

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПА АВТОКОРРЕЛЯЦИИ

Ю. К. ПЕТРОВ

(Представлена научным семинаром кафедры математических и счетно-решающих приборов и устройств)

Принцип автокорреляции широко используется для обнаружения скрытой периодичности при математических исследованиях.

Принцип автокорреляции может быть использован для анализа сигнала обратной связи от объекта автоматического регулирования. Допустим, нам известно, что один из регулируемых параметров q системы вызывает реакцию системы, которая имеет период T_0 и проявляется в сложном сигнале обратной связи $U(t)$, который наряду с периодичностью T_0 содержит несколько других составляющих. В таком случае для управления параметром q необходимо оценить вес периодичности в сложном сигнале $U(t)$. Используем принцип автокорреляции, определим интеграл

$$I = \int_0^{nT_0} U_0(t) U_0(t + T_0) dt. \quad (1)$$

Величина интеграла I может служить управляющим сигналом для параметра q . Автоматическое вычисление зависимости [1] легко реализуется с помощью стандартных аналоговых средств вычислительной техники (рис. 1).

Поскольку для вычисления корреляционной функции используются такие сложные устройства вычислительной техники, как блок постоянно-

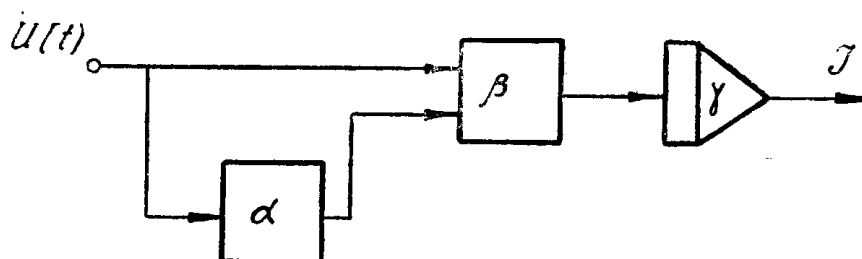


Рис. 1. α —блок постоянного запаздывания; β —блок перемножения, γ — интегрирующий блок

го запаздывания и блок перемножения, возникает необходимость конструирования и изготовления более простых корреляторов.

Особенно упрощается задача автокорреляции, когда сигнал обратной связи носит импульсный характер. В таком случае характеристиками периодической последовательности являются только период и фазовый сдвиг — между двумя периодическими импульсными последовательностями с одинаковым периодом. Импульсный автокоррелятор показан на рис. 2, где линия задержки представляет собой некоторое электротехническое устройство. В зависимости от величины T_0 это может быть

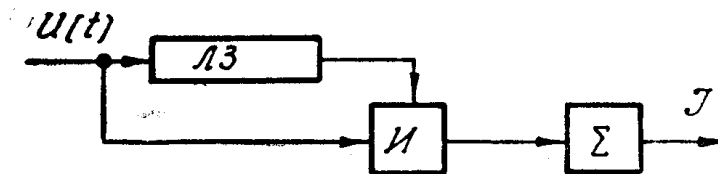


Рис. 2

длинная линия, магнитоотрицательная задержка или устройство записи — считывания с магнитной лентой и т. п. Линия задержки реализует задержку всех импульсов исходной последовательности на период, немного меньший T_0 . Импульсами с выхода линии задержки управляется импульсно-потенциальная схема совпадения H . Импульсы со схемы совпадения попадают на вход суммирующего устройства Σ . Пороговый элемент Σ работает в импульсном режиме таким образом, что через каждый интервал времени nT_0 информация в нем стирается и он устанавливается в исходном положении. Если число импульсов превышает некоторое пороговое значение $m < n$, то возникает сигнал I , который может быть использован для управления параметром q . Пороговый элемент необходим для улучшения помехоустойчивости коррелятора и числовое значение n зависит от уровня помех в исходном сигнале $U(t)$.

Устройство рис. 2 значительно проще устройства рис. 1. Однако и то и другое устройство оказываются неприменимыми в некоторых специфических ситуациях. Предположим, что характер управляющего воздействия должен измениться при наличии в сигнале обратной связи $U(t)$ вместо одной последовательности T_0 , двух последовательностей с периодом T_0 , которые сдвинуты по фазе. В таком случае необходимо иметь коррелятор, различающий две периодические последовательности, которые имеют одинаковый период и отличаются только по фазе. Посредством схем рис. 1 и рис. 2 нельзя решить такую задачу.

Поставим вопрос, почему схемы рис. 1 и 2 не различают фазовых сдвигов импульсных последовательностей? Дело в том, что в описанных схемах используются устройства запаздывания, работа которых не зависит от фазовых сдвигов исходной последовательности: они задерживают все импульсы исходной последовательности независимо от фазовых сдвигов. Назовем такого рода устройство запаздывания открытым. Вход этого устройства всегда открыт, независимо от того, задерживает оно какой-то другой импульс исходной последовательности или нет.

Для того, чтобы понять, каким образом следует изменить схему рис. 2, чтобы она стала фазочувствительной, рассмотрим принцип работы некоторого фазочувствительного коррелятора. В схеме рис. 2 заметим открытое устройство запаздывания закрытым: таким, чтобы на время активного состояния, в котором происходит задержка импульса, вход его был закрыт. Таким устройством может быть обычное кipp-реле. Возьмем N кipp-реле с периодом релаксации T_0 и соберем N схем рис. 2. Для этого нам потребуется соответствующее количество схем совпадения H и пороговых элементов Σ . Включим все схемы параллельно и на входе устройства поставим распределитель импульсов, ко-

торый будет направлять первый импульс и все последующие импульсы на вход первой задержки, второй импульс и все последующие импульсы — на вход второй задержки и т. п. В такой схеме сигнал будет возникать на выходах тех схем, кipp-реле которых будут запускаться импульсами, принадлежащими периодическим последовательностям с периодом T_0 . Если исходная периодическая последовательность будет содержать несколько периодичностей f_0 с периодом T_0 , которые сдвинуты по фазе, то сигнал I возникнет на нескольких выходах.

Сконструированный таким образом коррелятор выполняет разделение периодических последовательностей по фазе. Однако число N должно превышать максимальное число импульсов-помех, возникающих в исходной последовательности между двумя импульсами периодической последовательности, f_0 в общем случае может быть очень большим. Поэтому техническая реализация такой схемы оказывается невозможной. Тем не менее развитые в предыдущем абзаце идеи указывают путь изменения схемы рис. 2 в таком направлении, чтобы она стала фазочувствительной. Открытое устройство запаздывания в схеме рис. 2 следует сделать закрытым и сфазировать начало работы линии задержки с моментом прихода одного из импульсов, принадлежащих последовательности f_0 .

Соответствующее устройство, которое легко можно реализовать практически, показано на рис. 3. Схема рис. 2 дополняется устройством управления $УУ$ и вентильным устройством $В$. Вентильное устройство нормально открыто. Первым импульсом со схемы совпадения запускает-

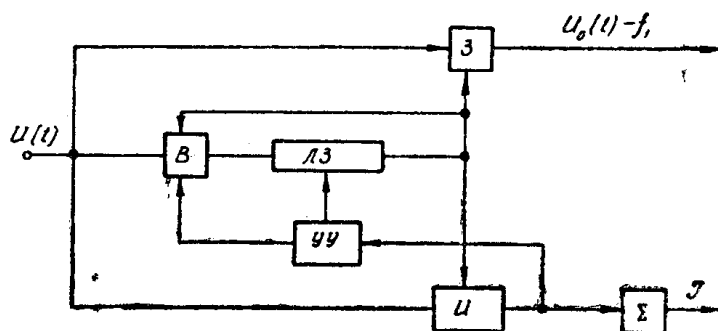


Рис. 3

ся устройство управления, которое стирает всю информацию в линии задержки и изменяет режим работы вентильного устройства. Теперь вентильное устройство открывается только на небольшой промежуток времени синхронно со схемой $И$ в момент прихода на вход задержки импульсов последовательности f_0 .

При необходимости использования в качестве управляющего сигнала некоторого коррелята I от второй периодической последовательности необходимо иметь два экземпляра устройств рис. 3. Оба устройства включаются последовательно, причем на вход последующего устройства подается исходная последовательность $U(t)$, из которой исключена одна из последовательностей f_0 . Операцию исключения последовательности f_0 можно осуществить с помощью схемы запрета 3, как показано на рис. 3.

В описанном приборе могут быть использованы только такие устройства запаздывания, информация в которых может стираться по внешнему сигналу. Такими устройствами могут быть всякого рода сдвигающие регистры на триггерах, ферритовых кольцах, магнитных пленках, туннельных диодах и т. п.