непосредственно в модуле ЭЛТ около ее выводов. Формирование сигналов временной развертки и подсвета осуществляется в модуле развертки (на котором находятся органы ручного управления). Формирователи считывающего раstra и цифровая память размещаются в модуле управления. Передача сигналов управления между модулями производится согласованными кабелями.

Вывод зарегистрированного процесса в разработанном регистраторе осуществляется на стандартный осциллограф через ЦАП.

На рис. 3, а, б представлены фотографии, полученные с экрана осциллографа, на который были выведены результаты кодирования типовых сигналов стандартных генераторов ГСС-12 и Г5-59.

Исследования по выбору и оптимизации режимов показали возможность получения скорости записи в исследовавшейся ЭЛТ $\sim 2 \cdot 10^8$ м/с (приведенные к стандартному осциллографическому экрану), что достаточно для реализации предельной полосы пропускания сигнальной системы ЭЛТ (2,5 ГГц).

ЛИТЕРАТУРА

1. Хейес, Калгер, Хокен. Запоминающая трубка с кремниевой мишенью для исследования быстрых переходных процессов // *Электроника*.— 1973.— № 18.
2. Прасолов А В., Фомин Э. А. Скоростной генератор линейно изменяющегося напряжения // *ПТЭ*.— 1983.— № 6.

Поступила в редакцию 18 сентября 1987 г.

УДК 681.3.068

И. В. ТЮЧКАЛОВ

(Томск)

МЕТОД ТРАССИРОВКИ СОЕДИНЕНИЙ ПО СЕТИ ЛОКАЛЬНЫХ ЯЧЕЕК

В настоящей работе описано решение задачи трассировки соединений с малым количеством межслойных переходов по сети локальных ячеек.

Предложенный алгоритм учитывает совместное влияние всех соединений и электрических цепей на прокладываемую трассу, а также ис-