

## УСТРОЙСТВО ВЫДЕЛЕНИЯ НЕОБХОДИМОЙ ИНФОРМАЦИИ ИЗ ДВУХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИМПУЛЬСНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ

Ф. А. Домнин

В дискретных устройствах автоматического регулирования различных производственных процессов часто применяется сравнение регулируемого параметра, преобразованного в импульсный сигнал с переменной частотой следования, с эталонным импульсным сигналом. Примером этого могут служить дискретные устройства регулирования скорости приводных двигателей в прокатном, бумажном и других видах производства. Построенные для этих целей дискретные схемы состоят из преобразователя скорости измеряемого объекта в частоту, счетного и выходного устройства. В качестве счетных устройств применяются различные регистры и счетчики.

Счетные устройства, помимо непосредственного подсчета, производят и выделение необходимой информации. Так, для определения разности частот двух импульсных сигналов, которая пропорциональна величине отклонения скорости приводного устройства от заданного значения, обычно применяется реверсивный счетчик. Однако при изменении частот входных сигналов возможны временные совпадения входных импульсов, которые могут вызвать сбои в работе реверсивного счетчика. Использование для устранения этого явления специальных дополнительных устройств делает общую схему громоздкой и сложной. Громоздкость дискретной схемы с существующими счетными устройствами значительно возрастает при необходимости одновременного сравнения скоростей вращения нескольких приводных систем.

Применяемые дискретные устройства могут быть значительно упрощены и будут иметь большую надежность, если для выделения полезной информации применять специальные схемы, а подсчет полученной информации выполнять обычным нереверсивным счетчиком.

В статье описана схема устройства, позволяющего из двух периодических импульсных сигналов выделить сигнал, соответствующий разности двух периодических импульсных последовательностей, максимальной и минимальной входной импульсной последовательности.

В рассматриваемом устройстве необходимая информация получается в результате суммирования на ключевом элементе вспомогательных импульсных последовательностей, сформированных из входных импульсных сигналов. Работа схемы выделения разности двух импульсных последовательностей может быть описана следующей системой уравнений:

$$\begin{aligned}\Delta n &= n_2 - 2n'_{\min} - n_c; \\ n_2 &= n_1 + n_2 - n_c; \\ 2n'_{\min} &= \begin{cases} 2(n_1 - n_c) & \text{при } n_1 < n_2; \\ 2(n_2 - n_c) & \text{при } n_2 < n_1, \end{cases} \end{aligned} \quad (1)$$

где  $n_1$  — первая входная периодическая импульсная последовательность;  
 $n_2$  — вторая входная периодическая импульсная последовательность;

$n_c$  — импульсная последовательность, соответствующая временному совпадению входных импульсов;

$\Delta n$  — разностная импульсная последовательность.

В уравнениях (1)  $n_c$ ,  $2n'_{\min}$ ,  $n_c$  являются вспомогательными импульсными последовательностями, которые формируются из входных сигналов. Согласно приведенным уравнениям, величина  $\Delta n$  будет обрабатываться при изменении частот входных сигналов друг относительно друга в любых пределах. Ограничение входных частот может быть вызвано только характеристиками применяемых элементов.

Максимальная импульсная последовательность выделяется согласно следующей системе уравнений:

$$\begin{aligned} n_{\max} &= n_c - n'_{\min}; \\ n_c &= n_1 + n_2 - n_c; \\ n'_{\min} &= \begin{cases} n_1 - n_c & \text{при } n_1 < n_2; \\ n_2 - n_c & \text{при } n_2 < n_1. \end{cases} \end{aligned} \quad (2)$$

Совместное решение уравнений (2) дает

$$n_{\max} = \begin{cases} n_1 & \text{при } n_1 > n_2; \\ n_2 & \text{при } n_2 > n_1. \end{cases}$$

Минимальная импульсная последовательность из двух входных импульсных сигналов выделяется согласно уравнениям

$$\begin{aligned} n_{\min} &= n'_{\min} + n_c; \\ n'_{\min} &= \begin{cases} n_1 - n_c & \text{при } n_1 < n_2; \\ n_2 - n_c & \text{при } n_2 < n_1. \end{cases} \end{aligned} \quad (3)$$

Совместное решение уравнений (3) дает

$$n_{\min} = \begin{cases} n_1 & \text{при } n_1 < n_2; \\ n_2 & \text{при } n_2 < n_1. \end{cases}$$

Как видно из уравнений (1) — (3), необходимая информация об относительном характере изменения входных сигналов может быть получена суммированием вспомогательных импульсных последовательностей  $n_c$ ,  $n'_{\min}$ ,  $2n'_{\min}$  и  $n_c$ . Остановимся на рассмотрении схемы устройства выделения разности двух импульсных последовательностей.

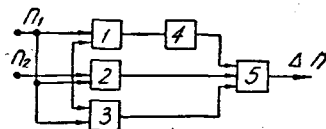


Рис. 1. Блок-схема выделения разности двух импульсных последовательностей.

На рис. 1 приведена блок-схема устройства выделения  $\Delta n$ .

Входные сигналы  $n_1$  и  $n_2$  одновременно поступают на входы узлов 1, 2, 3 (рис. 1). В соответствии с уравнениями (1) узел 1 вырабатывает  $n'_{\min}$ , узел 2 —  $n_c$  и узел 3 —  $n_c$ . Импульсная последовательность  $2n'_{\min}$  вырабатывается узлом 4. Полученные вспомогательные импульсные последовательности суммируются на ключевом элементе 5, на выходе которого выделяется искомый сигнал.

Реализация узлов 1, 2, 3 блок-схемы наиболее проста при применении ферритовых сердечников. В этом случае работа всех узлов поясняется временной диаграммой, приведенной на рис. 2. Импульсы  $n_1$  (рис. 2, а) и импульсы  $n_2$  (рис. 2, б) поступают на соответствующие входные обмотки ферритовых сердечников. Для получения  $n'_{\min}$  на ферритовый сердечник

узла 1 входные импульсы  $n_1$  и  $n_2$  подаются в противофазе. При поочередном воздействии входных сигналов сердечник должен перемагничиваться от каждого входного импульса обоих каналов. Не перемагничивается сердечник только при последовательном воздействии нескольких импульсов одного из входов или при временном совпадении входных импульсов. Таким образом, выходная импульсная последовательность узла 1 после однополупериодного выпрямления будет соответствовать  $n'_{\min}$ . Для получения  $2n'_{\min}$  выходные импульсы с узла 1 подаются на двухполупериодный выпрямитель (узел 4). Рис. 2, в и г поясняют выделение вспомогательной импульсной последовательности  $2n'_{\min}$ .

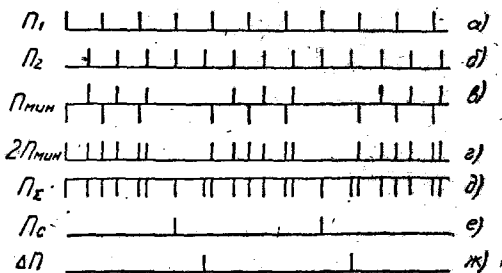


Рис. 2. Временная диаграмма работы устройства выделения разности двух импульсных последовательностей.

Для формирователя  $n_x$  на ферритовый сердечник узла 2 импульсы  $n_1$  и  $n_2$  подаются согласно. Ферритовый сердечник узла 2 имеет постоянное подмагничивание, величина которого выбирается так, чтобы сердечник перемагничивался от каждого входного импульса  $n_1$  и  $n_2$ . При временном совпадении входных импульсов в выходной обмотке ферритового сердечника узла 2 появляется только один импульс. Поэтому на выходе

узла 2, в соответствии со вторым уравнением системы (1), выделяется импульсная последовательность  $n_x$  (рис. 2, д).

Для выделения импульсной последовательности  $n_c$ , соответствующей временному совпадению входных сигналов  $n_1$  и  $n_2$ , на ферритовый сердечник узла 3 подаются входные сигналы так же, как и на сердечник узла 2. Величина постоянного смещения выбирается такой, чтобы сердечник 3 перемагничивался только при совпадении входных им-

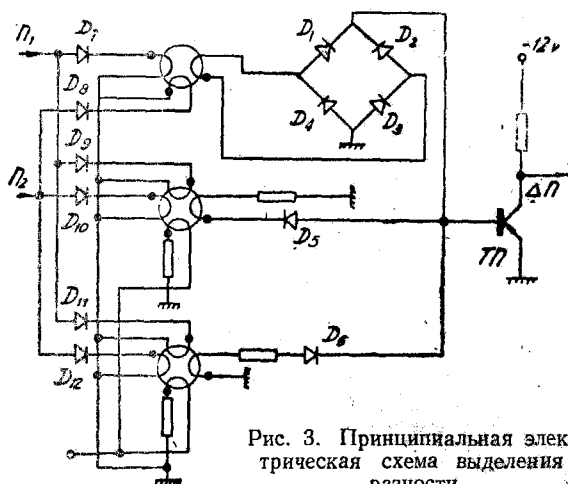


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема выделения разности.

пульсов (рис. 2, е). Если из двух входных импульсных последовательностей выбросить по импульсу при условии, что один импульс следует сразу за другим, то разностная импульсная последовательность не изменится. Назначение узла 3 — запретить прохождение на выход в какой-то степени совпадающих входных импульсов, т. е. он как бы выбрасывает по одному импульсу с каждой входной последовательности. Поэтому подмагничивание ферритового сердечника узла 3 выбирается такое, чтобы он перемагничивался при суммарной амплитуде входных сигналов, равной  $1,2 \div 1,3$  от амплитуды импульса  $n_1$  или  $n_2$ . Выделенные импульсные последовательности  $n_x$ ,  $2n'_{\min}$ ,  $n_c$  суммируются на ключевом элементе 5. Разност-

ные импульсы на выходе ключа 5 должны появляться только при отсутствии выходных импульсов узлов 1 и 3 (рис. 2, ж). Поэтому для надежной работы всей схемы выделения разностной импульсной последовательности необходимо, чтобы выходные импульсные сигналы узлов 1 и 3 надежно компенсировали выходные импульсы узла 2 при одновременном их воздействии на ключ.

Для надежной работы всего устройства входные импульсы  $n_1$  и  $n_2$  должны быть одинаковы по амплитуде и длительности. Следует форми-

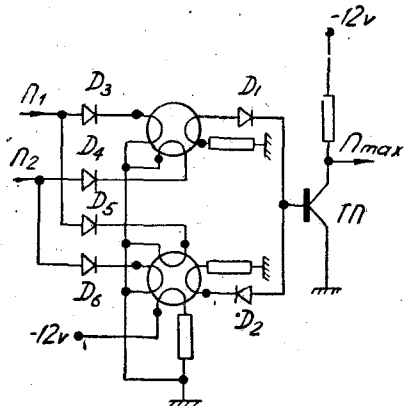


Рис. 4. Принципиальная электрическая схема устройства выделения максимальной импульсной последовательности из двух входных.

вых сердечников при перемагничивании. Ключевой элемент выполнен на транзисторе ТП.

Как следует из уравнений (2), схема выделения  $n_{\max}$  из двух периодических импульсных последовательностей строится по такому же прин-

ровать импульсы  $n_1$  и  $n_2$  с минимальной длительностью. В данном случае длительность импульсов  $n_1$  и  $n_2$  ограничивается временем перемагничивания ферритовых сердечников и должна быть не менее 1—2 мксек. Так как с увеличением скважности входных импульсов повышается чувствительность схемы к изменению частоты входных сигналов, то желательно, чтобы максимальная частота входных сигналов не превышала 25÷30 кГц, что соответствует скважности 20÷30.

Указанное частотное ограничение является условным. В конкретных случаях может быть допущена значительно большая частота входных сигналов.

На рис. 3 приведена принципиальная схема рассмотренного устройства. Диоды  $D_7 \div D_{12}$  применяются для устранения взаимного влияния феррито-

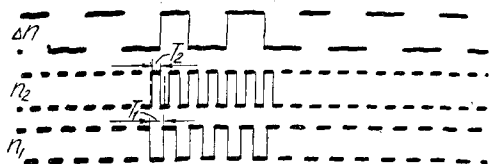


Рис. 5. Осциллограмма работы схемы выделения разности двух импульсных последовательностей.

ципу, что и схема выделения разности  $\Delta n$ . Только отсутствует узел 3 и производится однополупериодное выпрямление выходного сигнала узла 1. Принципиальная схема для выделения  $n_{\max}$  приведена на рис. 4.

Согласно уравнениям (3) для выделения  $n_{\min}$  достаточно использовать узлы 1 и 3 (рис. 1) и применить однополупериодное выпрямление выходного сигнала узла 1. При этом полярность выходных импульсов узлов 4 и 3 должна быть одинаковой.

Экспериментальная проверка рассмотренных схем была проведена при изменении частот входных сигналов от долей герца до 10 кГц. Длитель-

ность входных импульсов изменялась в пределах  $1,5 \div 10$  мксек. Схемы надежно работали при  $t = 60^\circ \text{C}$ .

На рис. 5 приведена осциллограмма, снятая при экспериментальной проверке схемы выделения разности двух импульсных последовательностей. На осциллограмме фиксировалась работа триггеров, запускаемых сигналами  $n_1$ ,  $n_2$  и  $\Delta n$ . Как видно из рис. 5, разностный сигнал  $\Delta n$  появляется, когда внутри двух импульсов  $n_1$  накапливается два импульса  $n_2$ .

Приведенные схемы устройства выделения информации из двух периодических импульсных последовательностей просты и надежны и могут применяться при разработке различных импульсных систем регулирования.

---