

И. В. БИЗИН, Б. Е. ХАЛЕЦКИЙ, В. П. ШУПОВ  
 (Днепропетровск)

### ЦИФРОВОЕ МНОЖИТЕЛЬНО-ДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

В процессе преобразования дискретной информации в вычислительных, управляющих или измерительных устройствах часто возникает необходимость умножения и деления двух величин, заданных числовым кодом, поэтому разработка быстродействующего и сравнительно простого множительно-делительного устройства весьма актуальна.

Наиболее экономичными являются множительно-делительные устройства, основанные на интегрировании преобразуемых сигналов (см. работу\*). Однако недостатком известных схем является низкое быстродействие, так как процессы интегрирования каждой из преобразуемых величин происходят последовательно один после другого.

В данной статье описывается множительно-делительное устройство для умножения, деления и возведения в квадрат двух величин, одна из которых  $A$  задана частотоимпульсным, а другая  $B$  — числоимпульсным кодом. Быстродействие достигается за счет такого построения схемы, которое позволяет производить одновременное интегрирование обеих преобразуемых величин. Блок-схема устройства приведена на рис. 1.

При умножении устройство работает следующим образом. Сомножитель  $B$  задается параллельным кодом

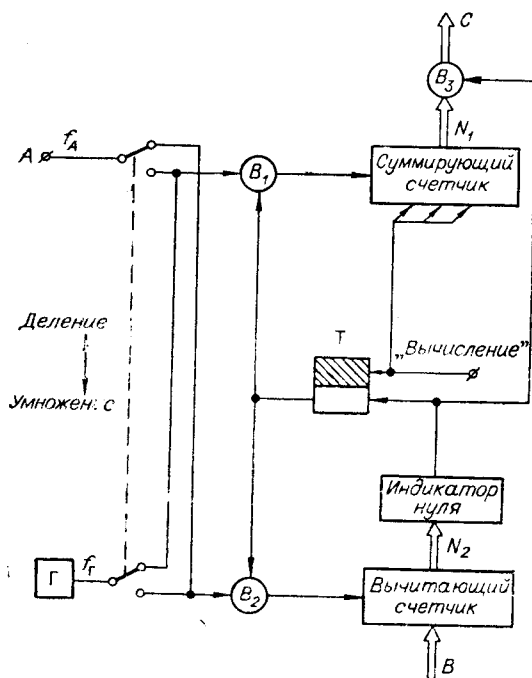


Рис. 1.

\* Л. А. Жук и др. Применение метода поочередного интегрирования сигналов для построения множительно-делительных устройств комбинированного типа. — ИВУЗ, Приборостроение. 1968, № 9.

$$B = b_{k-1} m^{k-1} + b_{k-2} m^{k-2} + \dots + b_i m^i + \dots + b_0 m^0 = \sum_{i=0}^{k-1} b_i m^i; \quad b_i = 0, 1, 2, \dots, m-1,$$

где  $m$  — основные системы счисления;  $k$  — количество разрядов. Этот код параллельно вводится в вычитающий счетчик. Сомножитель  $A$ , представленный частотоимпульсным кодом ( $A = f_A$ ), подается на соответствующий вход устройства. Подачей команды «Вычисление» схему переводят в рабочее состояние, а именно: переводят в состояние 0 триггеры суммирующего счетчика и открывают вентили  $B_1$  и  $B_2$  на входе счетчиков. При этом код  $N_1$  суммирующего счетчика возрастает в соответствии с выражением

$$N_1 = \int_0^{T_1} f_A dt = \int_0^{T_1} A dt, \quad (1)$$

где  $T_1$  — время вычисления. Код  $N_2$  вычитающего счетчика уменьшается по закону

$$N_2 = B - \int_0^{T_1} f_r dt. \quad (2)$$

Учитывая, что частота импульсов  $f_r$  на выходе задающего генератора  $\Gamma$  выбирается условно равной единице ( $f_r = 1$ ) и что при  $N_2 = 0$  цикл вычисления заканчивается ( $t = T_1$ ) командой с выхода индикатора нуля вычитающего счетчика, получаем  $B = T_1$ . Подставляя полученную зависимость в (1) и вводя обозначения  $N_1|_{t=T_1} = C$ , найдем выражение для результата умножения исходных величин:  $C = AB$ .

По окончании умножения вентили  $B_1$  и  $B_2$  автоматически закрываются, а параллельный код произведения через открывшийся ventиль  $B_3$  передается на выход устройства. Графически процесс умножения иллю-

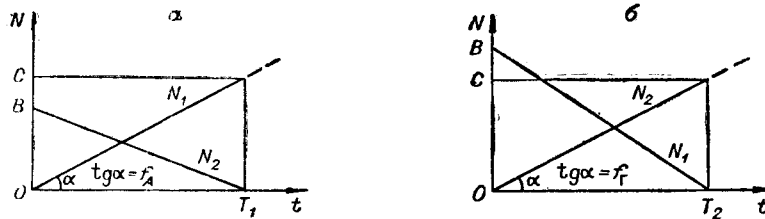


Рис. 2.

стрируется временной диаграммой рис. 2, а. При выбранной частоте  $f_r$  время умножения определяется только величиной сомножителя  $B$ . Емкость вычитающего счетчика выбирается из условия

$$N_{2 \max} = (m-1) \sum_{i=0}^{k-1} m^i, \quad (3)$$

а емкость суммирующего счетчика должна быть не менее величины, определяемой выражением

$$N_{1 \max} = \frac{f_{A \max}}{f_r} (m-1) \sum_{i=0}^{k-1} m^i. \quad (4)$$

Если на вход  $B$  подать величину, представленную числоимпульсным кодом, а на вход  $A$  — эту же величину, представленную частотоимпульсным кодом, то по описанной схеме можно вычислить квадрат этой величины.

При делении делимое  $B$  параллельным кодом вводится в вычитающий счетчик, на вход которого поступают импульсы  $f_A$ , линейно связанные с величиной делителя  $A$ . Код счетчика меняется по закону

$$N_2 = B - \int_0^{T_2} f_A dt = B - \int_0^{T_2} A dt, \quad (5)$$

где  $T_2$  — время деления, определяемое из соотношения  $N_2|_{t=T_2} = 0$ . Суммирующий счетчик интегрирует импульсы единичной частоты, поступающие с задающего генератора:

$$N_1 = \int_0^{T_2} f_r dt. \quad (6)$$

Код суммирующего счетчика в момент  $t=T_2$  представляет собой цифровое выражение частного от деления входных величин:

$$C = f_r \frac{B}{f_A} = \frac{B}{A}.$$

Время деления пропорционально величине делимого  $B$  и обратно пропорционально величине делителя  $A$ . При делении емкость суммирующего счетчика может ограничиваться величиной

$$N_{1 \max} = \frac{f_r}{f_{A \min}} (m - 1) \sum_{i=0}^{k-1} m^i. \quad (7)$$

На рис. 2, б приведена временная диаграмма работы устройства на деление. Следует отметить, что регулируя частоту задающего генератора  $\Gamma$ , можно вводить постоянные коэффициенты в результаты вычисления.

Поступила в редакцию  
23 июня 1970 г.