код на выходе счётчика будет увеличиваться на единицу, пока снова не наступит переполнение счётчика.

Рассмотренный суммирующий счётчик можно преобразовать в вычитающий, у к-рого выходной код будет уменьшаться на единицу с приходом каждого счётного импульса. Для этого достаточно входы синхронизации

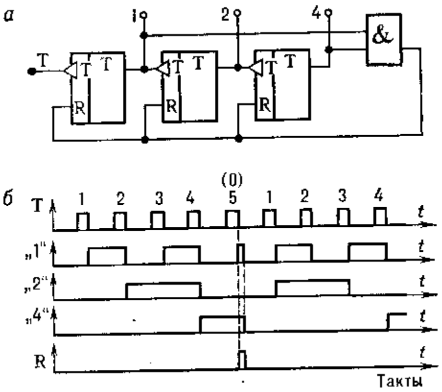

Рис. 20.

2-го и следующих триггеров подключить не к прямым, а к инверсным ($\overline{Q}$) выходам предыдущих триггеров.

Наиб. часто используются счётчики с коэф. счёта, не равным 2^m. Напр., в электронных часах необходимы счётчики с модулем $K=6$ (десятки мин), $K=10$ (единицы мин), $K=7$ (дни недели). Для построения счётчика с $K\neq 2^m$ можно использовать цепочку из m триггеров, для к-рой выполняется условие $2^m>K$. Очевидно, такой счётчик имеет лишние устойчивые состояния (2^m- $-K$). Их исключают, вводя обратные связи в цепь сброса счётчика в нулевое состояние, в том такте работы, когда счётчик досчитывает до числа K. Напр., для счётчика с $K=5$ нужны три триггера, т. к. $2^2<5<2^3$. Счётчик должен иметь пять устойчивых состояний $N=0$, 1, 2, 3, 4. В том такте, когда он должен перейти в устойчивое состояние $N=5$, его необходимо установить в исходное нулевое состояние. В схему такого счётчика (рис. 20, *а*) помимо трёх триггеров включают логич. элемент И, на к-рый подают выходные сигналы счётчика, соответствующие первому запрещённому состоянию, т. е. числу 5. С выхода элемента И сигнал сброса поступает на входы установки триггеров в 0 (R-входы). Как видно из диаграммы (рис. 20, *б*), в самом начале 6-го состояния (число 5) на обоих входах элемента И появляются логич. 1, вызывающие появление сигнала R=1, сбрасывающего счётчик в исходное состояние. После сброса триггера в нуль исчезает и единичный R-сигнал в цепи обратной связи и счётчик снова готов к работе в новом цикле.

Счётчики могут выполнять ф-ции делителей частоты, т. е. устройств, формирующих из импульсной последовательности с частотой $f_{\text{вх}}$, импульсную последовательность на выходе последнего триггера с частотой $f_{\text{вых}}=$ $=f_{\text{вх}}/K$.

Помимо рассмотренных простейших типов счётчиков существует большое кол-во более совершенных, но и значительно более сложных конструкций, обладающих лучшими параметрами и дополнит. функциональными возможностями [2, 4].

Осн. типы Л. с. являются базой для построения разнообразных цифровых устройств (*процессоров*, *памяти устройств* и пр.), из к-рых состоят совр. ЭВМ и системы автоматич. управления объектами и процессами.

Лит.: 1) Савельев А. Я., Арифметические и логические основы цифровых автоматов, М., 1980; 2) Зельдин Е. А., Цифровые интегральные микросхемы в информационно-измерительной аппаратуре, Л., 1986; 3) Залманзон Л. А., Беседы об автоматике и кибернетике, М., 1981; 4) Мальцева Л. А., Фромберг Э. М., Ямпольский В. С., Основы цифровой техники, М., 1986; 5) ГОСТ 2. 743—82. Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники.
В. С. Ямпольский.

ЛОКАЛЬНАЯ КОММУТАТИВНОСТЬ — принцип релятивистской квантовой теории поля, состоящий в том, что коммутатор двух квантовых бозонных полей $\varphi_1(x)$, $\varphi_2(y)$ обращается в нуль, если точки x, y пространства-времени Минковского разделены пространственноподобным *интервалом*: $[\varphi_1(x),\ \ \varphi_2(y)]\equiv\varphi_1(x)\varphi_2(y)-$ $-\varphi_2(y)\varphi_1(x)=0$ при $(x-y)^2<0$ (здесь $x=\{x^\mu\}$, $\mu=0$, 1, 2, 3). Л. к. следует из *канонического квантования* полей и релятивистской инвариантности.

Если полевая система содержит кроме бозонных фермионные поля $\psi_1(x)$, $\psi_2(y)$, Л. к. заменяется более общим условием локальности (или *микропричинности*), к-рое в применении к фермионным полям означает обращение в нуль антикоммутатора:

$$[\psi_1(x),\ \psi_2(y)]_+\equiv\psi_1(x)\,\psi_2(y)+\psi_2(y)\,\psi_1(x)=0$$

при $(x-y)^2<0$.

Л. к. является отражением физ. представлений спец. теории относительности о пространстве-времени. Физ. смысл Л. к. раскрывается эйнштейновским принципом причинной независимости событий, по к-рому возмущение состояния системы, производимое в одной области пространства-времени, не влияет на процессы в другой области, отделённой от первой пространственноподобным интервалом (такие две области наз. причинно независимыми). С помощью Л. к. выводится ряд нетривиальных следствий об амплитудах взаимодействия элементарных частиц: *CPT*-инвариантность (см. *Теорема CPT*), дисперсионные соотношения (см. *Дисперсионных соотношений метод*), *Померанчука теорема*, *Фруассара ограничение* и др.

Лит.: Паули В., Релятивистская теория элементарных частиц, пер. с англ., М., 1947; Стритер Р., Вайтман А., PCT, спин и статистика и все такое, пер. с англ., М., 1966; Общие принципы квантовой теории поля и их следствия, М., 1977.
А. И. Оксак.

ЛОКАЛЬНАЯ СИММЕТРИЯ — инвариантность относительно таких преобразований над переменными, описывающими физ. систему, при к-рых параметры преобразований зависят от точки пространства-времени, где задана соответствующая динамич. переменная. (Подробнее см. в ст. *Внутренняя симметрия*, *Пространственно-временная симметрия*.) В теории поля Л. с. обычно реализуются при введении *калибровочных полей*. Требование Л. с. жёстко фиксирует характер взаимодействия в физ. системе, но с Л. с. не связаны непосредственно к.-л. законы сохранения. Примеры Л. с.— *калибровочная инвариантность* в *квантовой электродинамике*, инвариантность относительно преобразований Лоренца в общей теории относительности, цветовая $SU(3)$-симметрия в *квантовой хромодинамике*.
М. В. Терентьев.

ЛОКАЛЬНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ — реализация физ. принципа близкодействия в теории полей (и частиц). Л. в. полей определяется *лагранжианом*, значение к-рого в точке x пространства-времени зависит лишь от полей и их производных (любого конечного порядка по x) в той же точке (такой лагранжиан наз. локальным). Л. в. системы полей и частиц включает дополнительно лагранжианы частиц также с локальной зависимостью от полей и их производных в точке нахождения частицы. В понятии Л. в. воплощена идея близкодействия: взаимодействие частиц осуществляется через контакт с «промежуточным агентом» — полем. Л. в. лежат в основе современной теории элементарных частиц, а также теории тяготения (общей теории относительности).

Лит.: Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Теория поля, 7 изд., М., 1988; Боголюбов Н. Н., Ширков Д. В., Введение в теорию квантованных полей, 4 изд., М., 1984; Швебер С., Введение в релятивистскую квантовую теорию поля, пер. с англ., М., 1963; Ициксон К., Зюбер Ж.-Б., Квантовая теория поля, пер. с англ., т. 1—2, М., 1984.
А. И. Оксак.