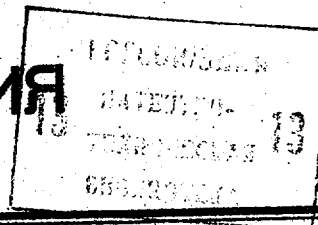




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

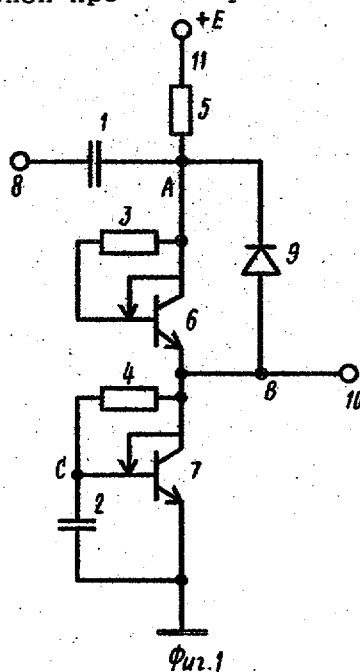
## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3376133/18-21
- (22) 04.01.82
- (46) 15.06.83. Бюл. № 22
- (72) К.Д. Вьяль, Л.Д. Дубровский, Э.А. Матсон и И.Л. Мац
- (53) 621.374(088.8)
- (56) 1. Расчет элементов импульсных и цифровых схем радиотехнических устройств. Под ред. проф. Ю.М. Казаринова, М., "Высшая школа", 1976.
- 2. Авторское свидетельство СССР № 388354, кл. Н 03 К 3/315, 12.11.71.

(54) (57) СЧЕТНЫЙ ТРИГГЕР, содержащий два последовательно соединенных элемента с отрицательной дифференциальной проводимостью, резистор нагрузки, а также элемент памяти, отличающийся тем, что, с целью уменьшения потребляемого тока, в нем в качестве элементов с отрицательной дифференциальной про-

водимостью использованы полупроводниковые приборы с кольцевым затвором базы, а в качестве элемента памяти - конденсатор, при этом коллектор первого полупроводникового прибора с кольцевым затвором базы соединен с резистором нагрузки, а эмиттер - с коллектором второго полупроводникового прибора, с кольцевым затвором базы, эмиттер которого соединен с общей шиной, базы полупроводниковых приборов с кольцевым затвором базы через резисторы смещения подключены к их коллекторам, а между базой второго полупроводникового прибора с кольцевым затвором базы с общей шиной включен конденсатор, а также дополнительно введен диод, включенный между резистором нагрузки и коллектором второго полупроводникового прибора с кольцевым затвором базы.



Изобретение относится к импульсной и вычислительной технике.

Известен счетный триггер на двух транзисторах, содержащий резисторы, запоминающие конденсаторы, диодные ключи. Его быстродействие ограничено временем выхода открытого транзистора из режима насыщения. Для повышения быстродействия схема дополняется цепями, содержащими нелинейные элементы - диоды и транзисторы [1].

Недостатком этого триггера является значительная потребляемая мощность, большое количество элементов, сложность конструкции.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому является счетный триггер, содержащий два последовательно соединенных элемента с отрицательной дифференциальной проводимостью (ОДП) - туннельные диоды, резистор нагрузки, а также элемент памяти, состоящий из двух резисторов и индуктивности [2].

Недостатками этой схемы являются большой ток потребления в статическом режиме, низкие помехоустойчивость и перепад логических уровней выходного сигнала, обусловленные малой разностью напряжений пика и впадины туннельного диода. Кроме того, из-за индуктивности затруднена реализация счетного триггера в интегральном исполнении.

Цель изобретения - снижение тока потребления триггера в статическом режиме.

Поставленная цель достигается тем, что в счетном триггере, содержащем два последовательно соединенных элемента с отрицательной проводимостью, резистор нагрузки, а также элемент памяти, в качестве элементов с отрицательной дифференциальной проводимостью использованы полупроводниковые приборы с кольцевыми затворами базы, а в качестве элемента памяти - конденсатор, при этом коллектор первого полупроводникового прибора с кольцевыми затворами базы соединен с резистором нагрузки, а эмиттер - с коллектором второго полупроводникового прибора, с кольцевым затвором базы, эмиттер которого соединен с общей шиной, базы полупроводниковых приборов с кольцевым затвором базы через резисторы смещения подключены к их коллекторам, а между базой второго полупроводникового прибора с кольцевым затвором базы и общей шиной включен конденсатор, а также дополнительно введен диод, включенный между резистором нагрузки и коллектором второго полупроводникового прибора с кольцевым затвором базы.

На фиг. 1 представлена принципиальная схема счетного триггера. ПКЗБ - графическое обозначение биполярного  $n-p-n$  транзистора, коллектор которого соединен с базой стрелкой; на фиг. 2 - график выходной вольт-амперной характеристики (ВАХ), используемых ПКЗБ, причем  $J_{Б1} < J_{Б2}$ ; на фиг. 3 - ВАХ, отражающая работу обоих ПКЗБ в счетном триггере; на фиг. 4 - эпюры токов и напряжений, показывающие работу схемы во времени.

Счетный триггер содержит (фиг. 1) входной конденсатор 1, запоминающий конденсатор 2, резисторы 3, 4 смещения, резистор 5 нагрузки, два последовательно включенных ПКЗБ 6, 7, входную шину 8, диод 9, выходную шину 10, шину 11 питания.

Счетный триггер работает следующим образом.

При подаче в момент времени  $t_0$  (фиг. 4) напряжения питания ток, текущий через схему, начинает возрастать, ток базы ПКЗБ 7 меньше, чем у ПКЗБ 6, так как часть тока, текущего через резистор 4, ответвляется на заряд конденсатора 2. Поэтому ПКЗБ 7 первым переключится в непроводящее состояние в некоторый момент времени  $t_1$  (фиг. 4), так как при данных базовых токах его пороговый ток коллектора  $J_{н пор 1}$  меньше порогового тока коллектора ПКЗБ 6 -  $J_{н пор 2}$  (фиг. 3).

После перехода счетного триггера в это первое устойчивое состояние его ток потребления становится равным обратному току  $J_{к0}$  коллекторного перехода ПКЗБ 7 (фиг. 4б). На выходной шине устанавливается напряжение, соответствующее логической единице (фиг. 4б).

$$U_{л1} = E - J_{к0} R_n - U_{ЭБВ}, \quad (1)$$

где  $U_{л1}$  - напряжение логической единицы;

$E$  - напряжение питания;

$J_{к0}$  - обратный ток коллектора ПКЗБ;

$R_n$  - сопротивление нагрузки;

$U_{ЭБВ}$  - падение напряжения на эмиттерном переходе ПКЗБ 6.

Так как  $J_{к0}$  достаточно мал ( $\sim 20$  нА) составляющей  $J_{к0} R_n$  можно пренебречь и

$$U_{л1} = E - U_{ЭБВ}. \quad (2)$$

После переключения схемы идет процесс восстановления в период времени  $t_1 - t_2$ , заключающийся в дозарядке конденсатора 2 через резистор 4 до напряжения, стремящегося к потенциалу  $E - U_{ЭБВ}$  (фиг. 4г).

При подаче на счетный вход 8 схемы импульса отрицательной полярности в момент времени  $t_2$  (фиг. 4а) та-

кого, чтобы напряжение на коллекторе ПКЗБ опустилось ниже порогового, т.е.

$$U_{\text{имп}} > E - U_{\text{пор}} \quad (3)$$

где  $U_{\text{имп}}$  - амплитуда импульса;  
 $U_{\text{пор}}$  - пороговое напряжение переключателя ПКЗБ.

ПКЗБ 7 переключится из непроводящего состояния в проводящее и оба ПКЗБ окажутся в проводящем состоянии. Ток потребления счетного триггера возрастает. Диод 9 (фиг. 1) служит для ускорения разряда барьерной емкости коллекторного перехода ПКЗБ 7.

По окончании счетного импульса в момент времени  $t_3$  (фиг. 4а) напряжение в точке А возрастает, ток схемы увеличивается. При этом ток базы ПКЗБ 7 больше, чем ток базы ПКЗБ 6 из-за дополнительного тока разряда конденсатора 2 через эмиттерный переход ПКЗБ 6. Поэтому пороговый  $J_{\text{к пор } 7.2}$  больше порогового тока  $J_{\text{к пор}}$  (фиг. 3). Следовательно, в непроводящее состояние переходит ПКЗБ 6. Потенциал шины 10 становится равным

$$U_{\text{пор}} = U_{\text{экт}} \quad (4)$$

где  $U_{\text{экт}}$  - падение напряжения на ПКЗБ 7.

Счетный триггер принял второе устойчивое состояние, соответствующее логическому нулю.

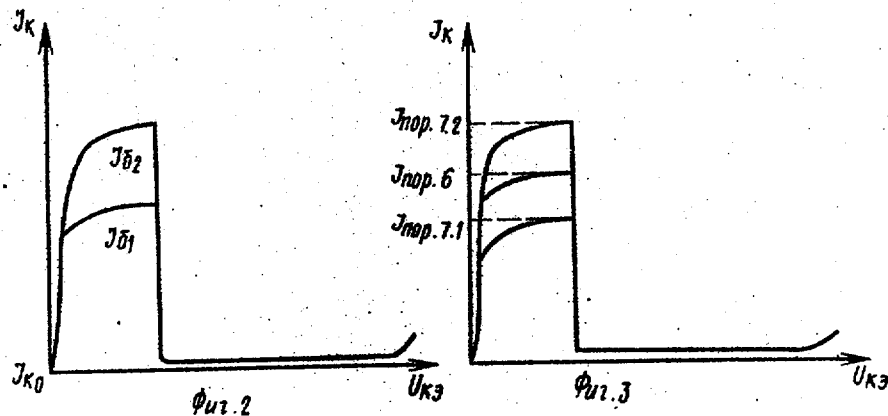
После опрокидывания схемы идет процесс обратного восстановления ( $t_3 - t_4$ ), заключающийся в разряде конденсатора 2 через эмиттерный переход ПКЗБ 7 до потенциала, стремящегося к уровню падения напряжения на открытом эмиттерно-базовом переходе  $U_{\text{эб}7}$  (фиг. 4г).

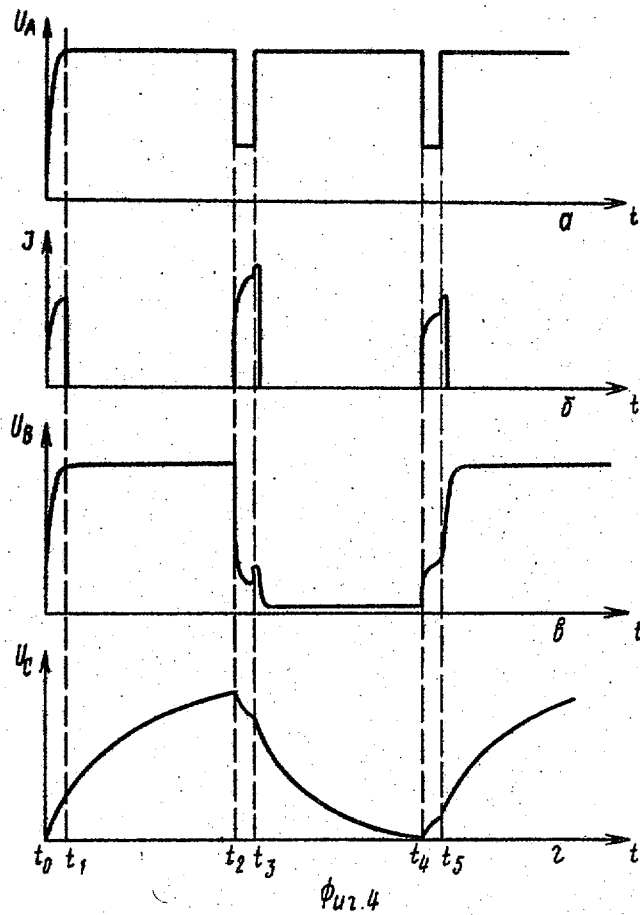
При подаче на вход 8 следующего счетного импульса в момент времени

$t_4$  ПКЗБ 6 совершит инверсное переключение и оба ПКЗБ снова окажутся в проводящем состоянии. По окончании счетного импульса в момент времени  $t_5$  ток счетного триггера увеличивается (фиг. 4б). При этом ток базы ПКЗБ 7 меньше, чем ПКЗБ 6, так как часть тока, текущего через резистор 4, ответвляется на заряд конденсатора 2. Поэтому в непроводящее состояние переключится ПКЗБ 7, так как  $J_{\text{к пор } 7.1} < J_{\text{к пор } 6}$  (фиг. 3). Схема приняла первое устойчивое состояние.

Счетный триггер по сравнению с прототипом, собранным на туннельных диодах АИ101Б, более экономичен, так как потребляет в статическом режиме ток около 20 нА, равный обратному току р-н перехода, что более чем в 1000 раз меньше; не содержит индуктивности, что упрощает его реализацию в интегральном исполнении; имеет большую помехоустойчивость, задаваемую напряжением питания и ограниченной величиной  $U_{\text{кэ max}} - U_{\text{кпор}}$ , составляющей 10-15 В; имеет большой перепад логических уровней выходного сигнала, задаваемый напряжением питания и ограниченный величиной  $U_{\text{кэ max}}$ , что достаточно для срабатывания таких же триггеров и облегчает построение различных устройств на их основе, например счетчиков.

Основные преимущества триггера сохраняются также при сравнении его с прототипом, выполненным на ПКЗБ (содержащим в отличие от предлагаемого счетного триггера индуктивность и два дополнительных резистора в качестве элемента памяти), а именно: лучшее соответствие интегральной технологии; примерно в 500 раз меньший ток потребления в статическом режиме.





Редактор О. Колесникова      Составитель Н. Дубровская      Техред Т. Маточка      Корректор В. Бутяга

Заказ 4239/49

Тираж 936

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
по делам изобретений и открытий  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4