

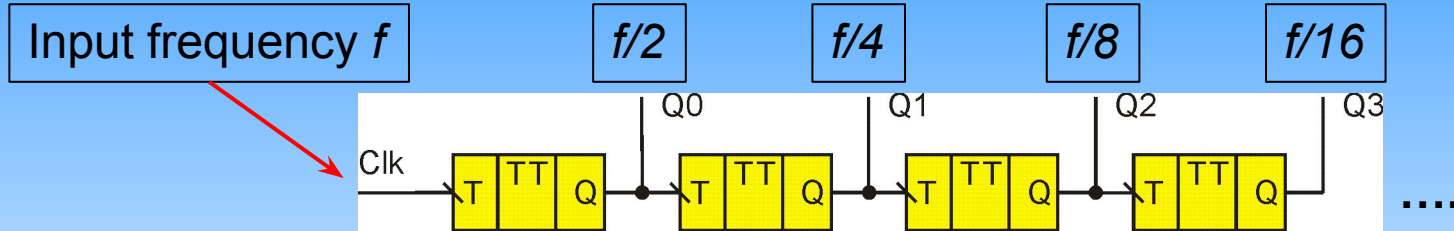
Счетчики-делители

Counters

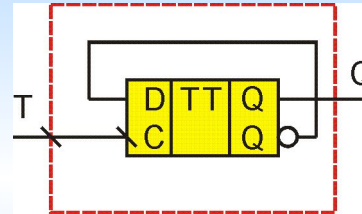
**Асинхронные счетчики**

**Asynchronous Counters**

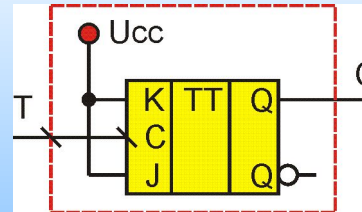
# Делитель частоты на степень двойки



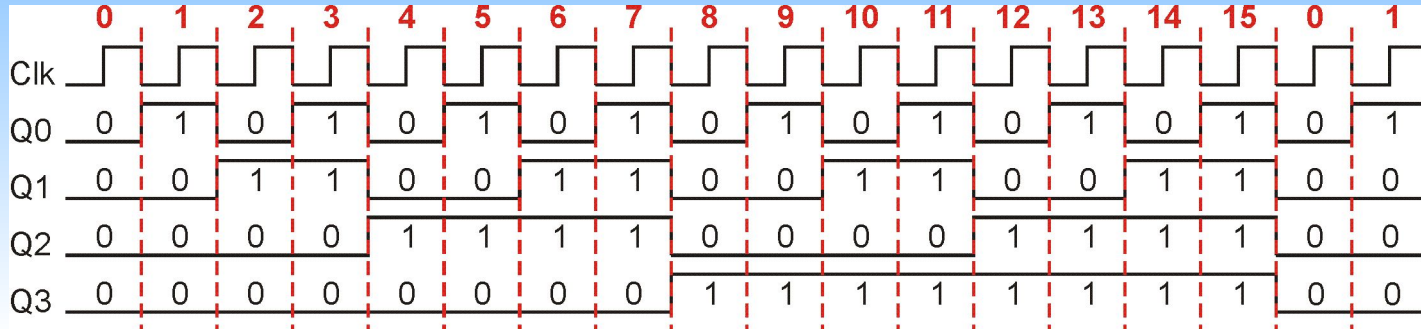
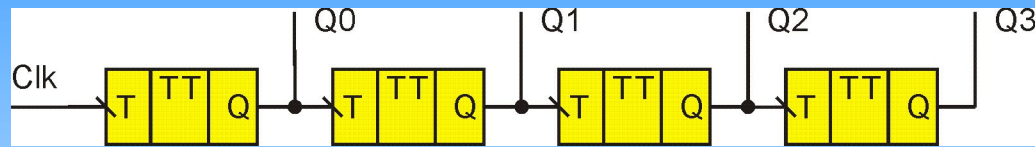
=



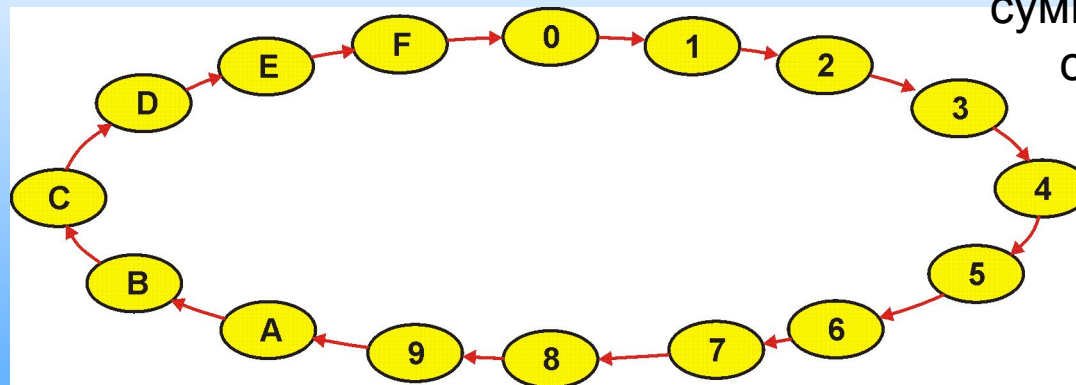
ИЛИ



# Делитель частоты на степень двойки

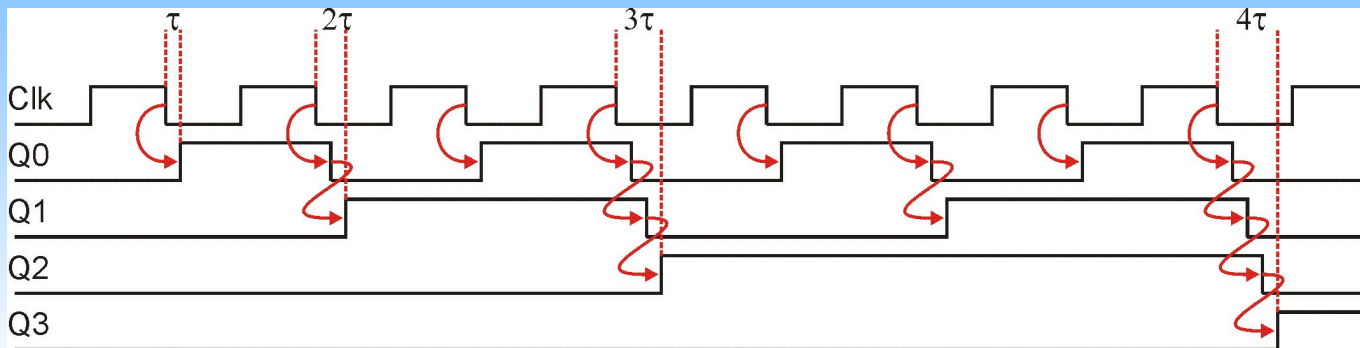


Более наглядное описание



Граф  
суммирующего  
счетчика

# Результат асинхронности



При

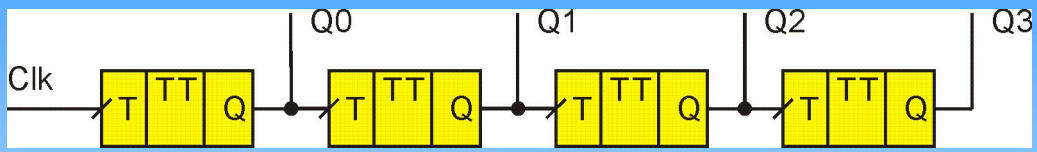
$$T < N \times \tau$$

Счетчик перестанет показывать правильно.

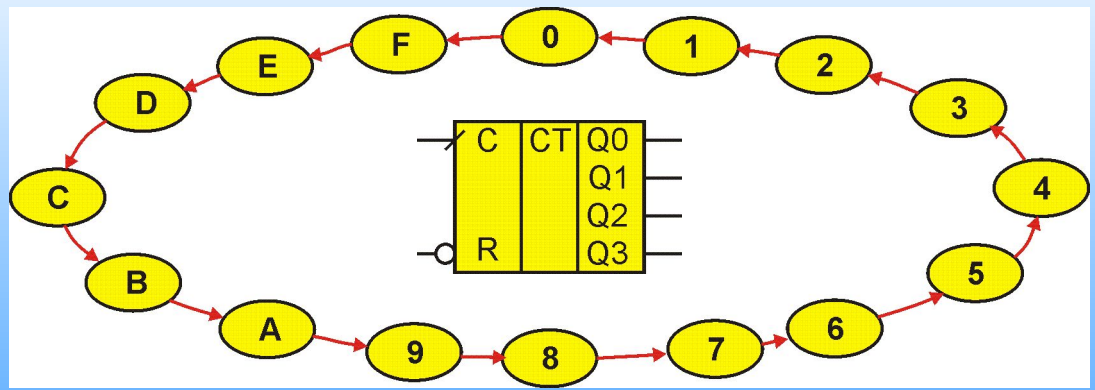
$T$  – период входного сигнала.

$N$  – количество триггеров в счетчике.

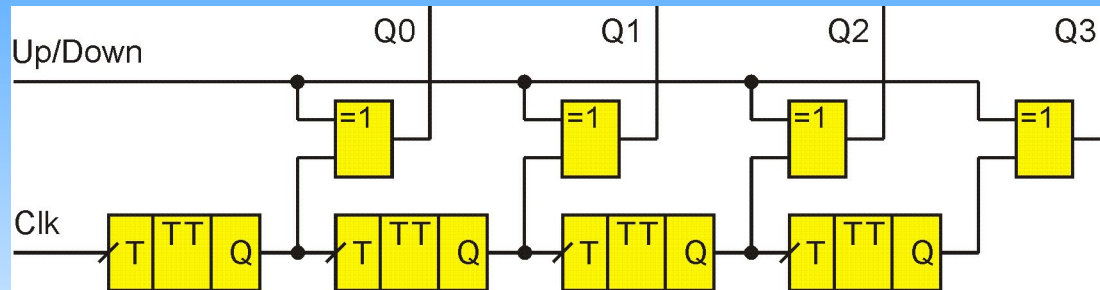
# Вычитающий счетчик



	0	F	E	D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	F	
Clk																			
Q0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
Q1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	
Q2	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	
Q3	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	



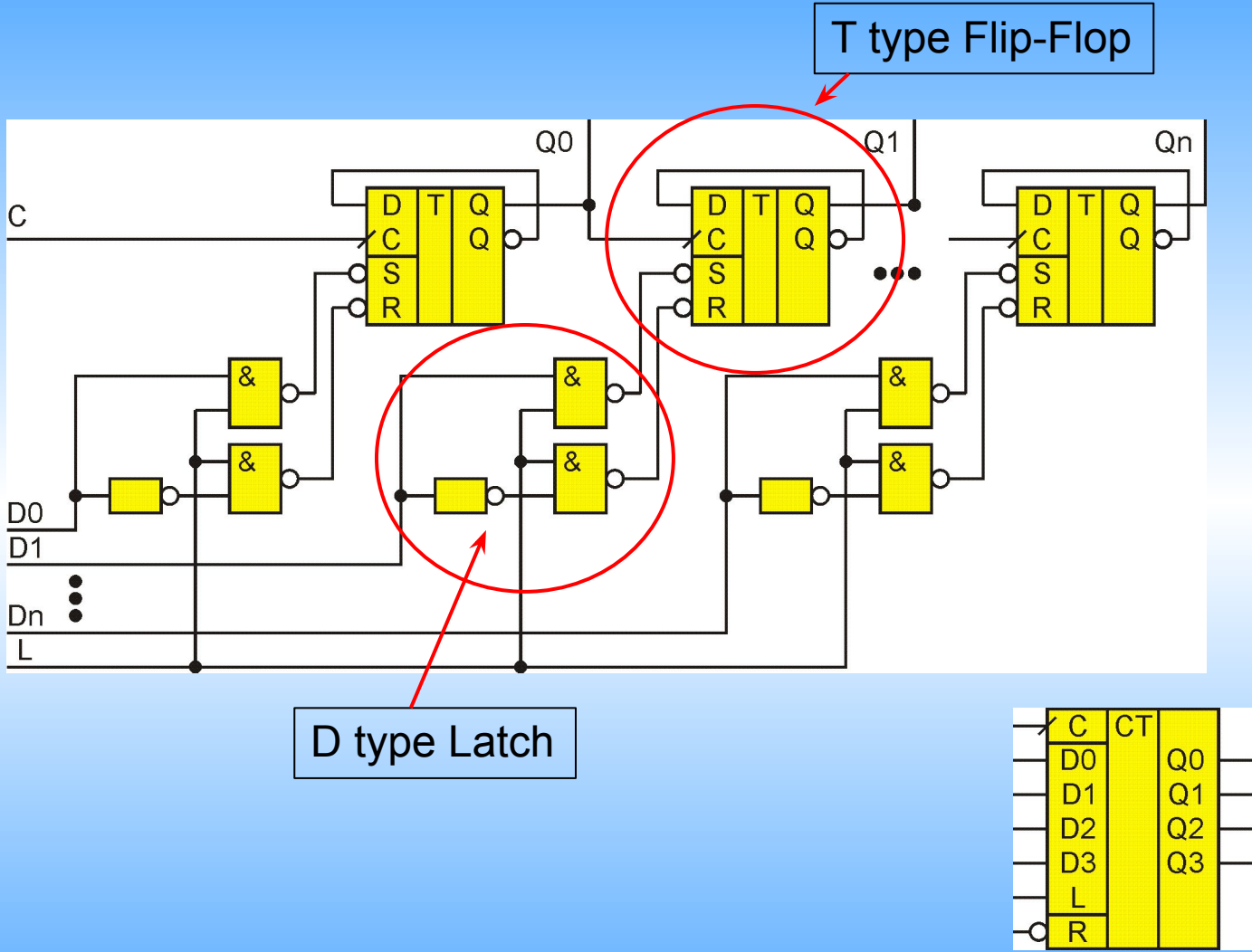
# Реверсивный счетчик



Основана на свойстве:

Q3	Q2	Q1	Q0	HEX	-Q3	-Q2	-Q1	-Q0	HEX
0	0	0	0	0	1	1	1	1	F
0	0	0	1	1	1	1	1	0	E
0	0	1	0	2	1	1	0	1	D
0	0	1	1	3	1	1	0	0	C
0	1	0	0	4	1	0	1	1	B
0	1	0	1	5	1	0	1	0	A
0	1	1	0	6	1	0	0	1	9

# Счетчик с параллельной загрузкой

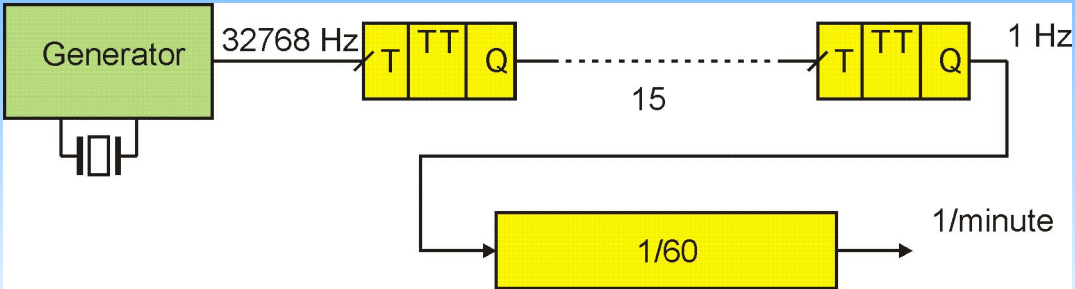




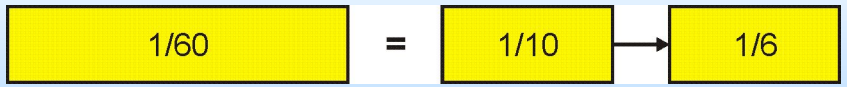
# Счетчики по модулю N. Проблема.

## Modulo-N Counters

Опять часы.

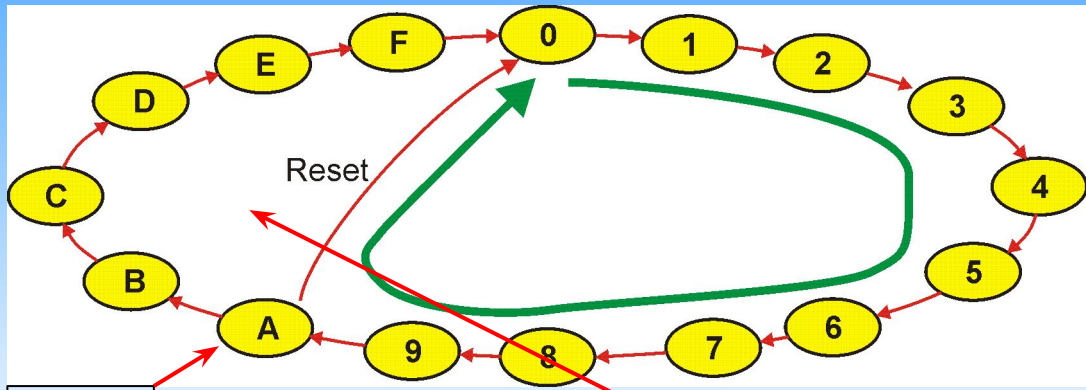


60 ≠ степень двойки

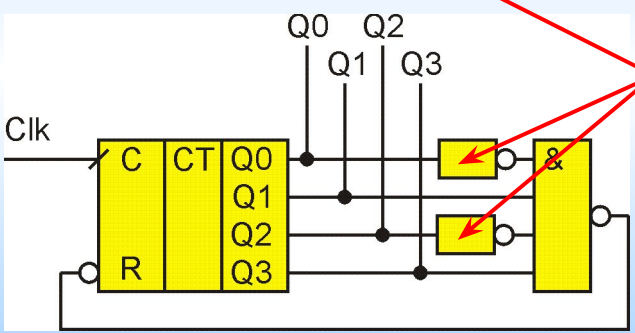


Это тоже не степени двойки.  
Надо научиться делить на произвольное целое.  
Сделать счетчики-делители по модулю N.

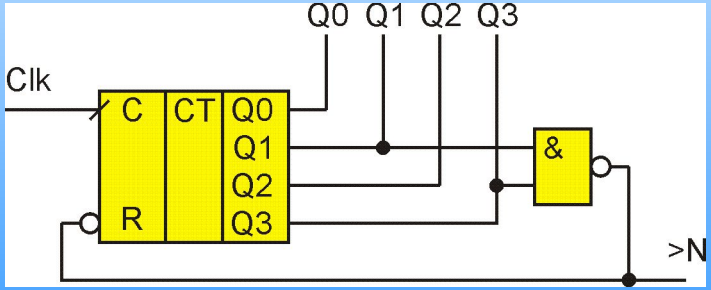
# Счетчики по модулю N. Вариант 1.



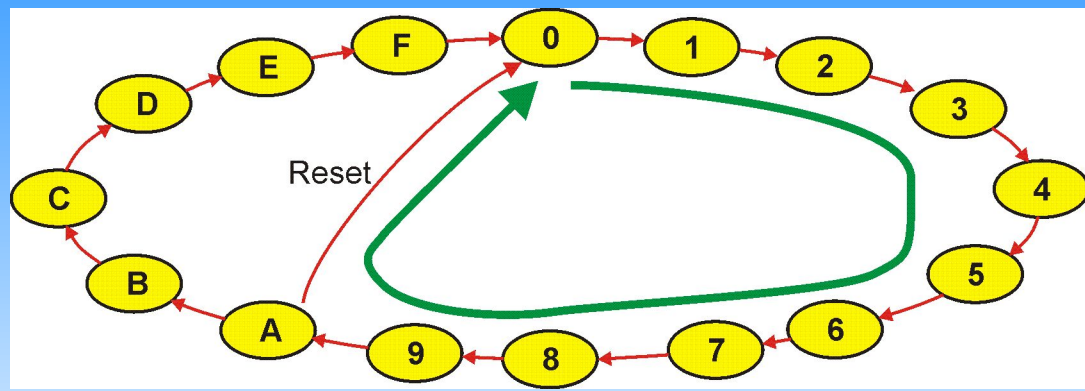
1010



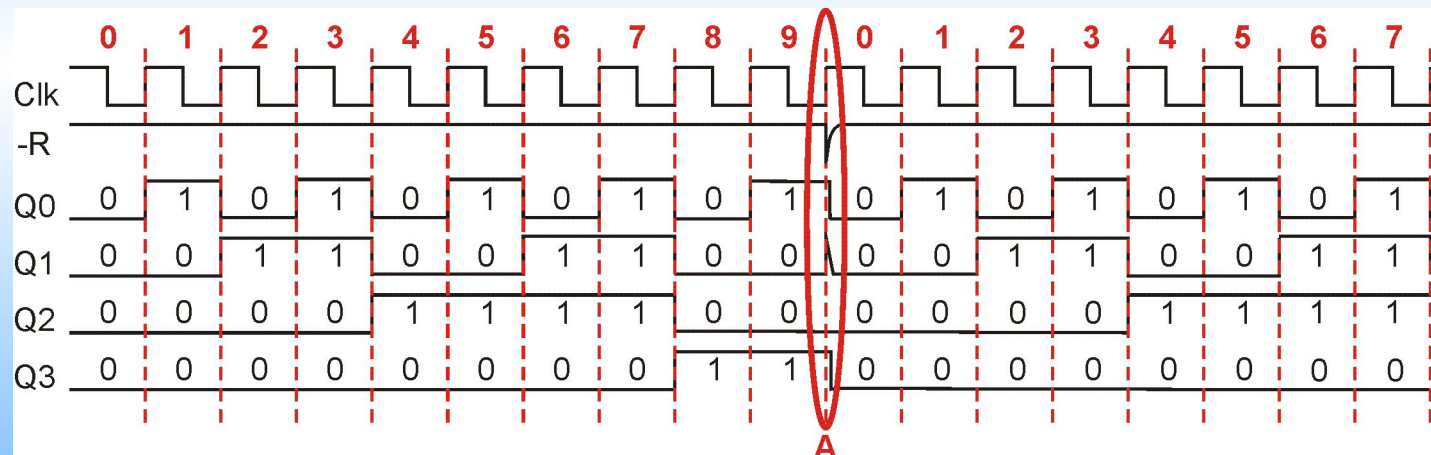
Лишнее



# Счетчики по модулю N. Вариант 1.



Проблема



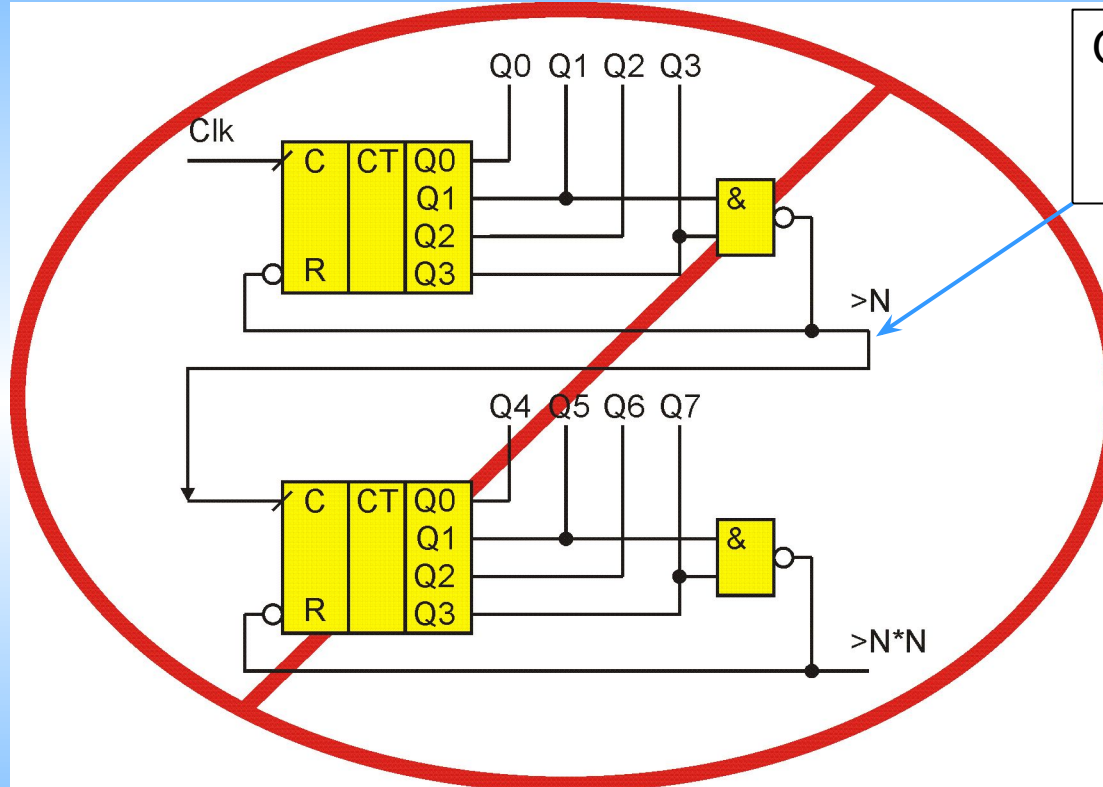
Таких сигналов быть не должно!!

# Счетчики по модулю N. Вариант 1.

Таких сигналов быть не должно!!

Почему?

Построение делителя на 100 из двух делителей на десять



Очень короткий  
(не цифровой)  
импульс.

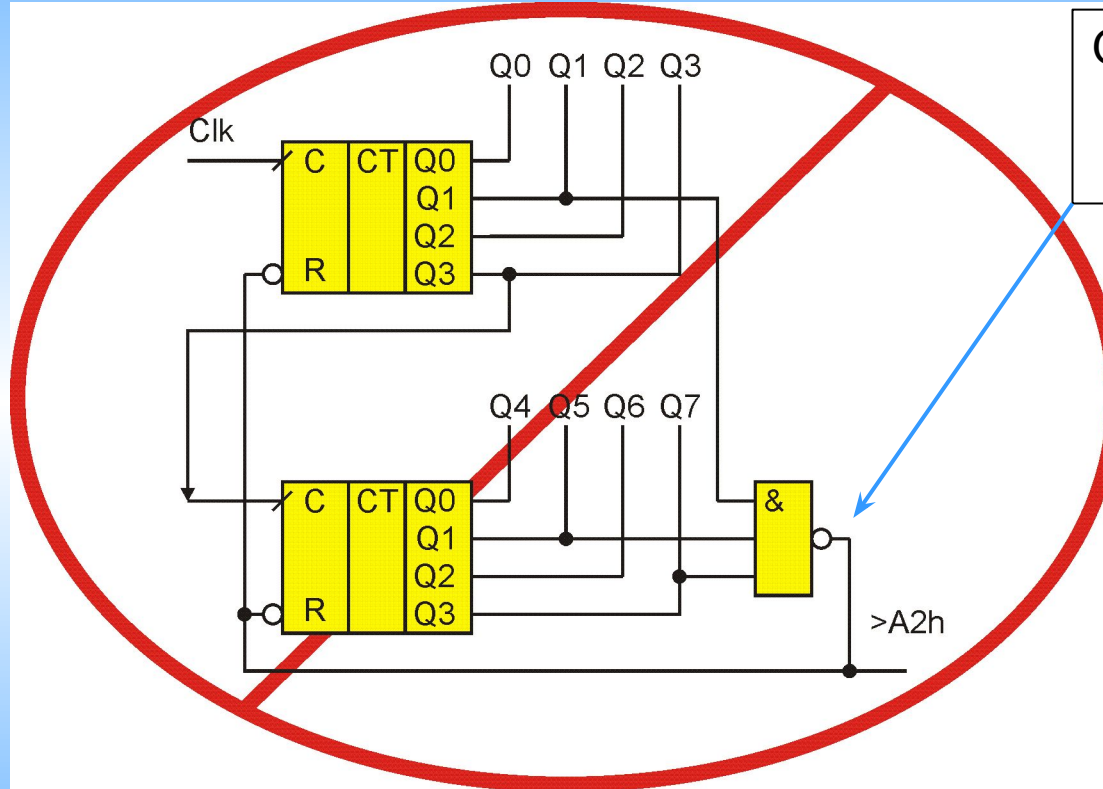
Каскадирование невозможно

# Счетчики по модулю N. Вариант 1.

Таких сигналов быть не должно!!

Почему?

Делитель на нескольких микросхемах

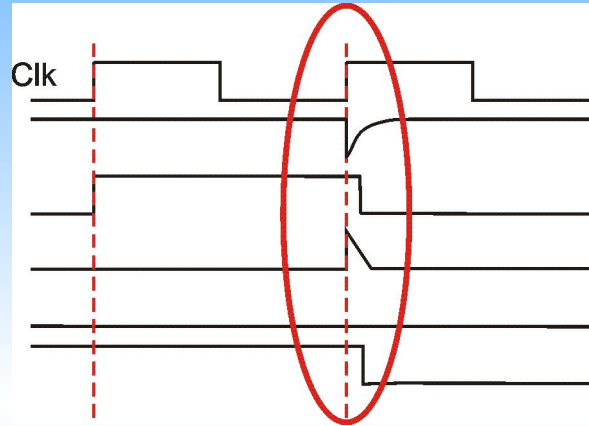


Очень короткий  
(не цифровой)  
импульс.

Успеет сбросится только один счетчик.  
Неизвестно какой!!

# Счетчики по модулю N. Вариант 1.

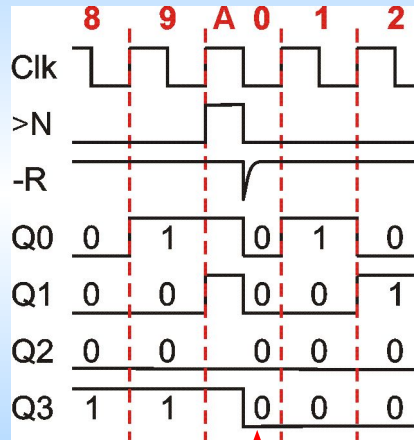
Таких сигналов быть не должно!!



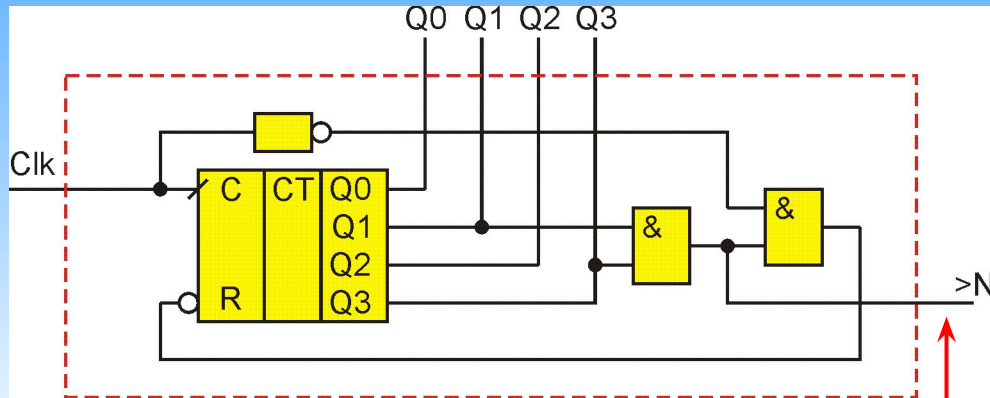
Это проблемы асинхронных устройств.

# Счетчики по модулю N. Вариант 1.

Частичное решение проблемы. Привязка к синхросигналу.



Состояние «0»  
ущербное.

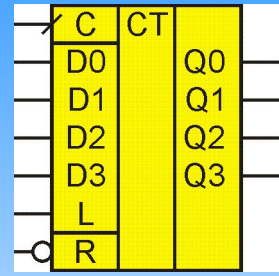


Выход делителя  
на N

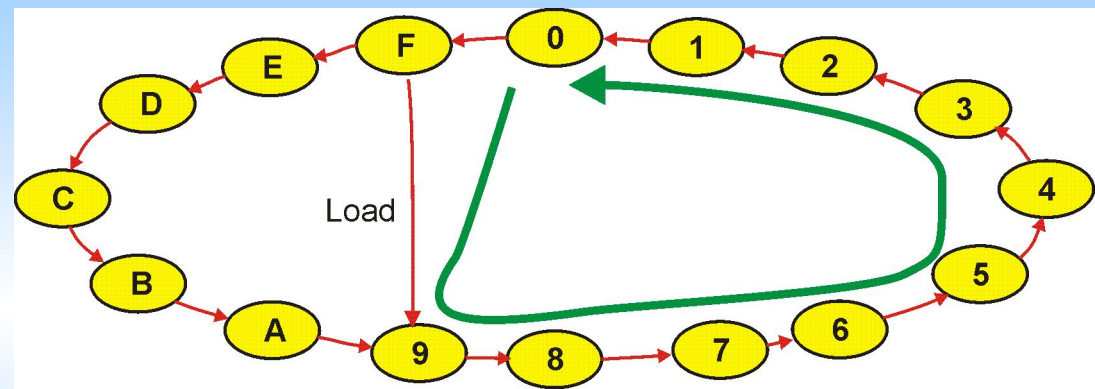
Можно использовать в качестве делителя на N

# Счетчики по модулю N. Вариант 2.

Использование счетчика с параллельной загрузкой



Идея.

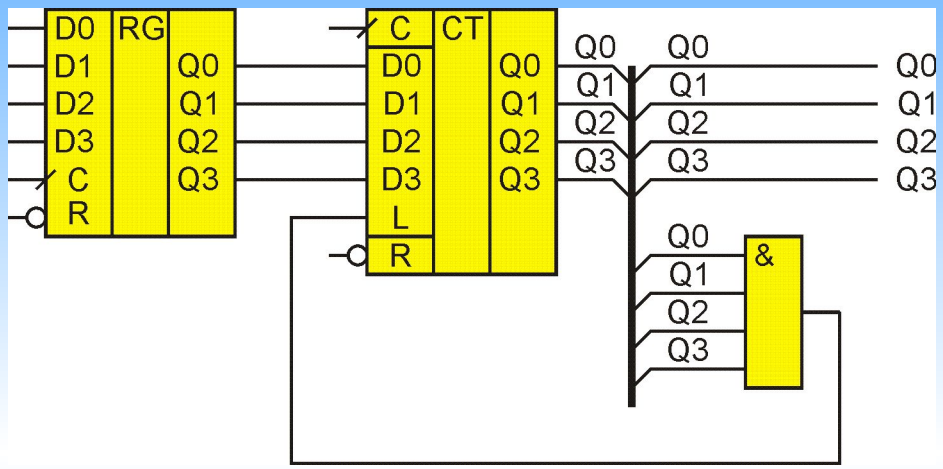


Преимущество:  
Очень легко изменить модуль N



# Счетчики по модулю N. Вариант 2.

Использование счетчика с параллельной загрузкой



Те же проблемы, что и в Варианте 1.

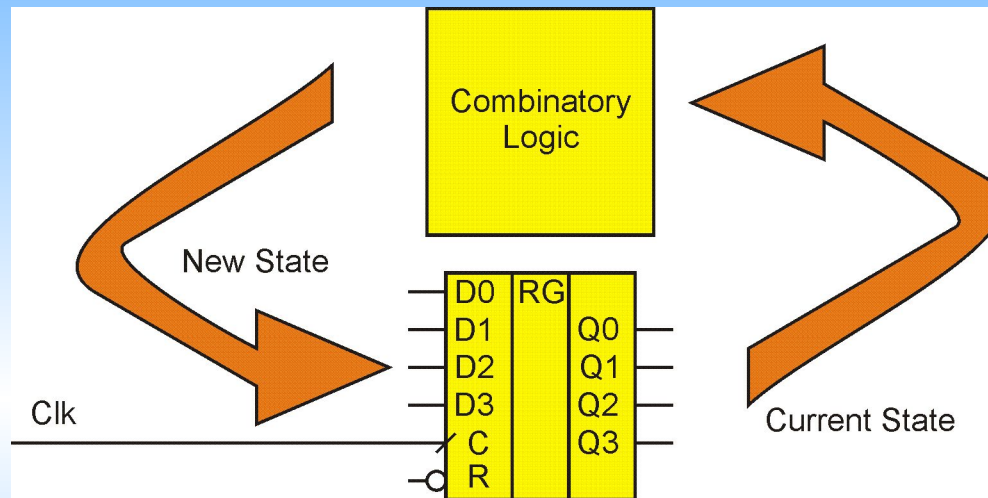
Необходимо менять принцип построения счетчиков.

**Синхронные счетчики**

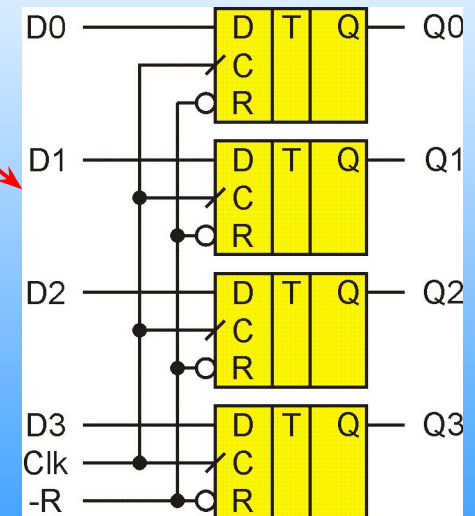
**Synchronous Counters**

# Идея синхронного счетчика

Необходимо сделать так, чтобы все изменения происходили синхронно с тактовыми импульсами.

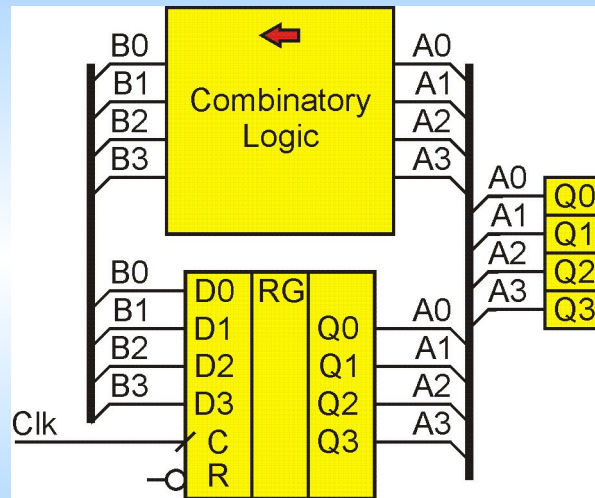


Непрозрачный параллельный регистр.



# Идея синхронного счетчика

Все особенности счетчика в комбинаторной схеме



# Синхронный двоичный счетчик

## Суммирующий счетчик

Текущее состояние				Новое состояние			
A3	A2	A1	A0	B3	B2	B1	B0
0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	1	0	0
0	1	0	0	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	1	1	1
0	1	1	1	1	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1
1	0	0	1	1	0	1	0
1	0	1	0	1	0	1	1
1	0	1	1	1	1	0	0
1	1	0	0	1	1	0	1
1	1	0	1	1	1	1	0
1	1	1	0	1	1	1	1
1	1	1	1	0	0	0	0

## Вычитающий счетчик

Текущее состояние				Новое состояние			
A3	A2	A1	A0	B3	B2	B1	B0
0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	1	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0	0	1	1
0	1	0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	0	1	0	1
0	1	1	1	0	1	1	0
1	0	0	0	0	1	1	1
1	0	0	1	1	0	0	0
1	0	1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	1	0	1	0
1	1	0	0	1	0	1	1
1	1	0	1	1	1	0	0
1	1	1	0	1	1	0	1
1	1	1	1	1	1	1	0

# Синхронный двоично-десятичный счетчик (счетчик по модулю 10)

BBCD (Binary Coded Decimal) counter

Суммирующий счетчик

Текущее состояние				Новое состояние				=9
A3	A2	A1	A0	B3	B2	B1	B0	P
0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0	1	1	0
0	0	1	1	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	1	0
0	1	0	1	0	1	1	0	0
0	1	1	0	0	1	1	1	0
0	1	1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0	0	0	1
<del>1</del>	<del>0</del>	<del>1</del>	<del>0</del>	<del>1</del>	<del>0</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	
<del>1</del>	<del>0</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>0</del>	<del>0</del>	
<del>1</del>	<del>1</del>	<del>0</del>	<del>0</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>0</del>	<del>1</del>	
<del>1</del>	<del>1</del>	<del>0</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>0</del>	
<del>1</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>0</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	
<del>1</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>0</del>	<del>0</del>	<del>0</del>	<del>0</del>	

Вычитающий счетчик

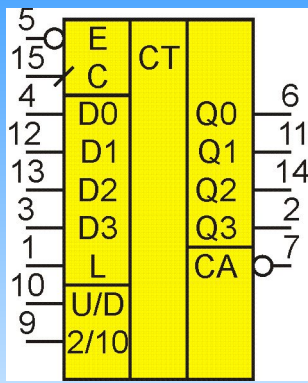
Текущее состояние				Новое состояние				=0
A3	A2	A1	A0	B3	B2	B1	B0	P
0	0	0	0	1	0	0	1	1
0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1	0
0	0	1	1	0	0	1	0	0
0	1	0	0	0	0	1	1	0
0	1	0	1	0	1	0	0	0
0	1	1	0	0	1	0	1	0
0	1	1	1	0	1	1	0	0
1	0	0	0	0	1	1	1	0
1	0	0	1	1	0	0	0	0
<del>1</del>	<del>0</del>	<del>1</del>	<del>0</del>	<del>1</del>	<del>0</del>	<del>0</del>	<del>1</del>	
<del>1</del>	<del>0</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>0</del>	<del>1</del>	<del>0</del>	
<del>1</del>	<del>1</del>	<del>0</del>	<del>0</del>	<del>1</del>	<del>0</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	
<del>1</del>	<del>1</del>	<del>0</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>0</del>	<del>0</del>	
<del>1</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>0</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>0</del>	<del>1</del>	
<del>1</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>1</del>	<del>0</del>	

# Синхронный счетчик. Дополнительные входы.

Обязательный для наращивания вход разрешения

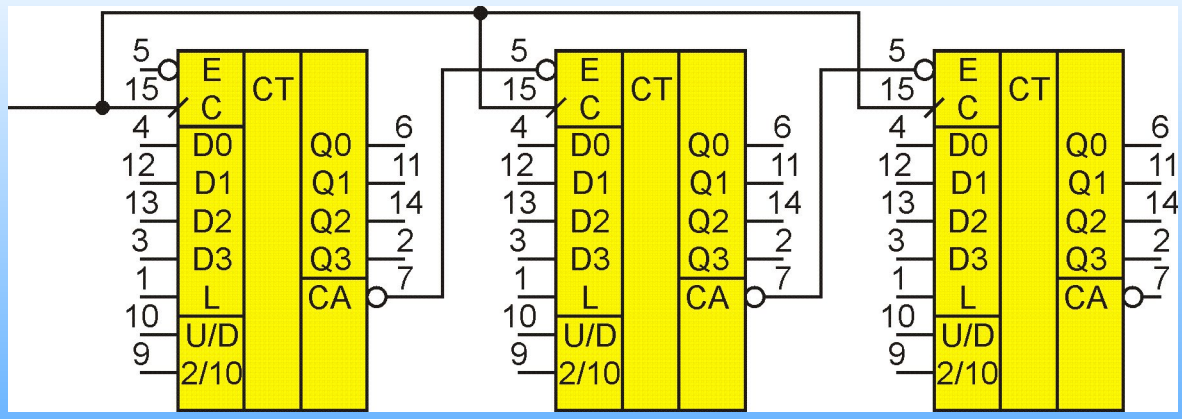
E	Дополнительные входы							Текущее состояние				Новое состояние				
	U/D	2/10	L	D0	D1	D2	D3	A3	A2	A1	A0	B3	B2	B1	B0	
0	X	X	X	X	X	X	X	A3	A2	A1	A0	B=A				Запрет
1	X	X	1	D0	D1	D2	D3	X	X	X	X	D0	D1	D2	D3	Параллельная синхронная загрузка
1	0	0	0	X	X	X	X	0	0	1	0	B=A-1				Двоичный счет на убывание
1	1	0	0	X	X	X	X	0	0	1	1	B=A+1				Двоичный счет на возрастание
1	0	1	0	X	X	X	X	0	1	0	0	B=A-1				Двоично-десятичный счет на убывание
1	1	1	0	X	X	X	X	0	1	0	1	B=A+1				Двоично-десятичный счет на возрастание

# CD4029



Не поместился только Reset

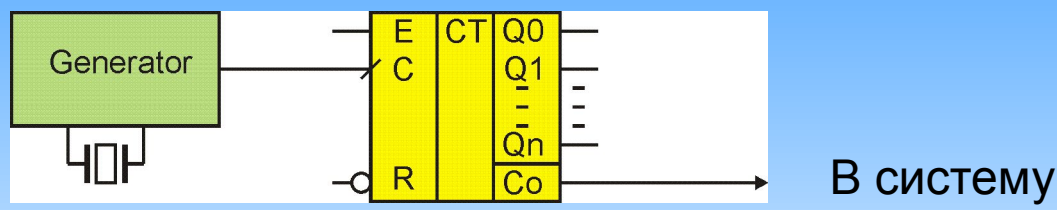
## Наращивание



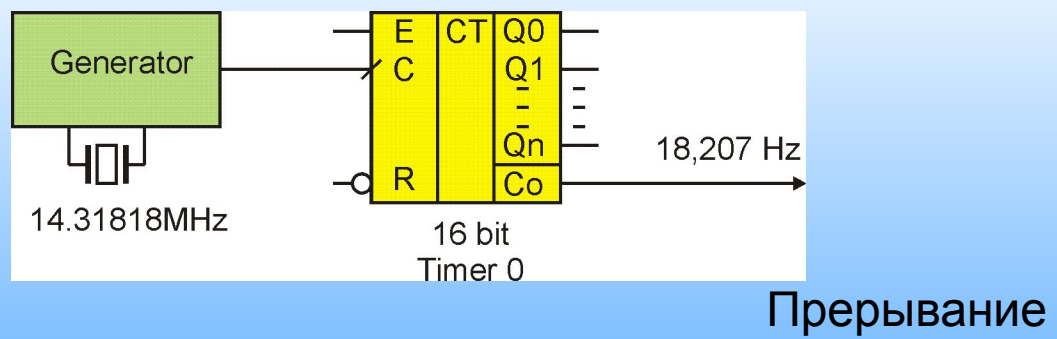


- Счет времени. Таймеры.
- Деление частоты.
- Счет событий.
- Следящее АЦП.
- .....

# Счет времени. Таймеры.

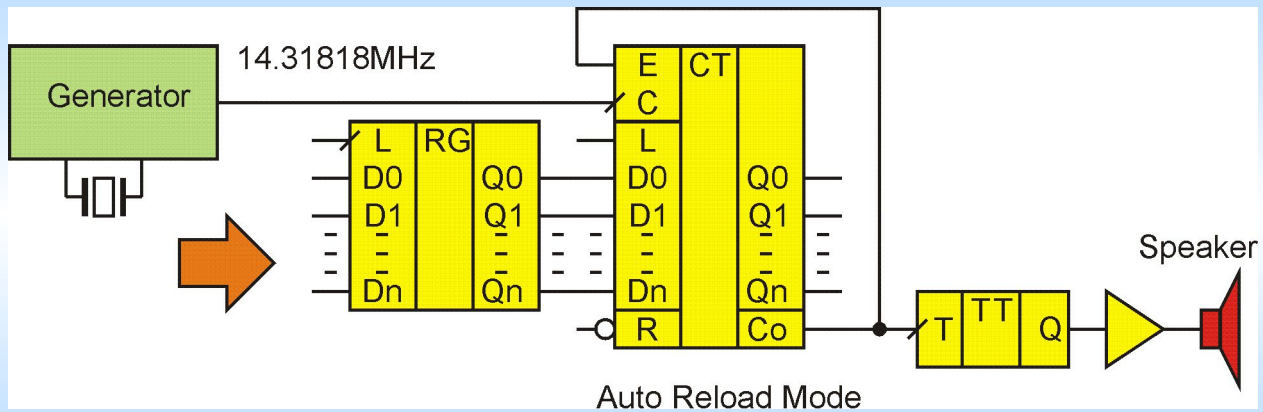


IBM PC



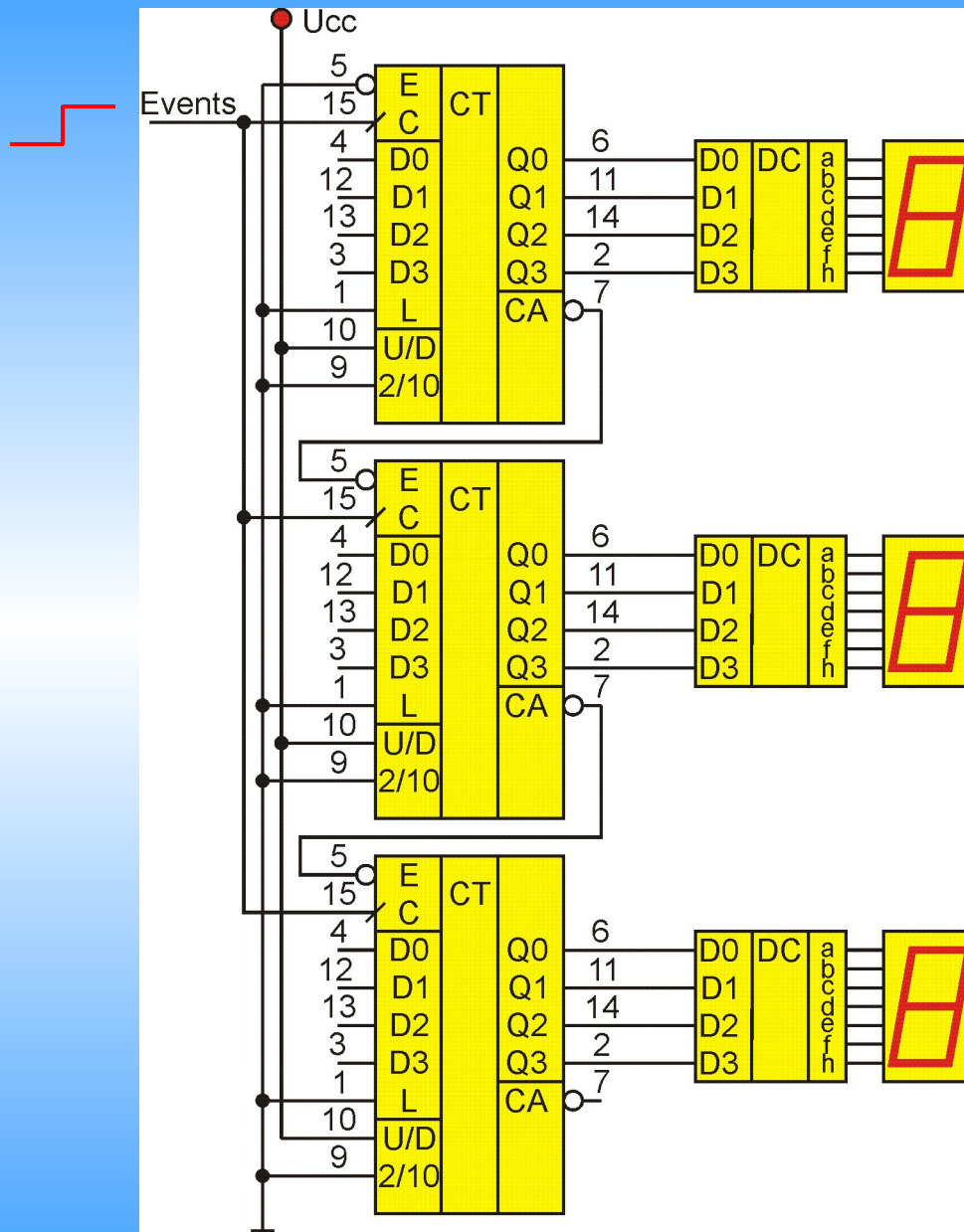
# Деление частоты.

IBM PC

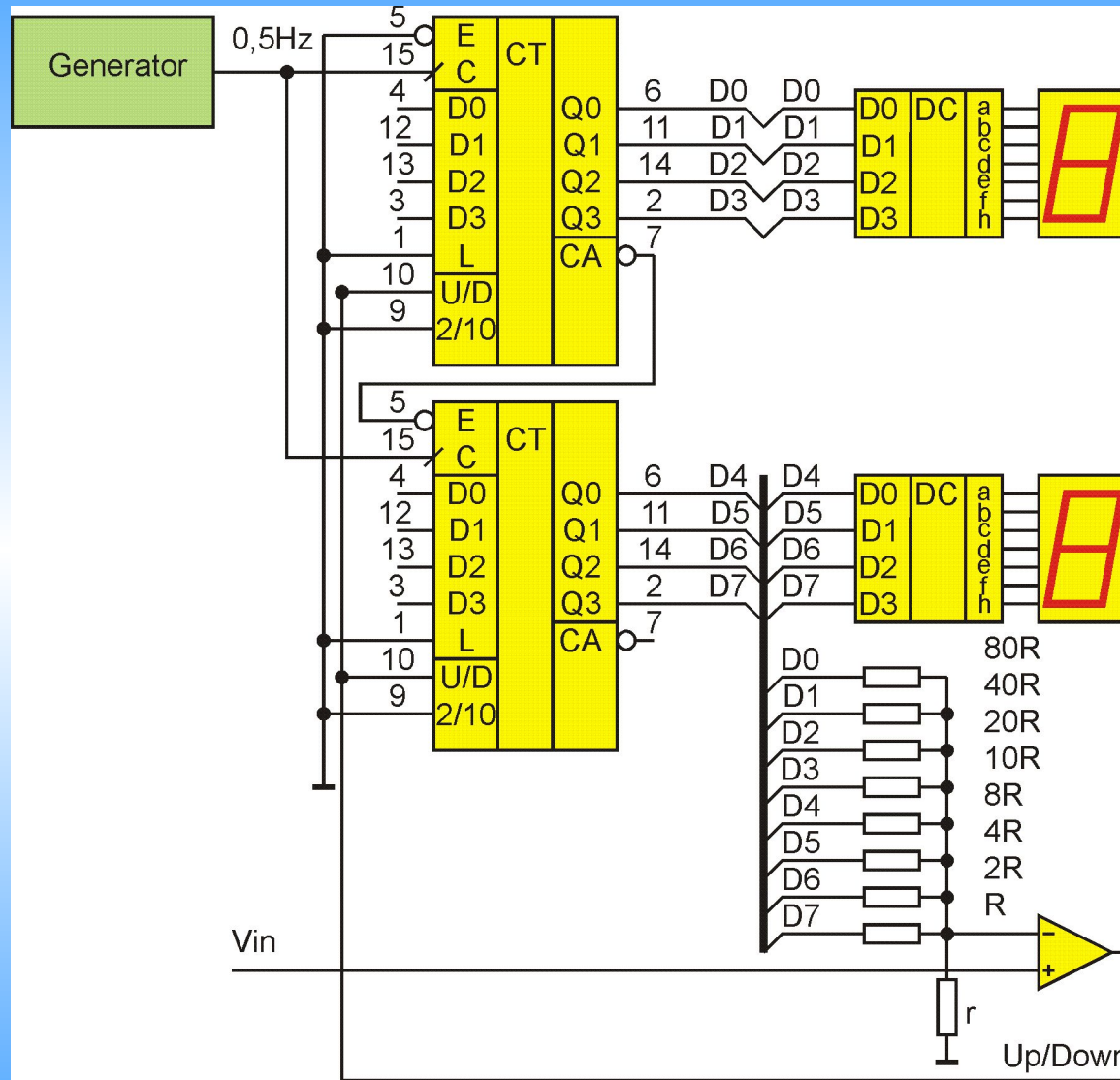


16 bit Timer  
2

# Двоично-десятичный счетчик событий.



# АЦП следящего типа.



# АЦП следящего типа.

