

однородной информации (определяемой положением кнопок) на высокой частоте, а затем чтение на низкой частоте для проверки соответствия показаний кнопок и ламп.

3. Этот контроль в отличие от пункта 2 осуществляет многократное обращение последовательно по всем адресам как при записи, так и при чтении.

В каждом из трех случаев возможна работа в режиме «Запись», «Чтение» или «Запись—чтение». Последний режим характеризуется периодической сменой режима «Запись» на режим «Чтение» каждым импульсом обращения, для чего в блоке предусмотрен специальный триггер, управляемый импульсами обращения.

Тактовая частота задается внешним импульсным генератором при проверке работоспособности отдельного модуля, а в случае проверки всего блока ОЗУ используется автономный генератор двух частот для записи (2 МГц) и чтения (1 Гц), позволяющий осуществить контроль всего блока ОЗУ, находящегося в сборе с блоками спектрофотометра.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. К. Прядилов и др. Элементы памяти и матрицы на взаимодополняющих МОП-транзисторах.— Электронная промышленность, 1971, № 1.
2. В. А. Беломестных и др. Структура системы сбора данных для быстродействующего спектрофотометра.— Конференция по автоматизации научных исследований на основе применения ЭВМ. Тезисы докладов. Новосибирск, 1972.

Поступила в редакцию 23 октября 1972 г.

УДК 621.382+317

Л. С. СИТНИКОВ, Л. Л. УТЯКОВ

(Москва)

СЧЕТЧИКОВЫЕ СТРУКТУРЫ НА ФАЗОИМПУЛЬСНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ДЕКАДАХ

Фазоимпульсное десятичное представление информации [1—4] получило широкое применение в серийно выпускаемой и разрабатываемой цифровой аппаратуре, например в счетчиках импульсов Ф588, Ф5005, Ф5007, частотомерах Ф599 и *r*-333, генераторе эталонных сигналов Ф-590, транскрипторе цифropечати Ф592, реле времени Е-533, кварцевых часах.

Специфика фазоимпульсного принципа представления информации, обуславливающая уменьшение числа внутрисхемных соединений и внешних выводов [5, 6], открывает новые возможности создания унифицированного ряда многофункциональных типовых микросхем повышенной степени интеграции, обеспечивающих простоту реализации таких типовых структур цифровой измерительной техники, как декадные делители частоты следования импульсов; делители с управляемым коэффициентом деления и масштабирующие блоки; многоазрядные декадные счетчики импульсов, в том числе реверсивные и предустановливаемые; десятичные и двоичные регистры памяти; преобразователи кодов; распределители и коммутаторы; узлы управления цифровыми индикаторами и другими оконечными устройствами.

Значительная трудоемкость разработки интегральных схем (ИС) повышенной степени интеграции, а также зависимость стоимости ИС от серийности накладывают ограничения на номенклатуру ряда, что, в свою очередь, выдвигает требование обеспечения многофункциональности ИС ряда. Вместе с тем многофункциональность не должна быть связана с введением значительной избыточности по количеству компонентов, выводов и внутрисхемных соединений.

В результате проведенного анализа выявлено, что реализация перечисленных цифровых структур при фазоимпульсном представлении может быть осуществлена на базе всего лишь трех многофункциональных ИС повышенной степени интеграции с минимальной избыточностью по сложности и количеству выводов.

В состав ряда входят:

фазоимпульсная универсальная декада, выполняющая операции записи и хранения информации, прямого и реверсивного счета, счета с предустановкой, деления частоты следования импульсов с $K_d = 2 \div 10$ и вывод информации в десятичном фазоимпульсном коде;

генератор фазоимпульсных констант, выполняющий функции распределителя или коммутатора с изменяемым числом каналов, счетчика с коэффициентом пересчета $K_n = 2 \div 10$ и выводом информации в унитарном коде, блока тактирования узлов индикации и предустановки;

универсальный преобразователь фазоимпульсных кодов, выполняющий функции преобразователя фазоимпульсного десятичного кода в любой двоично-десятичный код, триггерного регистра памяти с ключами записи, преобразователя последовательного кода в параллельный и параллельного в последовательный.

Естественно, что типовые фазоимпульсные структуры [2—4], нашедшие применение в аппаратуре на дискретных компонентах, не являются оптимальными для интегрального использования, в связи с чем весьма актуальна задача выработки практических рекомендаций по выбору конкретных структур.

В данной работе рассматриваются счетчиковые структуры на основе серийно выпускаемой фазоимпульсной универсальной полупроводниковой ИС декады. Вопросы вывода информации, построения частотомеров, вольтметров и др. будут рассмотрены в последующих публикациях.

Фазоимпульсная универсальная декада. Суть фазоимпульсного представления заключается в том, что информация представляется фазой (временным сдвигом) последовательности выходных импульсов делителя частоты относительно следующих с той же частотой импульсов опорной последовательности.

В универсальной фазоимпульсной декаде (рис. 1) тактовые импульсы I_T отрицательной полярности относительно уровня $+5В$ (рис. 2, а) поступают с периодом следования T через один из входов вентиля B_1

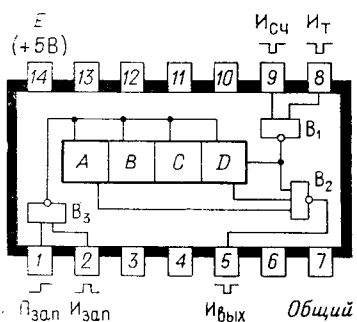


Рис. 1.

на счетный вход декады на триггерах A, B, C, D , работающей в коде 1—2—4—8 (см. рис. 2, г). Смена состояний триггеров происходит по заднему фронту входного импульса.

Как видно из временных диаграмм (см. рис. 2), после прихода на декаду, находящуюся в состоянии 0000, девяти тактовых импульсов триггеры декады оказываются в состоянии 1001. При этом с единичных, выходов триггера A, D на вентиль B_2 дешифракции состояния 1001 поступают разрешающие потенциалы и очередной, 10-й импульс

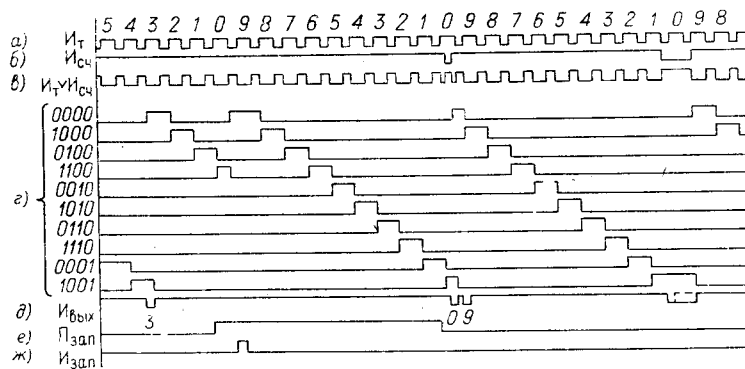


Рис. 2.

вызывает появление на выходе декады $I_{\text{вых}}$, равного по длительности входному. В режиме хранения информации, характеризующемся отсутствием счетных импульсов ($I_{\text{сч}}$) и импульсов записи ($I_{\text{зап}}$), фаза выходных импульсов относительно опорных остается неизменной.

В режиме установки декады в требуемое состояние (записи) в течение периода следования импульсов опорной последовательности на один из входов вентиля B_3 , подключенного к нулевым входам триггеров, подается управляющий потенциал $P_{\text{зап}}$ положительной полярности (см. рис. 2, *е*), на второй вход вентиля B_3 поступает импульс записи, совпадающий с соответствующей фазовой константой (на рис. 2, *ж* этот импульс совпадает с фазовой константой 9) и обеспечивающий сброс всех триггеров в состояние 0000. В результате фаза выходных импульсов декады с этого момента совпадает с соответствующей фазовой константой. Второй вход вентиля B_1 является входом счетных импульсов. Очевидно, что для тактовых и счетных импульсов отрицательной полярности входной вентиль И—НЕ выполняет функции схемы объединения. Поступление на счетный вход каждого импульса, не совпадающего во времени с тактовыми, ускоряет на один период T момент появления выходного импульса $I_{\text{вых}}$, что соответствует изменению фазового состояния декады на единицу в сторону больших чисел. Это режим счета в прямом направлении. Счет импульсов в обратном направлении обеспечивается подачей на счетный вход декады импульса, перекрывающего по длительности паузу между 2 соседними тактовыми импульсами.

Описанная декада ИЕ-551 входит в состав полупроводниковых ТТЛ ИС серии 155 и выполнена по планарно-эпитаксиальной технологии в едином кристалле кремния. Микросхема конструктивно оформлена в корпусе 301 ПЛ14-1. Основные электрические параметры декады: температурный диапазон от -10 до $+70^\circ\text{C}$; напряжение питания $+5\text{ В} \pm 5\%$; типовая потребляемая мощность 120 мВт ; частота входных импульсов $0-10\text{ МГц}$; входные и выходные уровни логического «0» $0,4\text{ В}$ и логической «1» $2,4\text{ В}$; нагрузочная способность 5.

Электрические параметры микросхемы обеспечивают их непосредственное взаимодействие и позволяют объединять их в многодекадные линейки при организации счетчиков структур различного назначения (десятичные регистры, делители, реверсивные счетчики и т. п.).

Универсальная многодекадная линейка. Универсальная линейка содержит (рис. 3) n фазоимпульсных декад, соединенных последовательно по входам счетных и параллельно по входам тактовых импульсов. Входы управления записью объединены в шину разрешения записи, а выходы декад и выходы сигналов записи подключены к соответствующим внешним клеммам линейки. В зависимости от коммутации внешних клемм, линейка может быть использована в режимах много-

декадного делителя, десятичного фазоимпульсного регистра памяти, счетчика импульсов, реверсивного счетчика и счетчика с предустановкой.

В режиме многодекадного делителя счетный вход линейки, функции которого выполняет счетный вход первой декады, подключается к соответствующему источнику входных импульсов $I_{вх}$, а шины разрешения

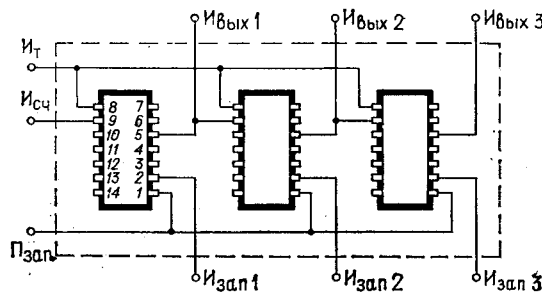


Рис. 3.

записи и тактовых импульсов — к шине питания. При этом на выходах декад появляются последовательно импульсы, следующих с частотой $f_{вх}/10$, $f_{вх}/10^2$, ..., $f_{вх}/10^n$ соответственно. Длительность выходных импульсов определяется длительностью входных. При необходимости шина тактовых импульсов может быть использована для запрета

режима деления. Поскольку входной вентиль И — НЕ декады по отношению к отрицательным импульсам выполняет функции схемы объединения, для запрета режима деления достаточно на вход тактовых импульсов подать нулевой потенциал.

Существует несколько вариантов организации счетчиков на фазоимпульсных декадах. В одном из них шина тактового питания подключается к источнику тактовых импульсов. При отсутствии сигналов на счетном входе приход каждого десятого $I_{Т}$ вызывает появление на выходе каждой декады импульса той или иной фазы. Однако, поскольку эти импульсы, поступая через схему объединения на счетный вход следующей декады, совпадают во времени с тактовыми, они не изменяют фазовое состояние последующих декад.

Рассмотрим работу линейки в режиме прямого счета. Входные импульсы $I_{сч}$ запоминаются синхронизатором прямого счета до появления очередного задержанного относительно тактовых (см. рис. 2, б) импульса фазы «0». Выходной импульс синхронизатора, не совпадающий во времени с тактовыми, вызывает изменение фазового состояния первой декады линейки, а каждый десятый сигнал $I_{сч}$ поступает на декаду, находящуюся в фазовом состоянии «9», т. е. в момент, когда ее триггеры находятся в состоянии 1001. При этом на выходе декады появляется сигнал переноса, не совпадающий во времени с $I_{Т}$, изменяющий состояние последующей декады. Аналогичным образом вырабатывается сигнал переноса в других декадах в момент их перехода из фазового состояния «9» в состояние «0».

В режиме обратного счета каждый входной импульс, расширенный до $T < \tau < 2T$ и привязанный синхронизатором обратного счета к импульсам константы «0», вызывает изменение фазового состояния первой декады вправо по оси времени, т. е. уменьшает ее показание на единицу. При переходе декады из начального состояния в конечное на ее выходе появляется расширенный импульс заема, уменьшающий на единицу показания последующей декады.

Схема синхронизации импульсов прямого счета $I_{сч}^+$, выполненного на вентилях И — НЕ ($B_1 \div B_6$), содержит (рис. 4) два простейших RS-триггера — T_1 (B_1, B_2) и T_2 (B_3, B_4) и два ключа (B_5, B_6). Входной импульс $I_{сч}^+$ отрицательной полярности устанавливает T_1 в единичное состояние. При этом на первый вход B_5 подается разрешающий потенциал, в результате чего очередной импульс положительной полярности, поступающий на второй вход B_5 с выхода «1» генератора констант, переключает T_2 , разрешая прохождение через B_6 задержанного импульса

с выхода «0» генератора констант. Выходной импульс с B_6 , не совпадающий с тактовыми I_T , поступает на счетный вход многодекадной линейки и одновременно на вход установки T_1 в нулевое состояние. Возврат T_2 в исходное состояние происходит по переднему фронту импульса отрицательной полярности с выхода «9» генератора констант.

Аналогичным образом работает канал синхронизации импульсов обратного отсчета. Каждый входной импульс $I_{сч}^-$ вызывает появление на его выходе (по переднему фронту константы «0») импульса, перекрывающего по длительности два импульса тактовой последовательности и обеспечивающего таким образом режим обратного счета.

При реализации универсальных реверсивных счетчиков, обеспечивающих одновременный счет двух нерегулярных последовательностей импульсов (одна из которых воздействует на канал прямого, а вторая — на канал обратного счета), возникает задача устранения сбоев, обусловленных

одновременным или почти одновременным приходом импульсов прямого и обратного счета. Эта задача решается схемой (см. рис. 4), содержащей каналы прямого и обратного счета и схему логической равнозначности, обеспечивающую формирование сдвоенного импульса при одновременном воздействии импульсов по обоим каналам. Таким образом, использование схем синхронизации счетных импульсов обеспечивает работу фазоимпульсного счетчика в совмещенном режиме счета и индикации результата. В тех случаях, когда режимы счета и индикации разнесены во времени, схема прибора может быть упрощена за счет блока синхронизации.

Счетчики с отдельными режимами счета и индикации применяются при реализации частотомеров, мостов, вольтметров с двойным интегрированием, измерителей временных интервалов и т. п. Разделение режимов счета и индикации обеспечивается соответствующей коммутацией счетных и тактовых импульсов, для чего вход многодекадной линейки связан (рис. 5) с источником счетных импульсов через ключ K_1 , а выход генератора тактовых импульсов ГИ соединен с шиной тактирования генератора констант и многозарядной линейки через ключ K_2 . Стартовый импульс начала режима измерения опрокидывает триггер в состояние, при котором ключ K_1 по управляющему входу открыт, а ключ K_2 закрыт. Одновременно с этим стартовый импульс осуществ-

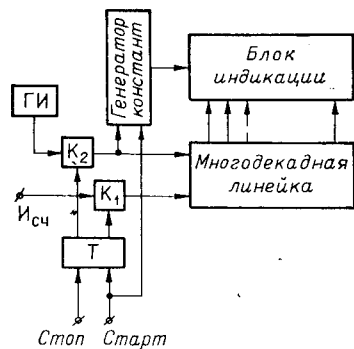


Рис. 5.

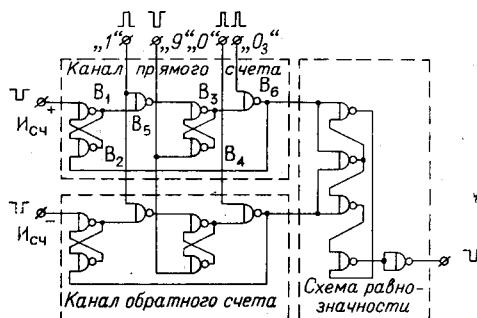


Рис. 4.

ляет сброс в ноль содержимого счетчика и установку в нулевое состояние генератора фазоимпульсных констант. В результате поступление I_T на шину тактирования на время измерения прекращается и происходит интегрирование входных импульсов декадами счетной линейки. Импульс окончания режима измерения воздействует на вход «Стоп» триггера, возвращая его в исходное состояние (режим индикации), при котором прекращается поступление на счетный вход линейки входных импульсов. Содержимое каждой декады многозарядной линейки определяется количеством импульсов, посту-

пивших на ее вход за время измерения, и в дальнейшем остается неизменным. В режиме индикации на управляющий вход K_2 с выхода триггера поступает разрешающий потенциал, и тактовые импульсы с выхода ГИ проходят на шину тактирования, благодаря чему с выхода каждой декады поступает информация о ее состоянии, представленная в фазоимпульсном десятичном коде.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. Л. Маркман. Новые приборы и технико-экономическая эффективность их применения.— Новые приборы и комплектные устройства для точных электрических и магнитных измерений. Киев, УкрНИИИТИ, 1970.
2. Г. Т. Евсеев, А. А. Марчук. Цифровой счетчик импульсов с предустановкой.— Механизация и автоматизация управления, 1971, № 1.
3. В. И. Корнейчук, К. Г. Самофалов. Многоустойчивые элементы в вычислительной технике.— Механизация и автоматизация управления, 1969, № 1.
4. Д. А. Абдуллаев, А. М. Смоляк. Структурная надежность цифровых устройств на многоустойчивых элементах.— Автоматика и телемеханика, 1971, № 3.
5. Л. С. Ситников, Л. Л. Утяков. Счетчиковые структуры с фазоимпульсным кодированием на основе интегральных схем.— Автометрия, 1970, № 4.
6. К. Г. Борисов, Л. С. Ситников, Л. Л. Утяков. Новые возможности построения универсальных счетных декад на интегральных схемах.— Приборы и системы управления, 1972, № 4.

Поступила в редакцию 12 июля 1972 г.

УДК 621.317.70

А. Н. КАСПЕРОВИЧ, Н. В. ЛИТВИНОВ

(Новосибирск)

О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДВУХТАКТНЫХ УСТРОЙСТВ ВЫБОРКИ И ХРАНЕНИЯ

Одним из эффективных средств повышения быстродействия аналого-цифровых преобразователей (АЦП) — в смысле повышения допустимой скорости изменения измеряемой величины — является использование в АЦП фиксаторов уровня, иначе говоря, устройств выборки и хранения (УВХ). В [1] были рассмотрены основные составляющие погрешности УВХ.

Как показано в [1], УВХ характеризуются динамическими погрешностями: а) погрешностью, определяемой затуханием переходных процессов после каждой новой выборки; б) погрешностью, возникающей в режиме слежения; подробно эта составляющая УВХ была рассмотрена в [2]; в) апертурной погрешностью, определяемой конечным временем выключения ключа УВХ — и статическими погрешностями узлов УВХ, из которых целесообразно выделить погрешность «скачка», возникающую в момент изменения состояния ключевого элемента УВХ.

В [3] описана и тщательно проанализирована реализация одноктактного УВХ с обратной связью, позволяющего в ряде случаев получать хорошие результаты. Для уменьшения общего времени измерения и для уменьшения погрешности, вызываемой переходными процессами, были предложены двухтактные УВХ. Одно из таких УВХ было рассмотрено в [4].