

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

15
K-61

У.3

698



И.Ф. Колпаков

698

ЦИФРОВАЯ СХЕМА СРАВНЕНИЯ
И ДВОИЧНЫЙ РЕВЕРСИОННЫЙ СЧЕТЧИК
НА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТРИОДАХ

Техн. 1961, № 1, с. 61.

Дубна 1961

И.Ф. Колпаков

698

ЦИФРОВАЯ СХЕМА СРАВНЕНИЯ
И ДВОИЧНЫЙ РЕВЕРСИОННЫЙ СЧЕТЧИК
НА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТРИОДАХ

Направлено в ПТЭ

СОЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
БИБЛИОТЕКА

1 1041/5 48.

А н н о т а ц и я

Описываются пятиразрядный двоичный реверсивный счетчик, на вход которого импульсы могут поступать с частотой до 250 кГц, и цифровая схема сравнения, позволяющая определить наибольшее из чисел, поступивших на вход схемы, и запомнить это число. Числа подаются на вход схемы последовательно. На выходах устройства сигналы появляются в случае, если число, пришедшее на вход, превосходит наибольшее из чисел, поступавших в схему ранее, или равно ему. Предельная частота счета числа равна 250 кГц. Устройство работает устойчиво в диапазоне температур окружающей среды - 10° + 70° С. Схемы выполнены на логических элементах импульсно-потенциального типа с использованием полупроводниковых триодов П16А.

тью удержания открытого триода инвертера в состоянии насыщения. Триоды в инвертерах глубоко насыщены / $S^{1/}$ = 6 + 8 /, и при переключении триггера они с некоторым запаздыванием выходят из насыщения. Этим частично вводится задержка, необходимая для нормальной работы логических цепей. Триггер допускает изменение напряжения коллекторного питания в пределах - 5,5 + -12 в. При напряжении коллекторного питания - 10 в и напряжении смещения +1,2 в триггер потребляет мощность 0,2 вт.

Вентиль /рис. 2/ Вентиль построен на принципе, заимствованном из работы ^{12/}. Для расчета импульсных трансформаторов использовалась методика работы ^{13/}. Вентиль действует следующим образом. В отсутствие сигнала на импульсном входе триод закрыт положительным смещением в базу, равным + 1,2 в. При поступлении отрицательного импульса на вход диод, через который на базу подается положительное смещение, запирается и, если на потенциальном входе в это время присутствует управляющий потенциал, в базу триода через цепочку сопротивлений 3,3 ком - 500 ом - 2,7 ком поступает импульс тока. В этом случае с коллекторной обмотки импульсного трансформатора снимается импульс амплитудой 10 в и длительностью ~1,5 мксек. При отсутствии управляющего потенциала с первичной обмотки трансформатора снимается импульс помехи ~ 0,5 в. Интегрирующая цепочка 500 ом - 1000 пкф введена для устранения влияния переходных процессов в триггере на вентиль, кроме того, она вносит дополнительную задержку управляющего потенциала, требуемую для нормальной работы логических цепей. Для запуска вентиля требуются такие же импульсы, как и для запуска триггера. Задержка импульса при прохождении вентиля составляет ~ 0,2 мксек. Вентиль рассчитан на нагрузку понижающей обмотки 400 ом, что приблизительно равно входному динамическому сопротивлению триггера, поэтому от вентиля можно запустить триггер.

Усилитель /рис. 3/. Усилитель по принципу работы близок к вентилю и отличается тем, что управляющий потенциал к базе триода подается постоянно. Усилитель рассчитан на нагрузку понижающей обмотки 200 ом и от него можно запустить два триггера. Усилитель используется как буферный входной или промежуточный каскад. Входные импульсы усилителя - длительностью от 0,3 мксек и амплитудой 3 + 15 в. С коллекторной обмотки транс-

форматора снимается импульс амплитудой 10 в, длительностью $\sim 1,5$ мксек. Используемые в схемах элементы И, ИЛИ /рис. 4-6/ достаточно полно рассмотрены в литературе /например, см. работу^{4/}/ и здесь подробнее не рассматриваются.

2. Описание схем

Двоичный реверсивный счетчик. Пятиразрядный двоичный реверсивный счетчик /рис. 7/ выполнен по схеме со сквозным переносом. Задержка импульса на разряд равна 0,2 мксек. Максимальная частота следования входных импульсов 250 кгц. Для нормальной работы счетчика требуются входные импульсы длительностью не менее 0,3 мксек и амплитудой 3 + 15 в. Допускается изменение напряжения коллекторного питания от -8 в до -12 в.

Схема сравнения /рис. 8/. Схема сравнения включает два регистра X и Y . Регистр Y является одновременно двоичным счетчиком, построенным по схеме со сквозным переносом. Последовательность работы устройства задается порядком поступления управляющих импульсов на его входы.

Цикл работы схемы выглядит следующим образом. В исходный момент в регистрах X и Y записаны числа, оставшиеся от предыдущего цикла сравнения. При поступлении на вход 1 импульса счетный регистр Y устанавливается на нуль. Затем через некоторый промежуток времени /не короче 4 мксек/ на вход 2, который представляет собой вход счетчика Y , поступает число в виде серии импульсов /с интервалами между импульсами не короче, чем 4 мксек/. С окончанием серии на вход 3 поступает импульс /с задержкой не менее 4 мксек/, с приходом которого начинается сравнение нового числа из регистра Y со старым из регистра X . Сравнение начинается со старших разрядов. Сигнал со входа 3 поступает на вентили B'_1 и B'_2 , которые управляются триггерами старших разрядов регистров X и Y . Если Y оказывается больше, чем X в старшем разряде, то импульс с 3-го входа проходит на импульсную сборку ИЛИ через вентиль B'_2 и появляется на выходе 1, тем самым показывая, что новое число больше старого. Кроме того в этом случае сигнал с той же сборки ИЛИ поступает на входы всех вентилях

B_3 устройства, которые открыты в тех разрядах схемы, где числа X и Y не равны. Поэтому с вентилей B_3 на триггеры регистра X приходят сигналы, производящие перепись нового числа в этот регистр. Если числа в старшем разряде X и Y равны, то импульс сравнения с 3-го входа следует через вентиль B_1 на входы вентиля B_2 и B_2' и числа сравниваются в младших разрядах. При равенстве всех разрядов чисел сигнал сравнения проходит через цепочку вентиля B_1 и появляется на выходе 2. Когда Y оказывается меньшим, чем X , сигнал сравнения не пропускается вентилями B_1 и B_2 в каком-либо разряде, и в регистре Y сохраняется наибольшее из чисел, поступавших в устройство в предыдущие циклы^{х/}.

Схема требует 12 триодов и 36 диодов на разряд. Для нормальной работы устройства требуются положительные входные импульсы с амплитудой $3 + 15$ в и длительностью не менее 0,5 мксек. Двоичный счетчик допускает частоту следования входных импульсов 250 кГц. Работа счетчика проверялась в 10-ти разрядном варианте. С выходов устройства снимаются положительные импульсы с амплитудой 10 в на нагрузке 800 ом и длительностью 1,5 мксек. При номинальном напряжении коллекторного питания - 10 в и напряжении смещения +1,2в схема потребляет мощность ~ 0,45 вт на разряд. Допустимыми являются напряжения коллекторного питания в диапазоне $-7 + -12$ в. Устройство показало устойчивую работу в диапазоне окружающих температур $-10^\circ + +70^\circ\text{C}$.

Устройство предназначено для использования в установке для обработки фотоснимков с пузырьковых камер. Описываемые логические элементы могут быть применены для построения различных счетчиков, регистров, сумматоров и других цифровых схем.

В заключение автор благодарит коллектив группы, где была выполнена данная работа, и в особенности Коренченко С.М., по инициативе которого она была осуществлена, за поддержку и внимание.

^{х/} Если обозначить числа в соответствующих разрядах регистров через X и Y , а сигнал сравнения через C , то логика работы вентиля описывается следующими переключательными функциями^{15/}:

$C(XY + \bar{X}\bar{Y})$ для вентиля B_1 , CXY для вентиля B_2 и $C'(X\bar{Y} + \bar{X}Y)$ для вентиля B_2' , если C' - сигнал с импульсной сборки ИЛИ.

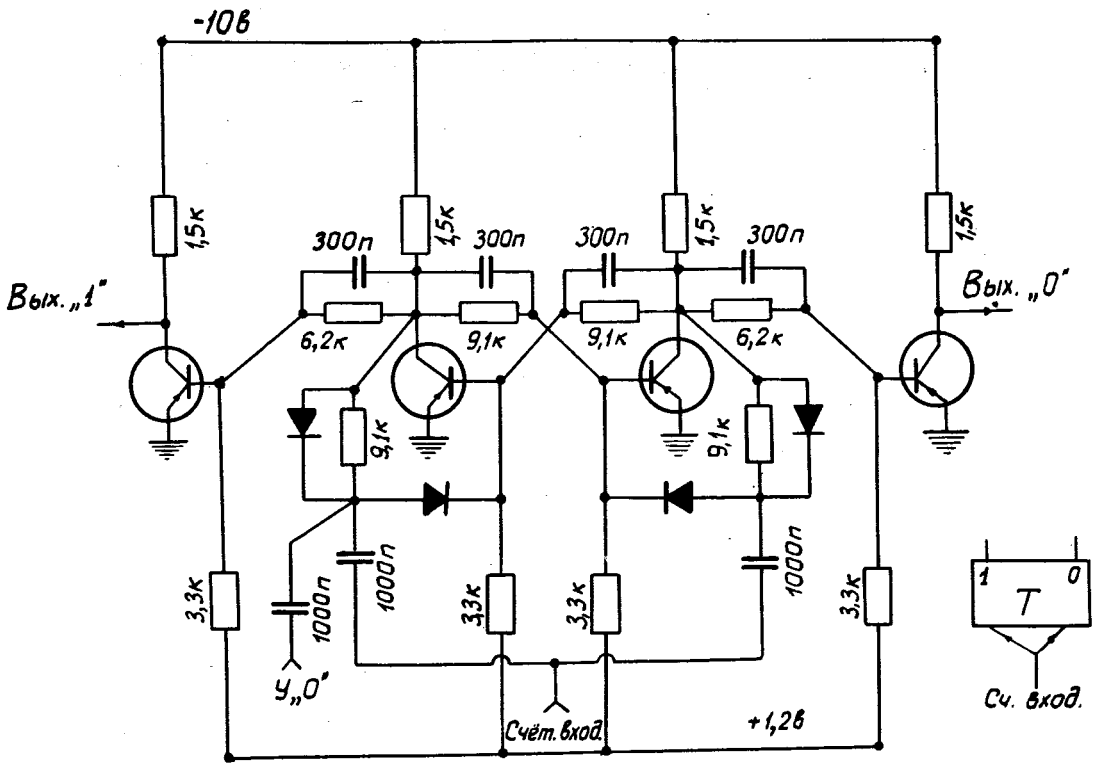


Рис. 1. Триггер

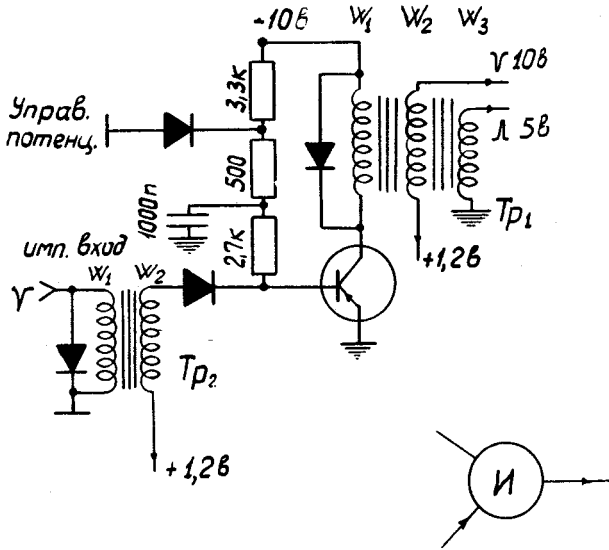


Рис. 2 Вентиль

Данные трансформаторов:

Tr_1 сердечник $\phi 600$
 $8,25 \times 3,75 \times 1,5$

$w_1 : w_2 : w_3 - 90 : 90 : 45$
 сердечник $\phi 1000$
 $10 \times 6 \times 1,5$

$w_1 : w_2 : w_3 - 80 : 80 : 40$
 сердечник $\phi 1000$
 $10 \times 6 \times 5$

$w_1 : w_2 : w_3 - 44 : 44 : 22$

Tr_2 отличается от Tr_1 , отсутствием обмотки w_3 .

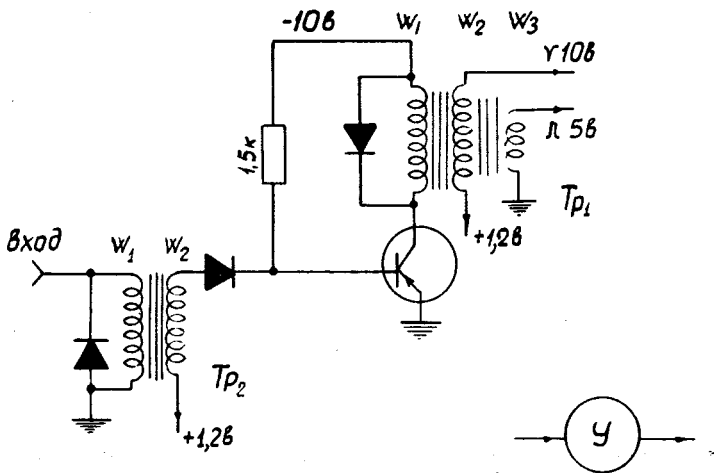


Рис. 3. Усилитель

Данные Tr_1 и Tr_2 - те же, что и в схеме вентилия.

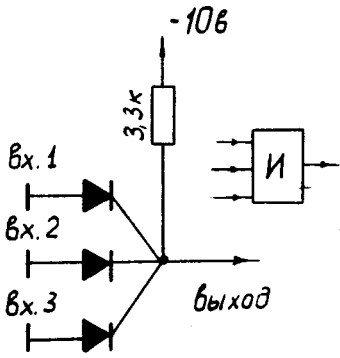


Рис. 4. Потенциальная схема совпадений И.

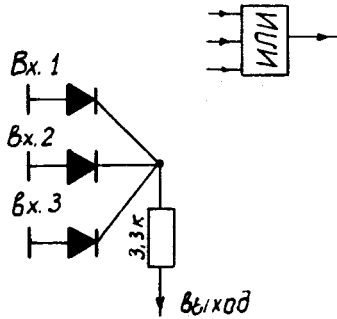


Рис. 5. Потенциальная сборка ИЛИ.

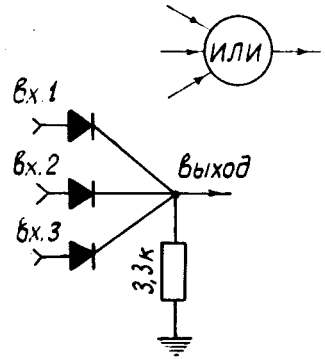


Рис. 6. Импульсная сборка ИЛИ

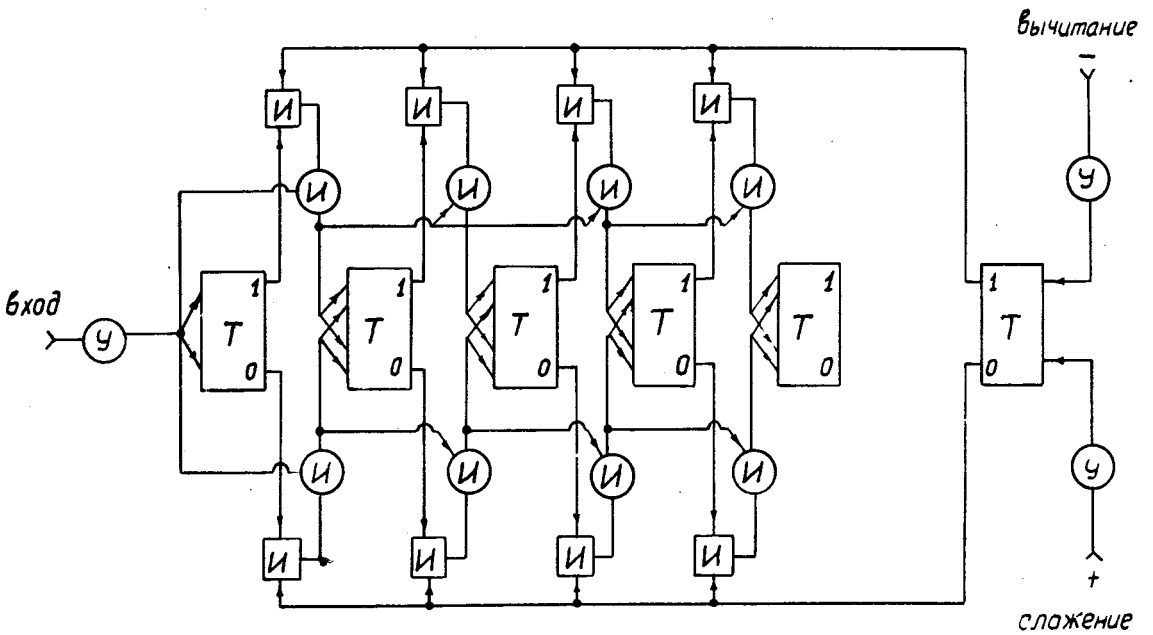


Рис. 7. Блок-схема двоичного реверсивного счетчика.

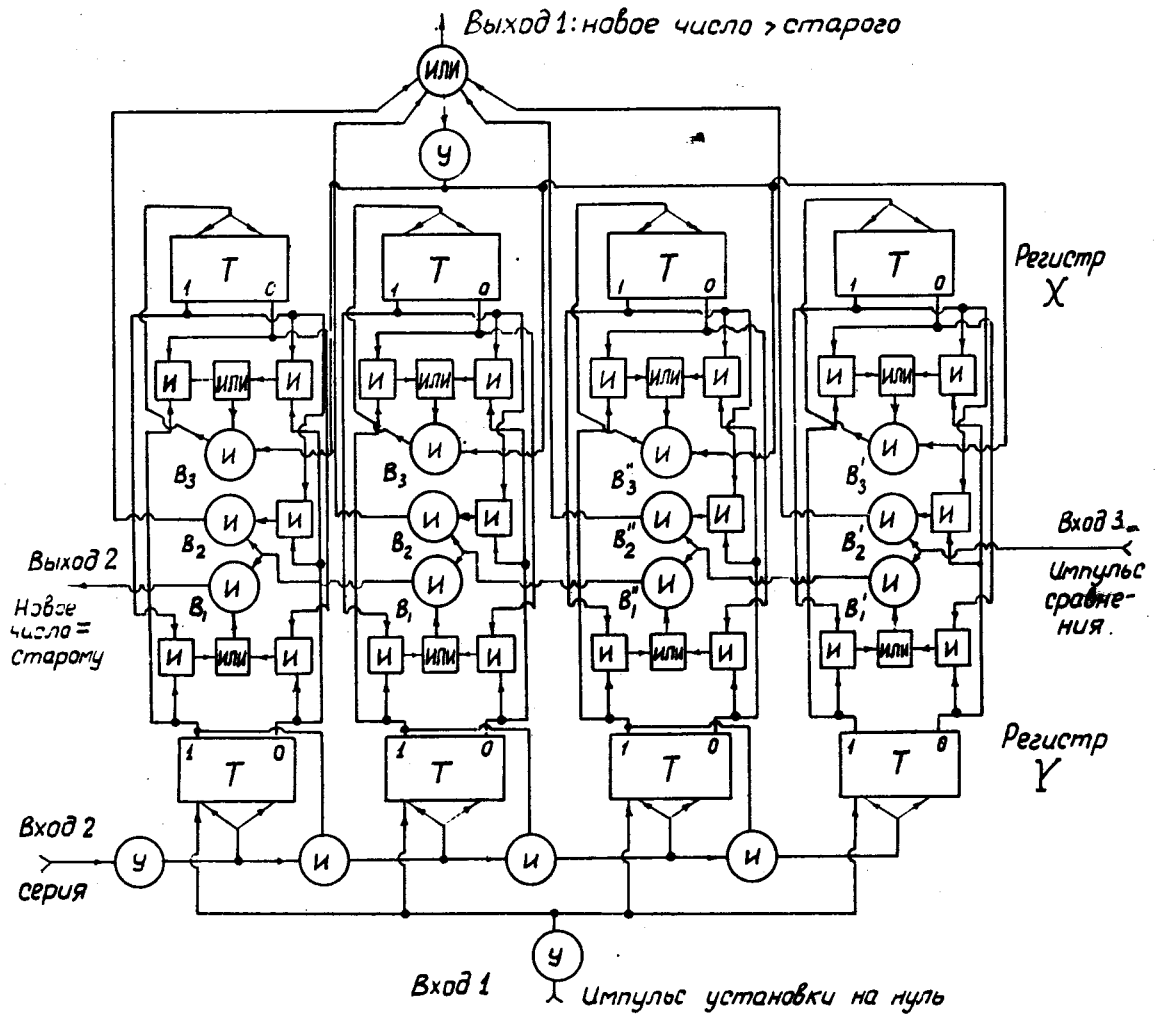


Рис. 8. Блок-схема устройства сравнения.

Л и т е р а т у р а

1. Б.Н. Кононов. Симметричные триггеры на плоскостных полупроводниковых триодах. Госэнергоиздат, 1960 г. стр. 51-63.
2. Применение транзисторных и магнитных элементов в цифровых вычислительных машинах. Перевод с английского. Сборник статей. "Советское радио", 1960 г.
3. М.Е. Лейбман. Импульсная техника. Оборонгиз, 1960 г. стр. 189-196, а также Н.П. Ермолин и А.П. Ваганов. Расчет маломощных трансформаторов. Госэнергоиздат. 1957, стр. 107-126.
4. R.K. Richards. Digital computers. Components and circuits. Van Nostrand, Toronto-New York-London, 1957. Diode switching circuits.
5. Р.К. Ричардс. Арифметические операции на цифровых вычислительных машинах. Перевод с англ. ИЛ, Москва, 1957 г. стр. 35-60.

Рукопись поступила в издательский
отдел 17 марта 1961 г.