

А. Ю. ГУСЕВ, В. Н. ДЬЯКОНОВ, А. С. ЗЕНЗИН,
И. В. МЕРКУЛОВ, В. Н. ОКУНИШНИКОВ, Г. М. СОБСТЕЛЬ,
А. А. ФРАНЧУК, В. П. ШЕВЧЕНКО
(Новосибирск)

ПРОГРАММНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ОЦЕНОК ЧАСТОТНЫХ ФЛЮКТУАЦИЙ ГЕНЕРАТОРОВ

Данная статья посвящена рассмотрению принципов программного управления, реализованных в аппаратуре для получения статистических оценок частотных флюктуаций высокостабильных генераторов, выполненной в соответствии с рекомендациями построения магистрально-модульных структур стандарта САМАС [1].

Состав модулей, используемых для создания измерительной системы, виден из структурной схемы на рис. 1. Описание модулей и их технические характеристики приводятся в [2]. Система работает в трех режимах: измерение математического ожидания частоты исследуемого сигнала, получение гистограммы распределения флюктуаций частоты относительно математического ожидания и получение гистограммы скоростей ухода частоты. Вывод информации на экран электронно-лучевой трубки и цифровую индикацию производится без прерывания процесса измерения. Подробное описание системы приводится в [3]. Функционирование модулей во всех трех режимах обеспечивается автономным контроллером. Структурная схема контроллера представлена на рис. 2.

Всю программу работы системы можно разделить на подпрограмму ввода данных, рабочие подпрограммы для каждого из режимов и подпрограмму вывода полученных результатов. Генерация контроллером команд одной из подпрограмм разрешается сигналом от схемы управления на счетчик и дешифратор тактов программы. Подпрограммы обладают различными уровнями приоритетов. Наиболее высокий уровень приоритета имеет подпрограмма ввода, а самый низкий уровень приоритета у подпрограммы вывода.

Подпрограмма вывода является «вложенной» в рабочие подпрограммы. Работа по ней происходит при наличии разрешающих внутренних команд автономного контроллера. Ввиду того что обмен информацией между модулями происходит через регистр обмена автономного контроллера в два цикла, а работа по подпрограмме вывода прерыва-

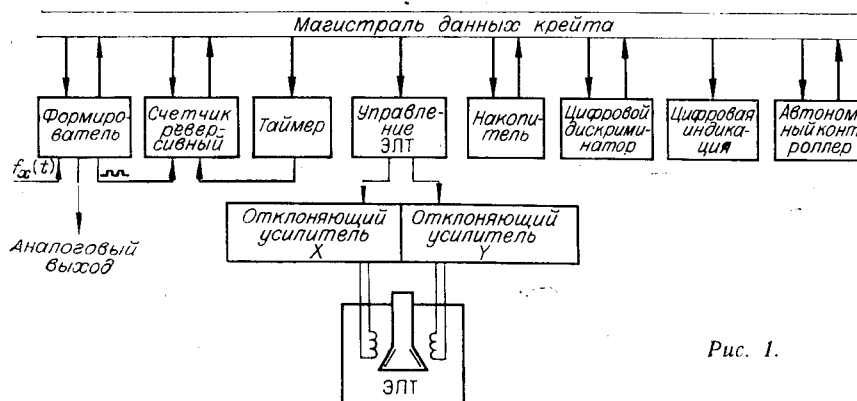


Рис. 1.

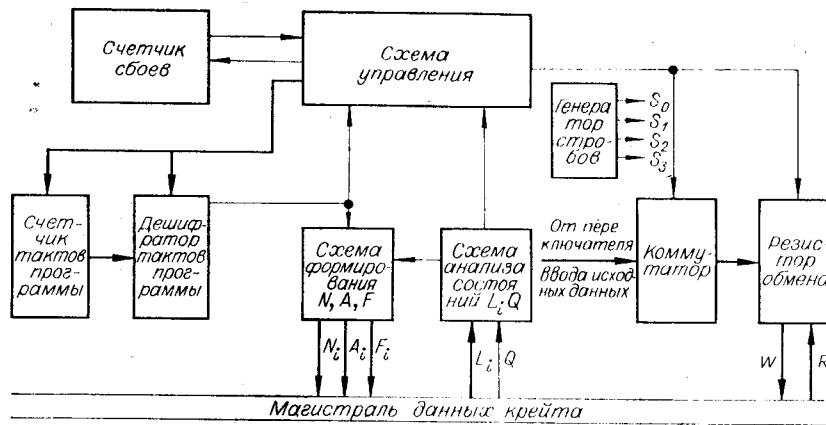


Рис. 2.

ется на любом из них, возникает необходимость восстанавливать данные в регистре обмена перед работой по этой подпрограмме. Для этого в рабочих подпрограммах перед тактом, на котором разрешается работа по подпрограмме вывода, обрабатывается такт восстановления данных в регистре обмена.

Подпрограмма вывода и рабочие подпрограммы второго и третьего режима циклические. При наличии условий окончания работы по подпрограмме второго и третьего режима происходит выход из этих подпрограмм и генерируется запрос L_{12-0} (см. таблицу), по которому разрешается работа подпрограммы вывода. В этом случае подпрограмма вывода не прерывается, пока не появляется запрос L_{12-1} , требующий остановки этой подпрограммы.

Алгоритмы работы подпрограммы третьего режима и подпрограммы вывода приведены на рис. 3, 4. Операции, выполняемые в модулях по соответствующим командам, поясняются в [2]. Алгоритмы работы подпрограмм первых двух режимов особенностей не имеют и поэтому не приводятся.

В основу взаимодействия автономного контроллера с любым модулем положен принцип анализа сигнала Q от модуля на соответствующую команду $N_i A_i F_i$ -контроллера. Ввиду того что модули системы спроектированы в соответствии с EUR 4100e (1969 г.), в котором X-шина была зарезервирована, и в связи с функциональной простотой модулей оказалось достаточным считать модуль исправным, если после получения команды $N_i A_i F_i$ последний генерирует сигнал Q .

Условия перехода с одного такта подпрограммы на следующий или пропуска тактов определяются состоянием запросов L_i модулей системы. Автономный контроллер анализирует девять запросов от модулей и девять внутренних запросов. Запросы как внутренние, так и внешние имеют различные уровни приоритетов. Так как система в целом является функционально-законченным устройством, работающим по жесткому алгоритму, оказалось удобным по запросам L_i и номеру такта n строить логические функции (см. таблицу) условных и безусловных переходов, а также условных переходов по ожиданию. Если функции An, \dots, In принимает значение «1», то в следующем такте на магистраль поступает предыдущая или последующая команда. Выбор последующей команды определяется из анализа сигнала Q , полученного во время исполнения предыдущей команды. Если сигнал Q находился в состоянии «0», то содержимое счетчика тактов не изменяется, и на магистраль поступает предыдущая команда, при этом одновременно заносит-

Обозначение	Характеристика запросов, логическая функция
L1	Запрос модуля управления электронно-лучевой трубкой
L5	Запрос модуля цифровой индикации
L7	Запрос модуля таймера
L8	Запрос модуля формирователя
L9	Запрос модуля реверсивного счетчика
L10	Запрос модуля цифрового дискриминатора
L11-1	Запрос 1 модуля накопителей
L11-2	Запрос 2 модуля накопителей
L12-0	Запрос, устанавливаемый рабочими подпрограммами; требует пуск подпрограммы вывода
L12-1	Запрос триггера, управляемого кнопкой «СБРОС»
L12-2	Запрос триггера, управляемого кнопкой «СТОП»
L12-3	Запрос триггера переполнения счетчика циклов
L12-4	Запрос, устанавливаемый при нажатии кнопки «N»
L12-5	Запрос, устанавливаемый при нажатии кнопки «F»
L12-6	Запрос, устанавливаемый при нажатии кнопки «n»
L12-7	Запрос, устанавливаемый при нулевом содержимом счетчика субадреса
L12-8	Запрос, устанавливаемый при нажатии i -й кнопки «НОМЕР КАНАЛА» и совпадении кода субадреса A_j с номером нажатой кнопки (т. е. $i=j$)
A	$L7L8L9L10(L11-1)$
B	$\overline{L7}L8\overline{L9}L10(L11-1)$
C	$L5L7L8L9$
D	$L7L9L10(L11-1)(L12-0)(L12-2)$
E	$(L12-0)(L12-4)$
F	$(L12-0)(L12-5)$
G	$L7L9L10(L11-1)(L12-0)$
H	$(L12-0)(L12-6)$
J	$L1L7L9L10(L11-1)(L12-0)$

ся единица в счетчик сбоев. При получении в счетчике сбоев значения, равного трем, происходит переброс триггера аварийного состояния системы, который запрещает работу автономного контроллера дальше по программе и включает индикатор «Авария», расположенный на передней панели контроллера. Если функции A_n, \dots, J_n принимают значение «0», то передача команд и данных на магистраль запрещается, содержимое счетчика тактов при этом остается неизменным. Происходит условное ожидание состояния системы. Работа по подпрограмме может быть продолжена, когда функции A_n, \dots, J_n примут значение «1».

При создании прибора представилось удобным проводить проверку запросов после снятия команд с магистрали данных, организовав в авто-

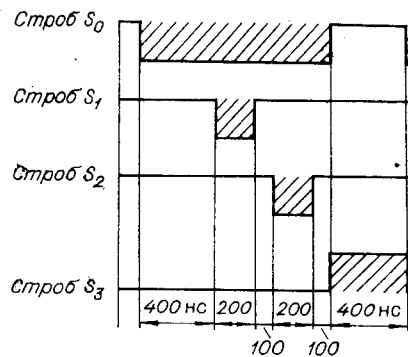


Рис. 5.

номном контроллере короткий внутренний цикл проверки запросов. Временные соотношения сигналов в магистрали данных и внутри автономного контроллера, поясняющие его работу, приведены на рис. 5. Коды команды $N_i A_i F_i$ и данных на RW -шинах могут появляться только тогда, когда строб S_0 имеет низкий уровень. Длительность этого stroba составляет 1 мкс. По заднему фронту stroba S_0 на магистрали исчезают все сигналы кроме запросов L_i модулей, требующих обслуживания. Внутри контроллера генерируется строб S_3 длительностью 400 нс.

По этому strobu в автономном контроллере проводится анализ внутренних и внешних запросов, номера такта подпрограммы и сигнала Q , записанного по stroбу S_1 . Результирующий логический сигнал запоминается триггером управления по stroбу S_3 и дает разрешение счетчику тактов программы, который может изменять свое состояние по заднему фронту этого же stroba. Если имелось разрешение на переход к следующему такту, то содержимое счетчика тактов программы увеличивается на единицу и дешифрируется. В результате образуется номер такта подпрограммы. Сигналы с дешифратора тактов поступают на схему управления, которая разрешает выход команды и данных на магистраль. При отсутствии разрешения на переход к следующему такту подпрограммы на счетчик тактов поступает сигнал «Запрет» и команда и данные на магистраль не передаются.

В процессе выполнения рабочих подпрограмм возникают состояния, когда RW -шины не используются. Это позволило производить вывод накопленной информации на устройства отображения — модуль цифровой индикации и модуль визуализации на электронно-лучевой трубке — без прерывания процесса измерения. Работа по подпрограмме вывода имеет свою специфику, связанную с наличием в системе устройств отображения информации, степень срочности обслуживания которых различна.

Для примера рассмотрим обслуживание модуля цифровой индикации в подпрограмме вывода. Как видно из рис. 4, при наличии запроса L_5 производится вывод информации на индикацию. В случае отсутствия запроса L_5 вывод информации на индикацию не производится, а по подпрограмме вывода продолжается работа автономного контроллера с модулем визуализации. Такая организация алгоритма позволила совместить в одной подпрограмме работу устройств, имеющих различную степень срочности обслуживания: модуль цифровой индикации и модуль визуализации на электронно-лучевой трубке.

Описанный выше способ организации автономного контроллера позволил создать функционально-законченную систему, способную работать без подключения к ЭВМ, причем команды в магистрали данных могут поступать с частотой до 625 кГц. Система оформлена в стойке типа «Вишня» и имеет следующие технические характеристики: диапазон частот входного сигнала 10 кГц ÷ 15 МГц; уровень входного сигнала 10 мВ ÷ 1 В при отношении сигнал/шум 10; диапазон флюктуаций частоты $2^9 ÷ 2^{22}$ Гц (весь диапазон разбит на 6 поддиапазонов $0 ÷ 2^n$ Гц, $n=9, 10, 13, 16, 19, 22$); число каналов регистрации 16; максимальная разрешающая способность по частоте 32 Гц.

Результаты измерений выводятся на цифровую индикацию и экран электронно-лучевой трубки.

ЛИТЕРАТУРА

1. EUR 4100e. CAMAC. A Modular Instrumentation System for Data Handling. ESONE Committee, 1969.
2. А. Ю. Гусев, В. Н. Дьяконов, А. С. Зензин, И. В. Меркулов, В. Н. Окунишников, Г. М. Собстель, А. А. Франчук, В. П. Шевченко. Программно-управляемые модули для построения анализатора частотной стабильности генераторов.— «Автометрия», 1975, № 4.
3. А. Ю. Гусев, В. Н. Дьяконов, В. Н. Окунишников, Г. М. Собстель, А. А. Франчук, В. П. Шевченко. Аппаратурная реализация устройства для получения оценки частотной стабильности ОКГ.— В кн.: Прикладной анализ случайных сигналов. Новосибирск, Изд. ИАЭ СО АН СССР, 1973.

Поступила в редакцию 23 июля 1974 г.

УДК 681.142.621

А. Н. КАСПЕРОВИЧ, Ю. В. ШАЛАГИНОВ

(Новосибирск)

БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ КОРРЕКТИРУЮЩИЙСЯ ПАРАЛЛЕЛЬНО-ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ АЦП С ЗАПОМИНАНИЕМ СИГНАЛА ЛИНИЕЙ ЗАДЕРЖКИ

Задачи машинной обработки цифровых данных о быстропротекающих процессах требуют создания быстродействующих и сравнительно точных АЦП. Так, например, при исследованиях физики взрыва или плазмы, при обработке телевизионных и радиолокационных сигналов требуется обеспечить быстродействие АЦП порядка 10^7 преобразований в секунду сигналов с полосой $3 \div 5$ МГц при допустимой погрешности преобразования около 1%.

Достигнутые результаты в построении параллельно-последовательных АЦП [1—4] (особенно их разновидности — конвейерных АЦП [5]) и в исследовании неравномерно следящих АЦП [6, 7] показывают, что создание прибора с приведенными выше техническими характеристиками может быть осуществлено путем использования одного из методов, положенных в основу этих типов АЦП. Неравномерно-слеящие АЦП могут обеспечить несколько более высокую точность преобразования, чем параллельно-последовательные, их целесообразно строить с числом разрядов $8 \div 10$ при быстродействии до 10^7 преобразований в секунду. Однако допустимая скорость изменения входного сигнала у этих АЦП в $5 \div 10$ раз меньше, чем у параллельно-последовательных (естественно, при одинаковой элементной базе и эквивалентном объеме оборудования этих приборов). Поэтому приборы для преобразования широкополосных сигналов с произвольной формой частотной характеристики пока предпочтительнее строить по методу параллельно-последовательного уравнивания.

Одной из важных задач при аналого-цифровом преобразовании быстроизменяющихся сигналов является снижение динамической погрешности, вызываемой изменением входного сигнала во время преобразования.

Широкоизвестным способом уменьшения динамических погрешностей является использование устройств выборки и хранения входного сигнала. Однако устройства выборки и хранения для требуемой полосы сигнала являются довольно сложными устройствами, и применение их существенно увеличивает объем оборудования (эти устройства могут