

Г. В. БАСАЛАЕВ, А. Б. КМЕТЬ, В. И. РАКОВ,
М. А. РАКОВ, В. А. ТАРАСЕВИЧ
(Львов)

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДОЛГОВРЕМЕННОГО ЗАПОМИНАНИЯ МГНОВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ

При экспериментальных исследованиях, требующих получения с большого числа датчиков информации, относящейся к одному и тому же моменту времени, в случае последовательного или параллельно-последовательного опроса возникает необходимость применения устройств промежуточной памяти. Аналогичная задача возникает при измерении ряда параметров в одной точке пространства аппаратурой, установленной на объекте, движущемся с большой скоростью. Вследствие того, что передача данных по телеметрическим каналам производится последовательно во времени, необходимо производить запоминание сигналов на время передачи. В ряде случаев требуемое время хранения достигает нескольких минут и более.

Эту задачу для сигналов постоянного напряжения решает многоканальное аналоговое запоминающее устройство, описанное в настоящей статье. Рассматриваемое запоминающее устройство можно отнести к классу долговременных дискретных конденсаторных запоминающих устройств многократного действия с узлом переработки аналоговой информации в код и узлом обратного превращения кода в аналоговую величину. Функционально устройство выполнено на время-импульсных фазовых многоустойчивых элементах, которые и осуществляют указанные преобразования. Такое решение позволяет при достаточно простом использовании достигнуть неограниченного времени хранения информации в запоминающих устройствах на конденсаторах.

Неограниченное время хранения в сочетании с произвольным доступом расширяет функциональные возможности запоминающего устройства. Принципиально устройство может быть использовано для выполнения ряда функциональных операций, в частности для запоминания максимального и минимального значений сигнала на заданном временном интервале. Элементарная ячейка памяти долговременного аналогового запоминающего устройства представляет собой сочетание следующей схемы и время-импульсного фазового многоустойчивого элемента (рис. 1). Запоминание сигнала осуществляется на конденсаторе C . Многоустойчивый элемент позволяет неограниченно долго сохранять дискретные уровни напряжения путем периодической подпитки, величина которой определяется снижением напряжения на конденсаторе за счет его раз-

ряда. Теория и принципы построения многоустойчивых элементов этого типа подробно рассмотрены в [1—3].

Многоустойчивый элемент представляет собой четырехполюсник с многоэкстремумной (многогорбой) амплитудной характеристикой. Известно [1—3], что введение обратной связи в четырехполюснике с многогорбой характеристикой позволяет получить ряд равновесных состояний, число которых определяется количеством экстремумов в характеристике. Работоспособность и надежность элементов в значительной степени зависит от способа формирования многогорбой характеристики в четырехполюснике. Наиболее перспективным способом получения многогорбой характеристики является использование динамического

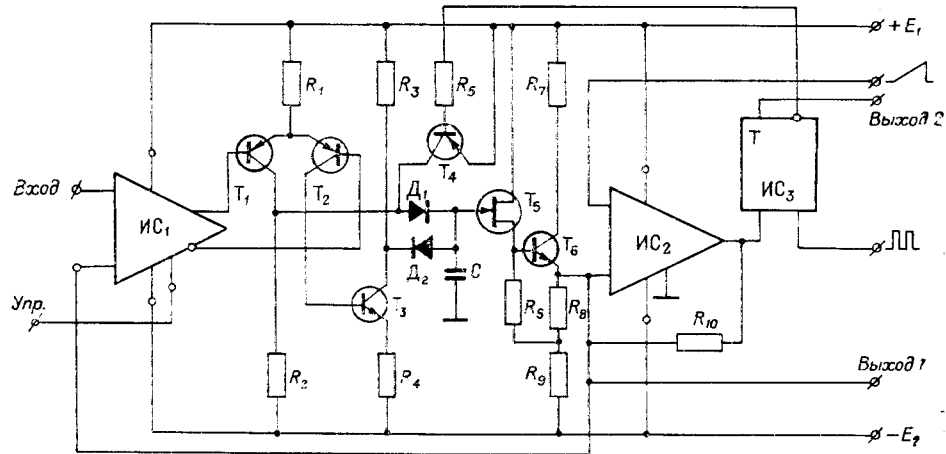


Рис. 1.

преобразования напряжение—фаза и фаза—напряжение [3]. При этом число равновесных состояний элемента, использующего принцип динамических преобразований, не критично к параметрам и компонентам схемы и определяется соотношением опорной и тактовой частот, подаваемых от внешнего источника возбуждения, являющегося общим для всех элементов. Равновесные состояния в таком элементе отличаются друг от друга как уровнями постоянного напряжения, так и значением фазы импульсной последовательности.

В описываемом аналоговом запоминающем устройстве (ЗУ) применены многоустойчивые элементы указанного типа. На приведенной схеме (см. рис. 1) многоустойчивый элемент собран на транзисторах $T_4—T_6$ и интегральных схемах $ИС_2$ и $ИС_3$. Преобразование напряжения в фазу осуществляется при помощи дифференциального усилителя с большим коэффициентом усиления ($ИС_2$) и положительной обратной связью (R_{10}) в сочетании с триггером с отдельными входами ($ИС_3$). При изменении напряжения на входе $ИС_2$ длительность импульсов на выходе триггера $ИС_3$ плавно меняется от величины, равной длительности периода тактовых импульсов до минимальной, определяемой разрешающей способностью триггера таким образом, что при изменении входного напряжения от нуля до номинальной величины описанные изменения длительности импульсов на выходе триггера имеют место n раз, где n — соотношение частот. Эти импульсы, длительность которых зависит от величины напряжения на конденсаторе C (см. схему включения преобра-

зователя напряжение — фаза рис. 1), через усилитель тока, собранный на T_4 , осуществляют обратное преобразование и, таким образом, необходимую подпитку напряжения на конденсаторе. На транзисторах T_5, T_6 собран буферный каскад, служащий для согласования сопротивлений. Необходимая точность ячейки памяти обеспечивается выбором соответствующего количества дискретных уровней напряжения посредством соответствующего выбора соотношения опорной и тактовой частот напряжений, поступающих на элементы.

Следящая схема представляет собой компараторное зарядное устройство и состоит из собственного компаратора, собранного на дифференциальном усилителе ИС₁ инвертора на транзисторе T_2 и зарядно-разрядных усилителей (транзисторы T_1 и T_3). В процессе ввода напряжение на конденсаторе четко следит за входным сигналом. На время ввода информации действие обратной связи многоустойчивого элемента не прекращается, что допустимо, если воздействие этой связи на заряд емкости не ведет к увеличению погрешности выше заданной. Величину погрешности от воздействия обратной связи можно оценить по формуле.

$$\delta = \frac{\Delta U_{\max}}{U_{\text{вх max}}} \cdot 100,$$

$$\text{где } \Delta U = \frac{R_{\text{л}}}{R_{\text{ф}}} [F(U_{\text{вх}}) - U_{\text{вх}}]; \quad R_{\text{л}} —$$

выходное сопротивление следящей схемы; $R_{\text{ф}}$ — эквивалентное сопротивление фильтра; $F(U_{\text{вх}})$ — экстремумная функция вход — выход многоустойчивого элемента. Величина ΔU принимает максимальное значение по абсолютной величине при $U_{\text{вх}} = \frac{U_{\text{вх max}}}{2n}$, где n — количество устойчивых состояний.

Во время хранения информации выход следящей схемы блокирован управляющим напряжением и напряжение на конденсаторе сохраняется за счет работы многоустойчивого элемента. Блок-схема долговременного устройства запоминания аналоговых сигналов, разработанного на основе описанных выше ячеек памяти, представлена на рис. 2. В состав устройства входят блоки постоянного (БПП) и импульсного питания БИП, блок запоминающих элементов (БЗЭ), блоки коммутации (БК) и управления (БУ). Блок запоминающих элементов содержит 40 ячеек памяти, имеющих 256 устойчивых состояний. Число и расположение состояний задаются общим для всех элементов блоком импульсного питания. С этой целью в нем вырабатываются два взаимосвязанных по фазе напряжения: импульсное напряжение частоты nf со скважностью 2,5 и напряжение пилообразной формы частоты $nf/256$, причем амплитуда последнего на 10% превышает максимальное значение запоминаемого сигнала. Вывод информации осуществляется с помощью БК параллельно по двум каналам в виде сигналов постоянного напряжения. Непосред-

ственная коммутация аналоговых сигналов с высокой точностью представляет определенные трудности. В данном устройстве эта задача облегчается тем, что ячейки памяти наряду с аналоговым выходом имеют выход в цифровой форме. Очевидно, что коммутация кодированных сигналов без потери точности не составляет

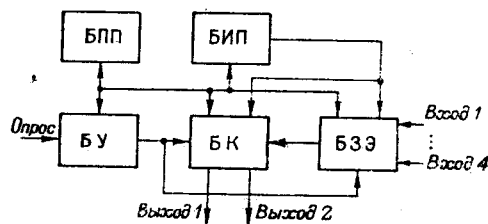


Рис. 2.

больших трудностей и легко выполняется диодными схемами. Обратное преобразование фазо-импульсного сигнала в уровень постоянного напряжения на выходе осуществляется с помощью аналогичной запоминающей ячейки. Вследствие того, что пилообразные напряжения, питающие блок запоминающих элементов и выходной преобразователь, одинаковы, достигается высокая точность восстановления аналогового сигнала по его фазо-импульсному коду. Дополнительно путем задержки запуска генератора пилообразного напряжения, питающего выходной преобразователь, погрешность передачи уровня напряжения в данном коммутаторе может быть сделана очень малой.

Управление работой устройства производится путем подачи серий импульсов. Имеется пять режимов работы. Четыре из них — с циклической выборкой, отличающиеся частотой опроса. В пятом режиме осуществляется произвольная выборка путем подачи управляющих сигналов в двоичном коде на установочные входы коммутатора. Запись производится одновременно во все запоминающие элементы либо в начале каждого цикла опроса, либо по команде, поступающей с блока управления в зависимости от характера изменения сигналов на контрольных датчиках. В каждом режиме работы по первому каналу обоих выходов подается специальный маркерный сигнал постоянного напряжения.

Основные технические данные прибора следующие: диапазон запоминаемых напряжений от 0 до +6В; погрешность не хуже 1%; время запоминания 5 мс; время хранения не ограничено; потребляемая мощность 4 Вт; вес не более 2,5 кг; объем 2 дм³.

ЛИТЕРАТУРА

1. Я. Т. Дуб, М. А. Раков. Время-импульсные многоустойчивые элементы: реализация, управление, свойства.— Автоматика и телемеханика, 1970, № 7.
2. В. И. Раков, М. А. Раков, В. А. Тарасевич. Схемы время-импульсных многоустойчивых РС-элементов.— В сб. «Отбор и передача информации», вып. 24. Киев, «Наукова думка», 1970.
3. М. А. Раков. Частотно-фазовые многоустойчивые элементы автоматики. Реферат докт. дисс. М., МЭИ, 1971.

*Поступила в редакцию
22 сентября 1971 г.*
