

Лекция 13

СЧЕТЧИКИ

Общие сведения о счетчиках

Счётчики относятся к функциональным узлам последовательностного типа, логическое состояние которых определяется последовательностью поступления входных сигналов.

Общие сведения о счетчиках

Счётчик характеризуется прежде всего **модулем счёта** (ёмкостью) M .

Счетчик переходит при поступлении входных сигналов из состояния в состояние, после каждых M сигналов возвращаясь к началу цикла.

Счётчики классифицируют по:

- ❖ значению модуля,
- ❖ направлению счёта,
- ❖ способу организации межразрядных связей,
- ❖ способу подачи тактового импульса.

Общие сведения о счетчиках

По значению модуля счёта различают:

- ❖ двоичные ($M=2^n$),
- ❖ двоично-кодированные (с произвольным модулем, но кодированием состояний двоичными кодами),
- ❖ счётчики с одинарным кодированием и др.

Общие сведения о счетчиках

По направлению счёта счётчики делят на:

- ❖ суммирующие (прямого счёта),
- ❖ вычитающие (обратного счёта),
- ❖ реверсивные (с изменением направления счёта).

Общие сведения о счетчиках

По способу организации межразрядных связей различают:

- ❖ счётчики с последовательным,
- ❖ параллельным,
- ❖ комбинированными переносами.

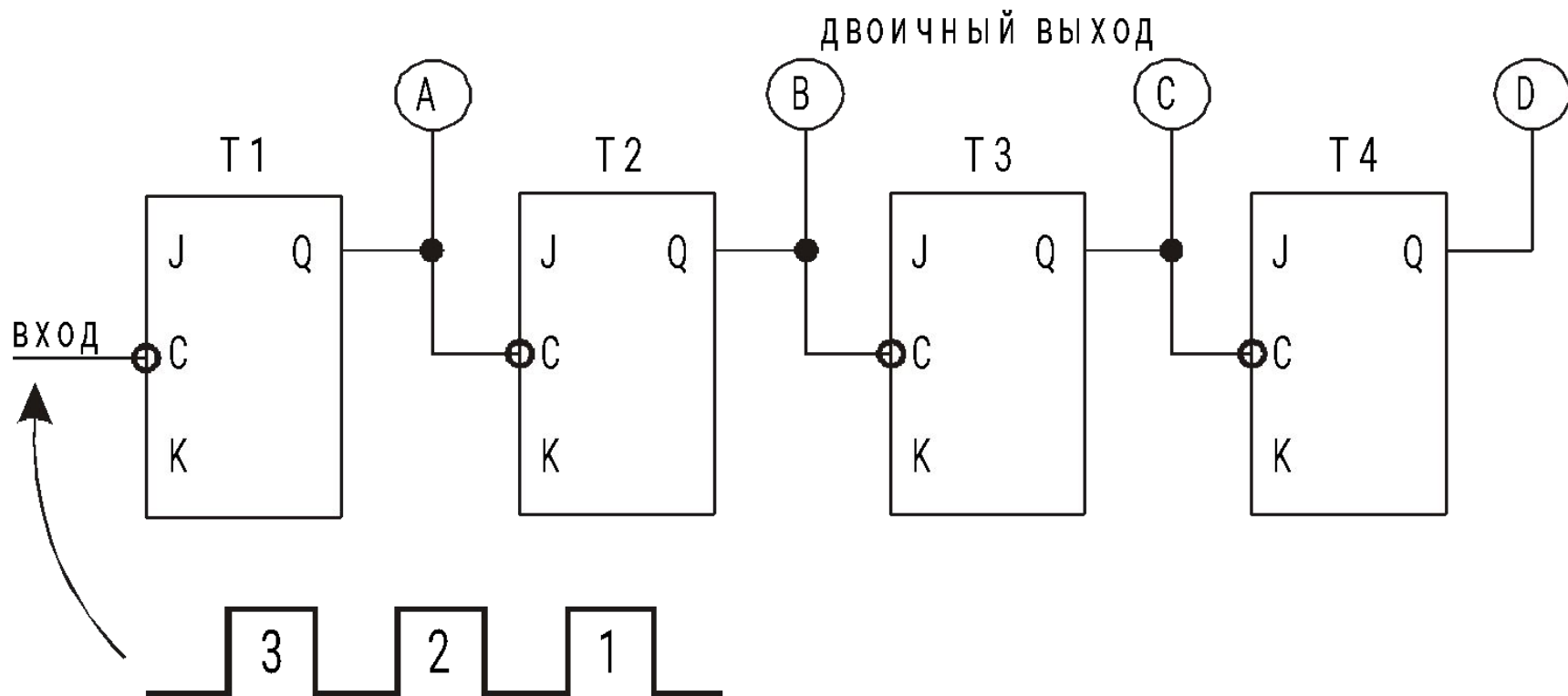
Параллельные счётчики называют синхронными, а последовательные - асинхронными.

Счётчики со СКВОЗНЫМ переносом

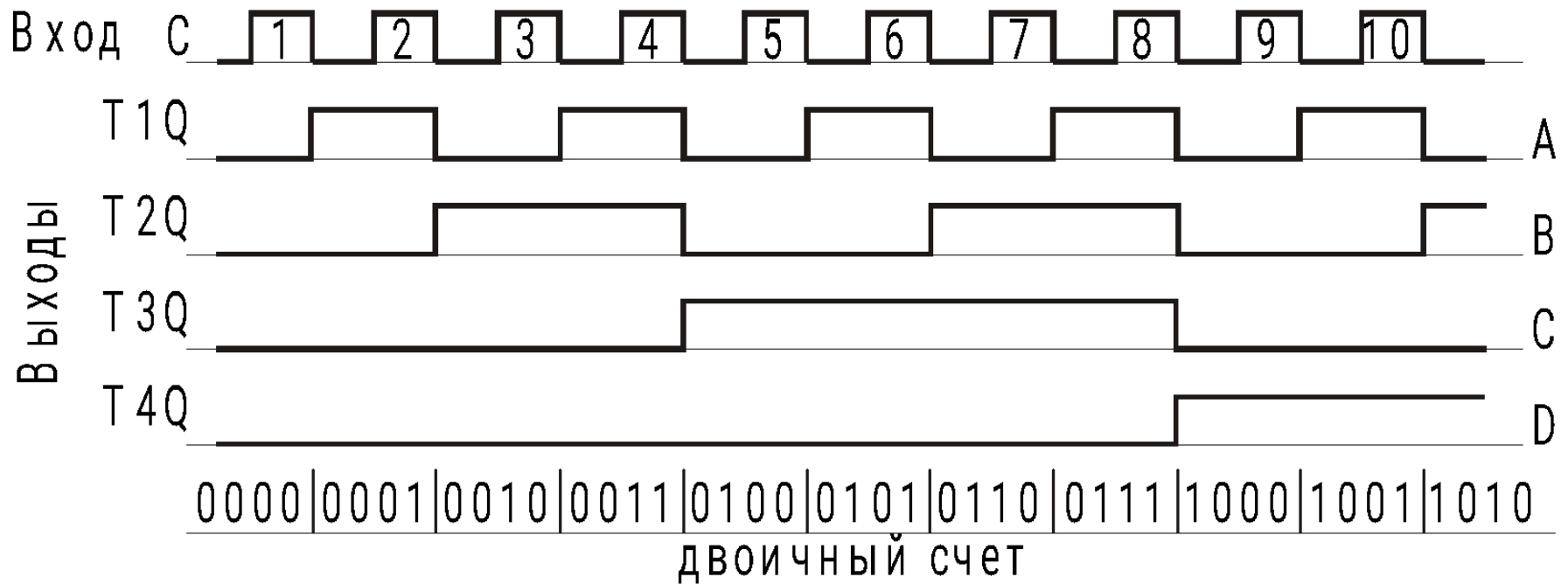
Таблица
двоичного и
десятичного
счета

Двоичный счет				Десятичный счет
D	C	B	A	
8	4	2	1	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	10
1	0	1	1	11
1	1	0	0	12
1	1	0	1	13
1	1	1	0	14
1	1	1	1	15

Схема счётчика по модулю 16



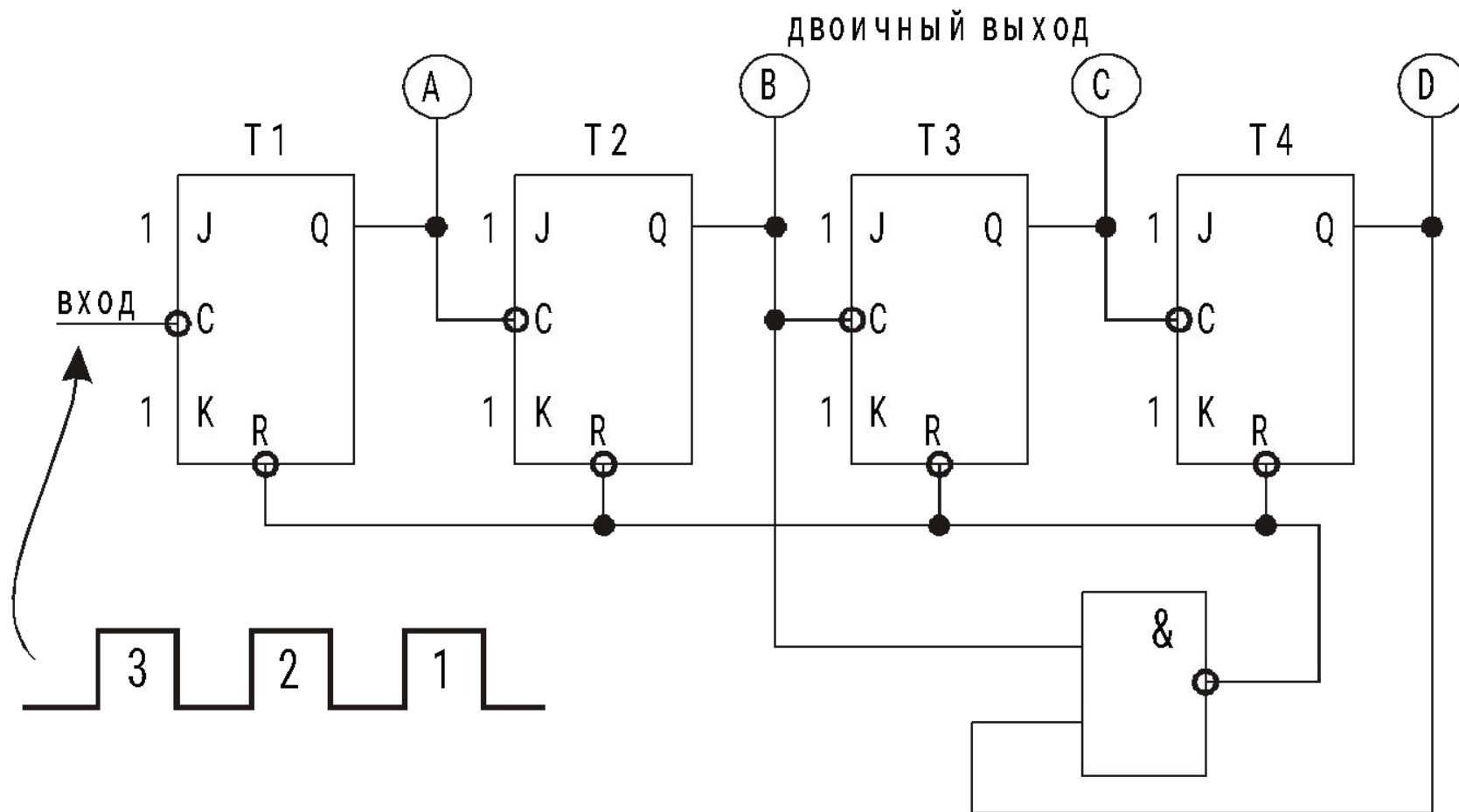
Временные диаграммы счётчика по модулю 16



Счётчик по модулю 16

Рассматриваемый счётчик называют **счётчиком со сквозным переносом**. Кроме этого данный счётчик можно назвать **асинхронным**, поскольку предыдущий триггер вырабатывает для последующего тактовые импульсы. По направлению счёта счётчик является суммирующим (прямого счёта).

Асинхронный счётчик по модулю 10



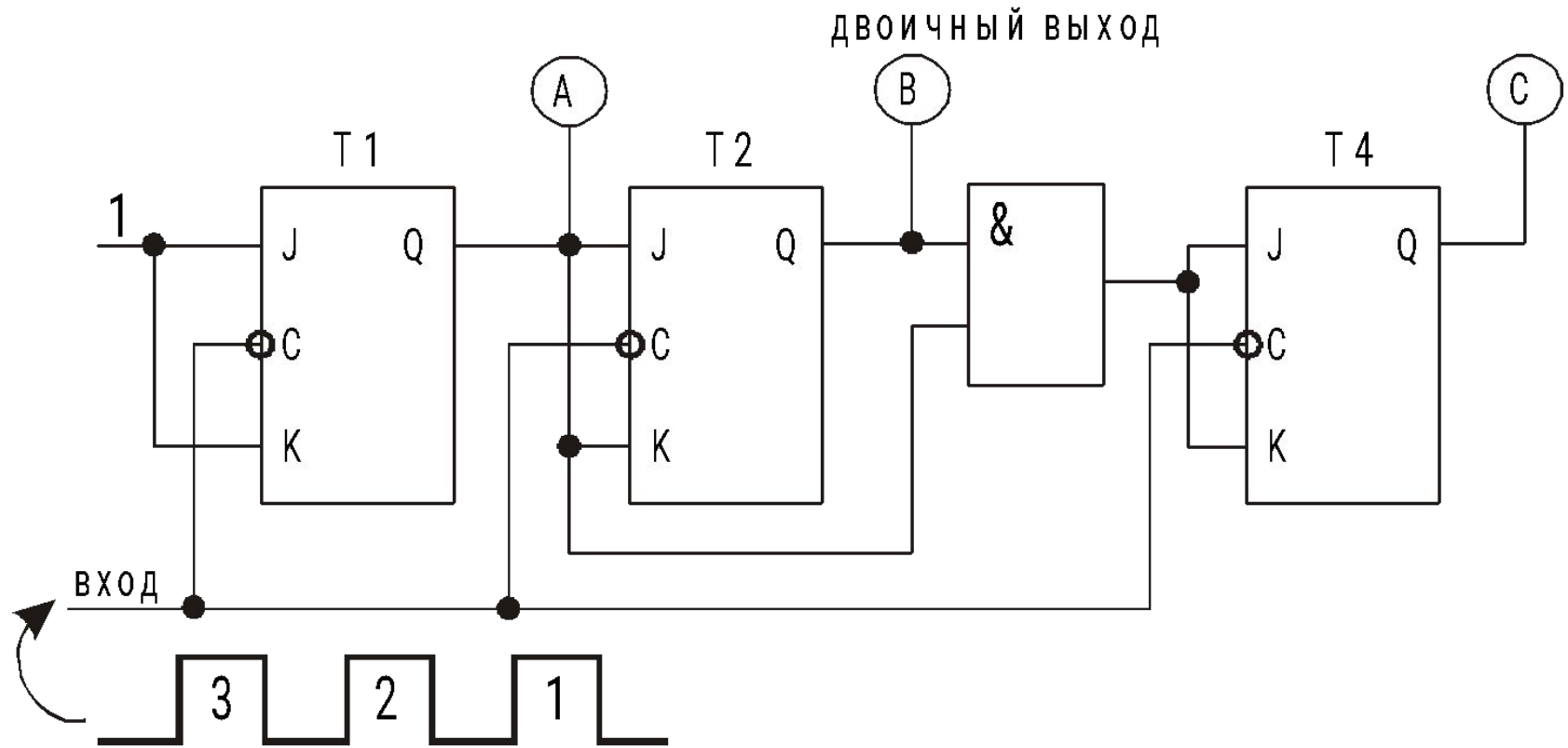
Синхронные счётчики

В синхронных счетчиках все триггеры получают тактовый импульс **одновременно**, поскольку тактовые входы их соединяются параллельно.

Такие триггеры переключаются практически одновременно.

В асинхронных счетчиках каждый триггер вносит в процесс счета **определенную задержку**.

Синхронный счётчик по модулю 8



Счетная последовательность импульсов

С трока	Номер тактыого импульса	Двоичная счетная последовательность			Десятичные числа
		С	В	А	
1	0	0	0	0	0
2	1	0	0	1	1
3	2	0	1	0	2
4	3	0	1	1	3
5	4	1	0	0	4
6	5	1	0	1	5
7	6	1	1	0	6
8	7	1	1	1	7
9	8	0	0	0	0

Вычитающие счетчики

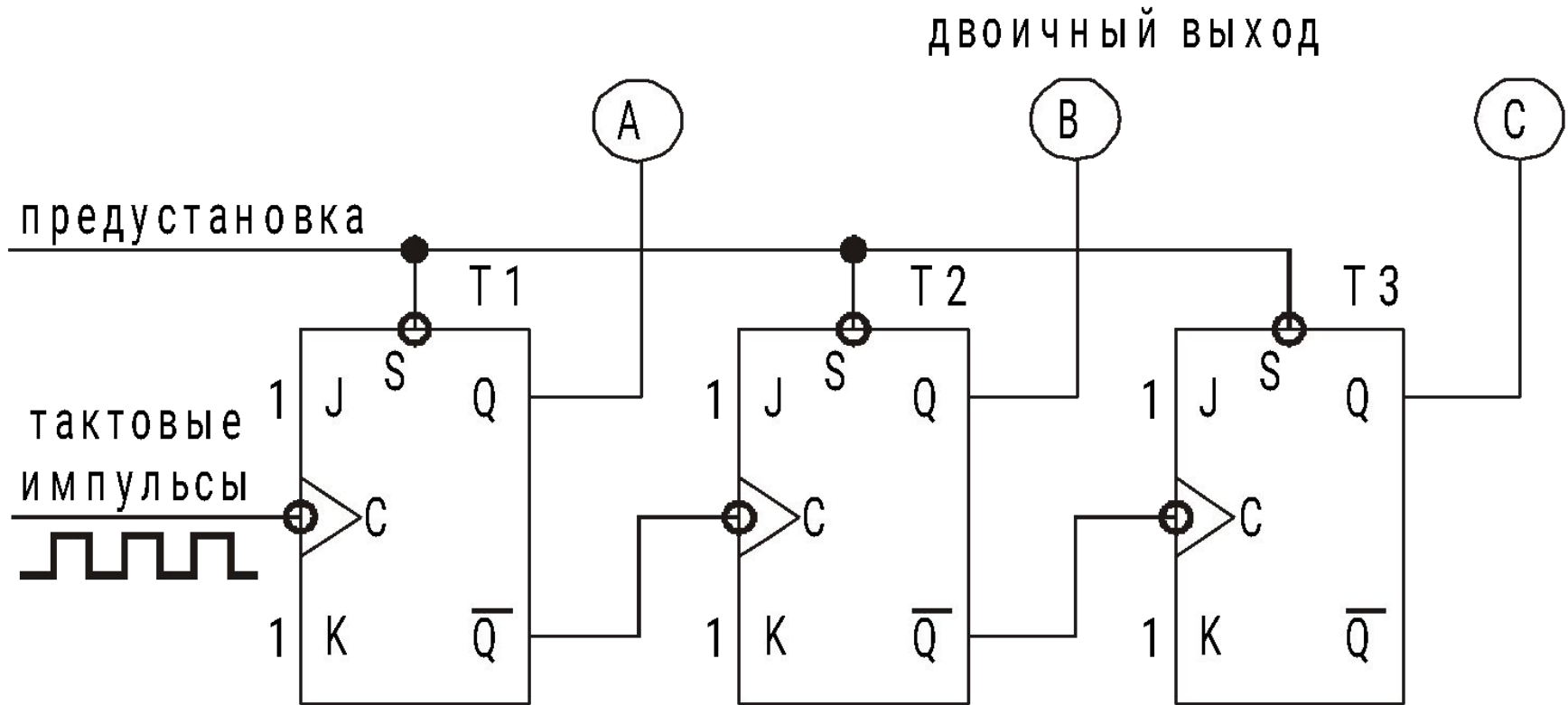
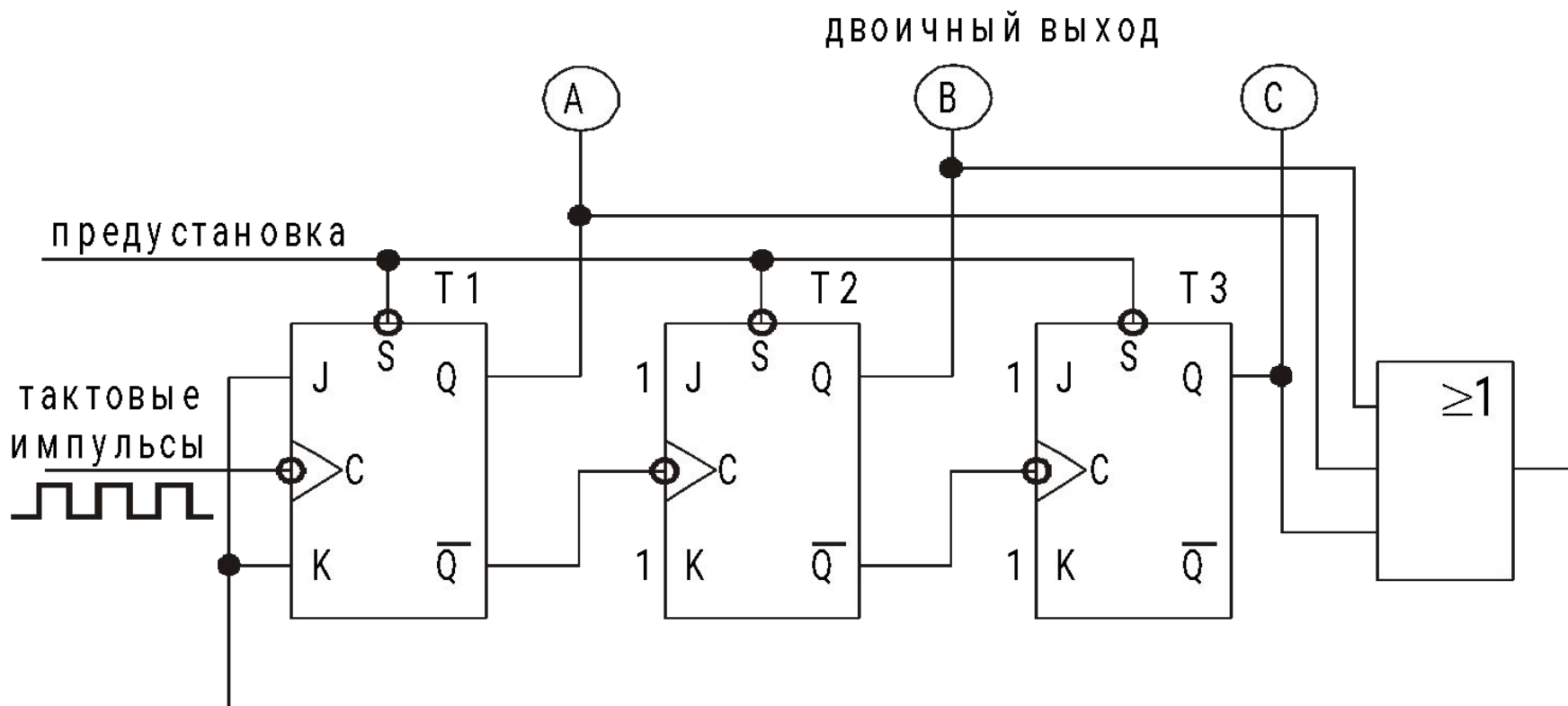


Схема асинхронного вычитающего счетчика по модулю 8

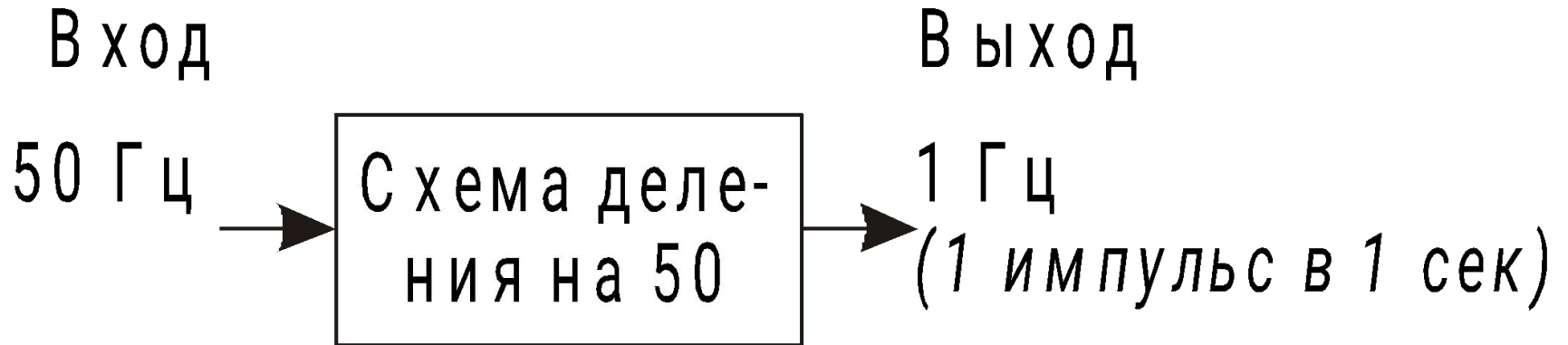
Счетная последовательность импульсов

Номер тактового импульса	Двоичная счетная последовательность			Десятичные числа
	С	В	А	
0	1	1	1	7
1	1	1	0	6
2	1	0	1	5
3	1	0	0	4
4	0	1	1	3
5	0	1	0	2
6	0	0	1	1
7	0	0	0	0
8	1	1	1	7
9	1	1	0	6

Самоостанавливающиеся счетчики

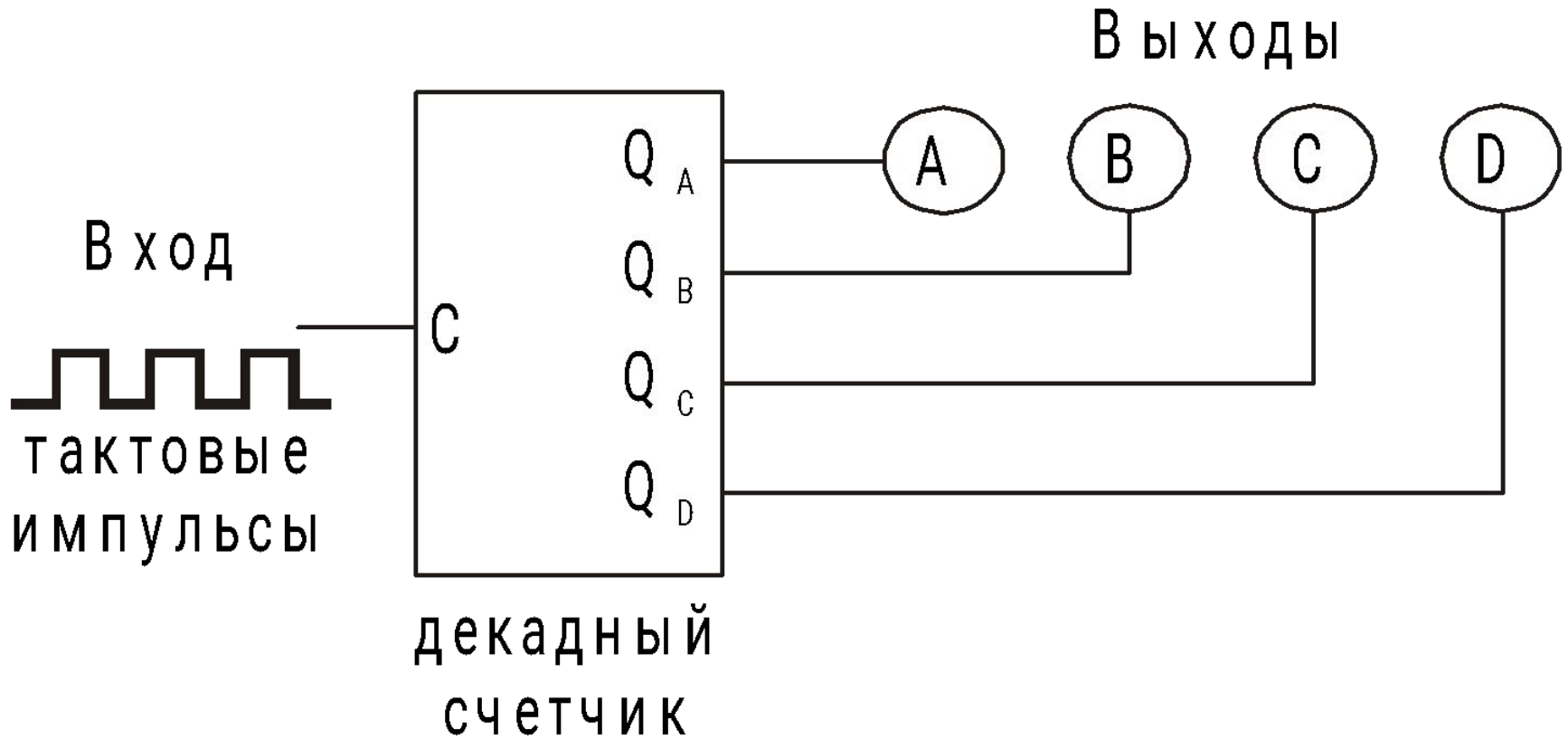


Счетчики — делители частоты

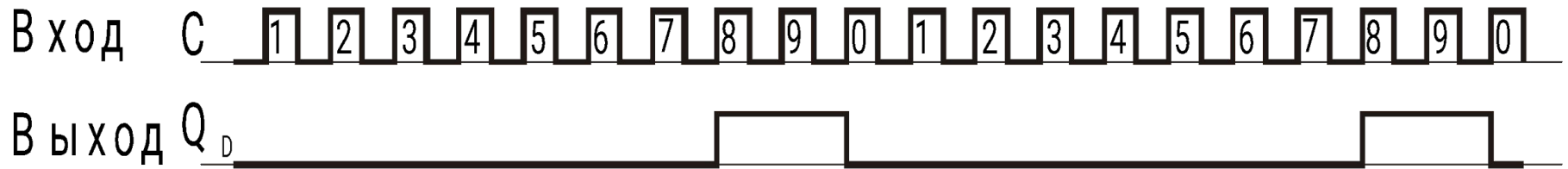


Система с делителем частоты

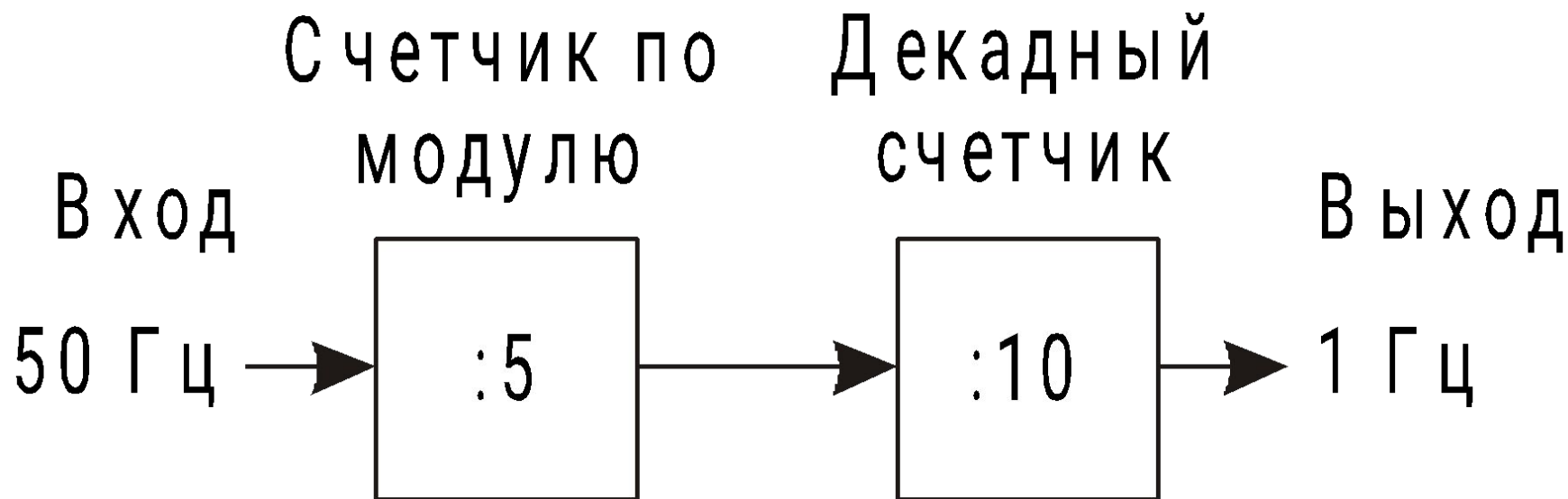
Схема декадного счетчика



Временные диаграммы декадного счетчика



Структурная схема делителя частоты на 50



Интегральные схемы счетчиков

Схема четырехразрядного двоичного счетчика-делителя на 2, на 6 и на 12 (К155ИЕ4).

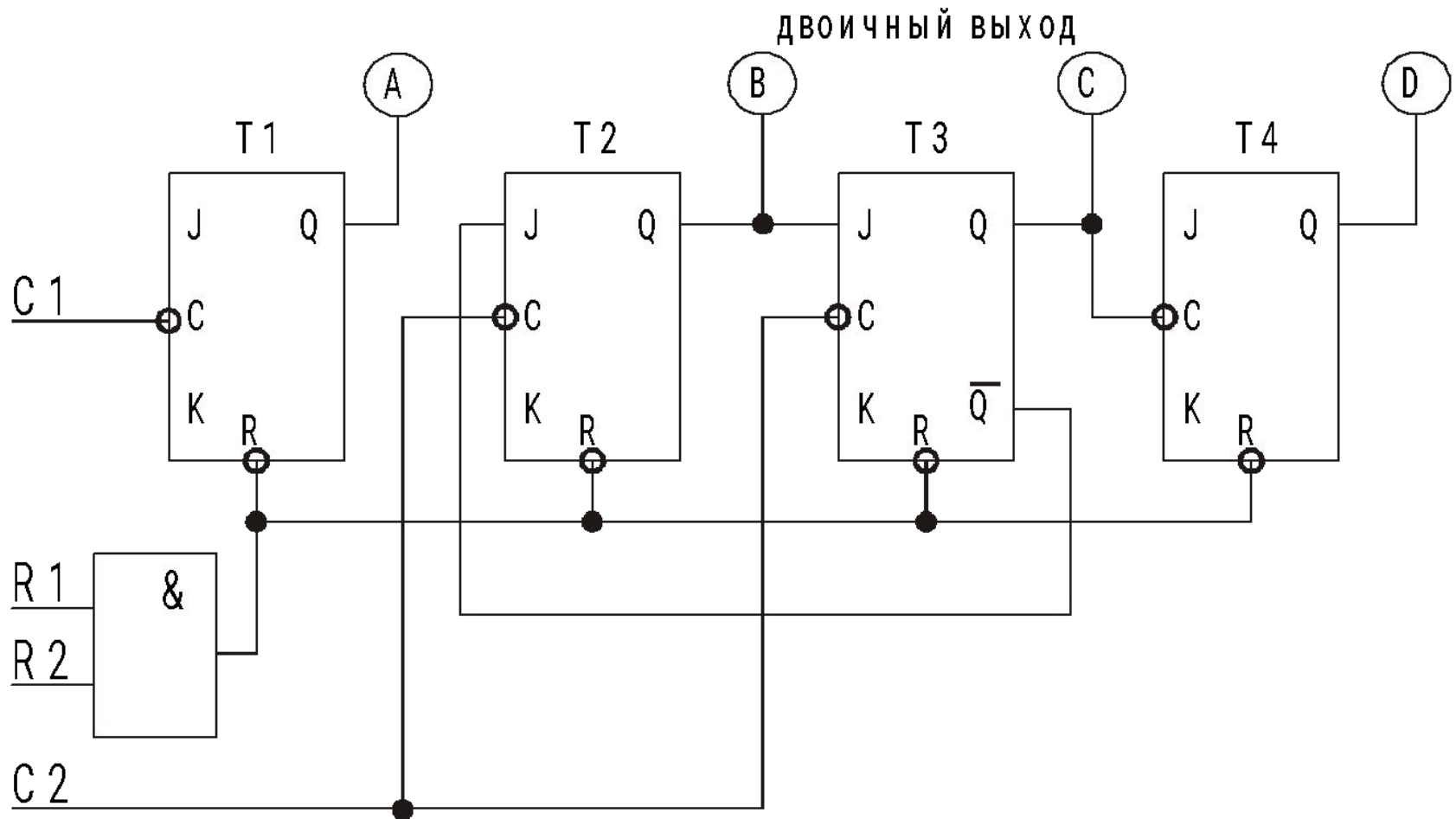
Если подать тактовые импульсы с частотой f на вход $C1$, то на выходе A получим частоту $f/2$.

Тактовые импульсы с частотой f на входе $C2$ запускают делитель на 6 и на выходе D имеем частоту $f/6$.

Интегральные схемы счетчиков

При этом на выходах B и C имеем импульсы с частотой $f/3$. На выводы $R1$ и $R2$ подаются команды сброса. Для построения счетчика с модулем деления 12 , требуется соединить делители на 1 и на 6 , соединив выход A со входом $C2$. На вход $C1$ подается входная частота f , на выходе D получаем последовательность импульсов с частотой $f/12$.

Схема четырехразрядного двоичного счетчика



Проектирование счетчиков

Рассмотрим пример структурного проектирования счетчиков.

Выполним синтез структуры суммирующего синхронного (параллельного) счетчика по модулю 10 на JK -триггерах.

Проектирование счетчиков

Для реализации счетчика требуется не менее 4 триггеров, поскольку трех триггеров недостаточно $2^3 < 10$. Чтобы получить структуру с минимальным числом триггеров, примем $m=4$ (четырёхразрядный счетчик). При этом $2^m - M = 2^4 - 10 = 6$ состояний счетчика будут нештатными.

Рассмотрим таблицу состояний счетчика, в которой в последних четырех столбцах показана функция переходов F для каждого разряда.

Таблица состояний счетчика

Десятичные числа	Исходное состояние				Следующее состояние				Функции переходов			
	D^n	C^n	B^n	A^n	D^{n+1}	C^{n+1}	B^{n+1}	A^{n+1}	F_D	F_C	F_B	F_A
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	Δ
1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	Δ	∇
2	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	Δ
3	0	0	1	1	0	1	0	0	0	Δ	∇	∇
4	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	Δ
5	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	Δ	∇
6	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	Δ
7	0	1	1	1	1	0	0	0	Δ	∇	∇	∇
8	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	Δ
9	1	0	0	1	0	0	0	0	∇	0	0	∇

Функция переходов

$F_Q = \Delta$ переход из состояния $Q^n = 0$ в $Q^{n+1} = 1$,

$F_Q = \Delta$ переход из состояния $Q^n = 1$ в $Q^{n+1} = 0$,

$F_Q = 0$ сохранение состояния $Q^n = Q^{n+1} = 0$,

$F_Q = 1$ сохранение состояния $Q^n = Q^{n+1} = 1$.

Карты Карно для функции переходов

BA \ DC	00	01	11	10
00				
01			△	
11	×	×	×	×
10	1	▽	×	×

F_D

	00	01	11	10
			△	
	1	1	▽	1
	×	×	×	×
			×	×

F_C

	00	01	11	10
		△	▽	1
		△	▽	1
	×	×	×	×
			×	×

F_B

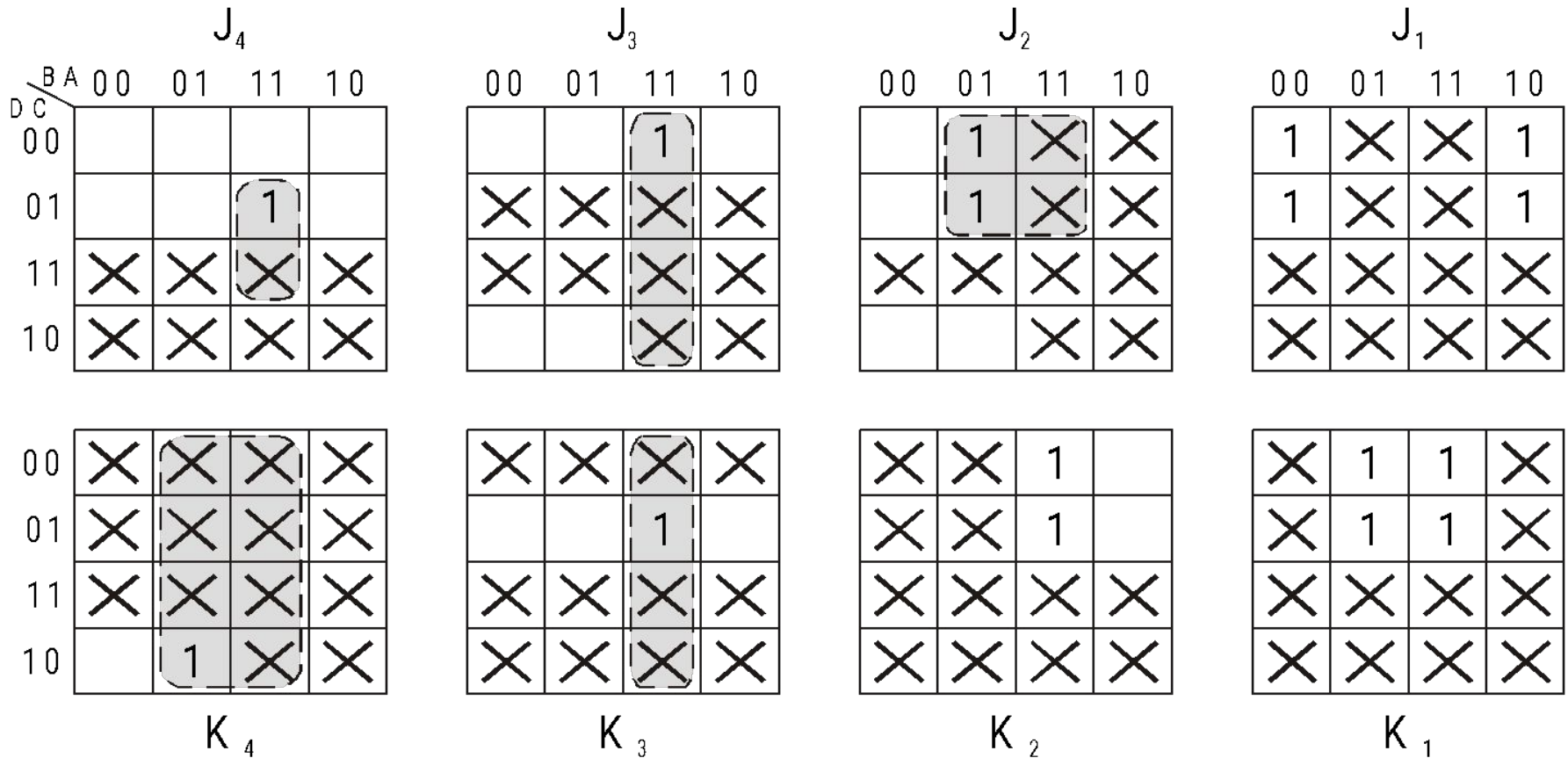
	00	01	11	10
	△	▽	▽	△
	△	▽	▽	△
	×	×	×	×
	△	▽	×	×

F_A

Словарь переходов для JK-триггера

F_Q	JK	
	J	K
0	0	x
1	x	0
Δ	1	x
∇	x	1

Карты Карно для входов J и K триггеров



Выражения для функции входов J и K триггеров

$$J_1 = 1, J_2 = \overline{AD}, J_3 = AB, J_4 = ABC,$$

$$K_1 = 1, K_2 = A, K_3 = AB, K_4 = A$$

Схема декадного счетчика

