

# ЦИФРОВА СХЕМОТЕХНИКА

**ТЕМА 6: Цифрови броячи - параметри и класификация. Асинхронни и синхронни броячи. Реверсивни броячи. Броячи на Джонсън с четен и нечетен модул на броене.**

Цифровият брояч (ЦБ) е последователностна логическа схема, предназначена да регистрира броя на постъпващите към входа му импулси, като състоянието на брояча еднозначно се определя от постъпилите до този момент входни импулси. Най-простият брояч е Т тригера, с който могат да се преброят два импулса. Броячите на по-голям брой импулси представляват различни схемни съчетания от тригери. В тях се използва свойството на тригерите да запомнят състоянието, в което са останали след постъпването на поредния входен импулс. Цифровите броячи се изграждат от последователно свързани тригери, като при  $n$  на брой тригера максималният брой на състоянията на двоичен брояч е  $2^n$ . Числото  $n$  определя броя на разредите на цифровия брояч, както и броя на разредите на най-голямото двоично число, което може да се запише в него. Всеки входен импулс променя състоянието на брояча с една двоична единица и новото състояние се запомня до постъпването на следващия входен импулс, т.е. цифровите броячи изпълняват ролята на памет за определен период от време. Те запомнят броя на постъпилите импулси или съответстващото на този брой двоично число.

# ЦИФРОВА СХЕМОТЕХНИКА

Състоянията на брояча се номерират, като в състоянието с номер 0 всички тригери са установени в '0'. Номерът на всяко следващо състояние на брояча съответства на броя на постъпилите импулси. След  $K=2^n$  входни импулса настъпва пак нулево състояние на брояча. Изходен сигнал, предназначен за управление на друг последователно свързан цифров брояч, трябва да се получава винаги, когато броячът преминава от  $(K-1)$ -вото в нулевото състояние. Максималният брой на импулсите, които могат да се преброят от брояча е  $(K-1)$ . Числото  $K$  се нарича модул (коефициент) на броене на цифровия брояч.

Основните параметри на цифровите броячи са:

- **Модул на броене (K)** – броят на състоянията на ЦБ;
- **Време на установяване ( $t_{уст}$ )** – това е максималното време от постъпването на активния фронт на тактовият импулс до момента, в който изходите на брояча се установяват в новото състояние;
- **Максимална честота на превключване ( $F_{max}$ )** – тя зависи от времето на установяване и се дефинира като максималната честота на следване на входните импулси, при която цифровият брояч може да отчита броя им адекватно.

Съществува голямо многообразие от различни цифрови броячи. Те могат да се разделят по различни признаци в няколко групи:

1. В зависимост от системата на броене:

\* Двоични

\* Двоично-десетични

\* Кръгови

# ЦИФРОВА СХЕМОТЕХНИКА

2. В зависимост от реда на броене:

\* Сумиращи      \* Изваждащи      \* Реверсивни      \* С произволен ред на броене

3. В зависимост от организацията на връзките между тригерите:

\* Асинхронни      \* Синхронни      \* Комбинирани (със смесени синхронни и асинхронни връзки)

Двоичните броячи се изграждат от последователно свързани тригери. С всеки постъпил входен импулс състоянието на брояча се изменя с единица. Общият брой на състоянията е равен на  $2^n$ .

С въвеждането на обратни връзки от изходите на брояча към нулиращите или установяващите му входове се редуцират част от състоянията на двоичния брояч, така че  $K < 2^n$ . Така се получават съкратени броячи. Сред тази група са и броячите с  $K=10$ , наречени двоично-десетични броячи.

Кръговите броячи се осъществяват на база преместващи регистри.

При сумиращите броячи всеки пореден входен импулс увеличава с единица двоичното число, съответстващо на състоянието на тригерите. Например, ако в изходно положение броячът е в състояние 0000, след първият постъпил входен импулс състоянието му става 0001, след втория – 0010 и т.н.

При изваждащите броячи е обратното – двоичното число, съответстващо на състоянието на тригерите, се намалява с единица при постъпването на всеки входен импулс.

Броячите, които могат да работят както в режим на сумиране, така и в режим на изваждане, се наричат реверсивни.

# ЦИФРОВА СХЕМОТЕХНИКА

Съществуват и броячи с произволен ред на броеве, при които всеки входен импулс изменя по различен начин състоянието на брояча.

Асинхронните броячи се изграждат от последователно свързани тригери, като входните импулси постъпват само към входа на първия тригер. Всеки от останалите тригери в структурата на брояча се тактува от предходния. Следователно при постъпване на входния импулс най-напред се превключва първия тригер, след това втория, а след време равно на  $t_{уст} = n \cdot t_Q$  и последния тригер ( $n$  е броят на тригерите в структурата на брояча, а  $t_Q$  е времето на превключване на един тригер). При асинхронните броячи времето на установяване зависи от текущото състояние на брояча преди постъпване на входния импулс. Сравнително голямото време на установяване е основен недостатък на асинхронните броячи. Предимството им е в по-простата схемна реализация.

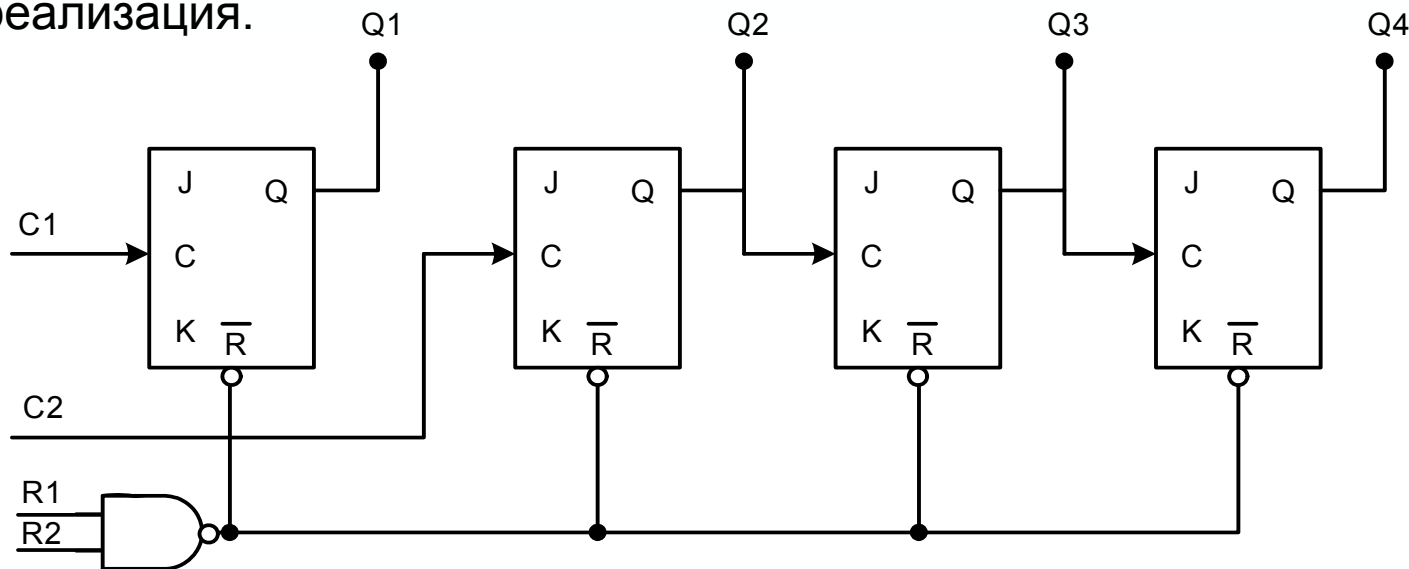
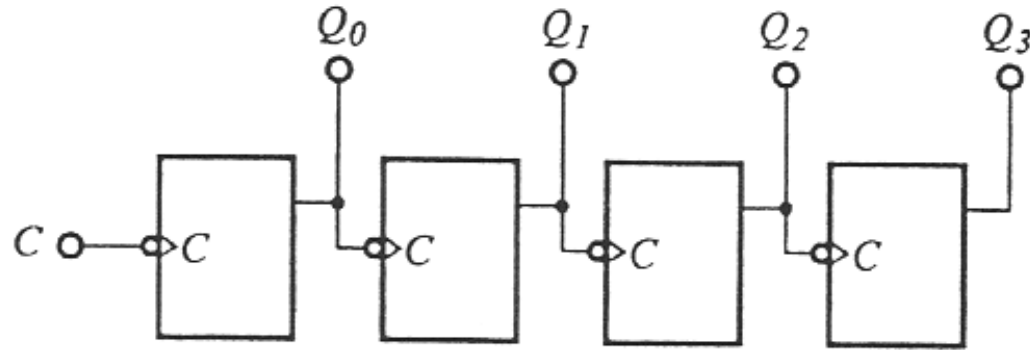
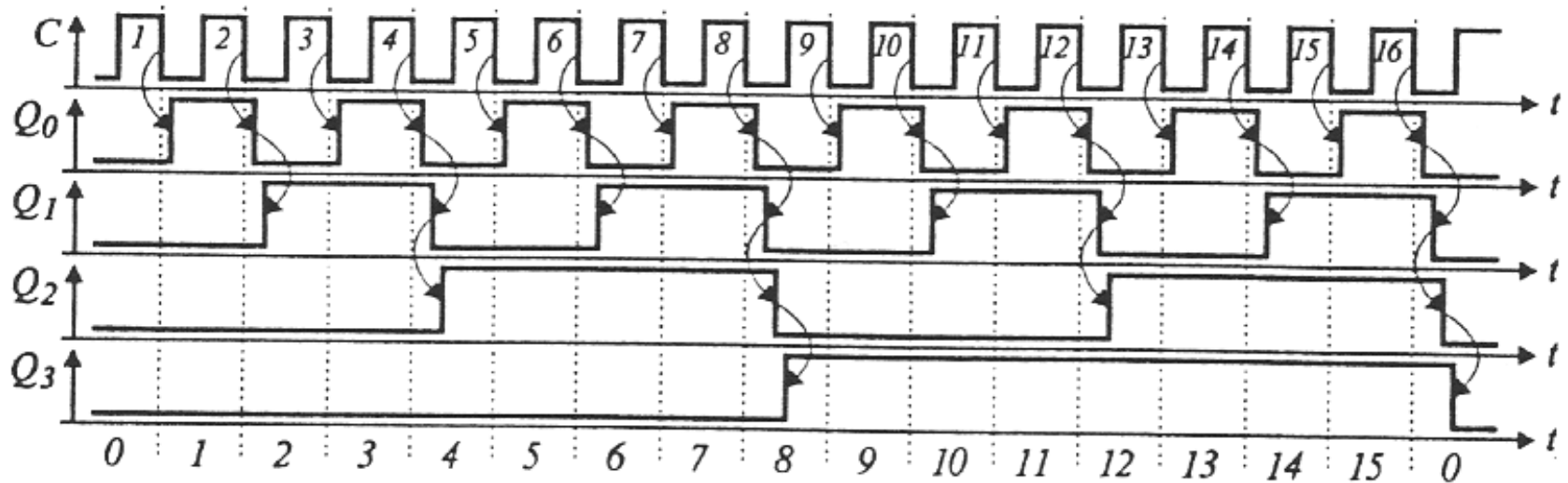


Схема на четири-разредния асинхронен брояч ИС 7493

# ЦИФРОВА СХЕМОТЕХНИКА



a)

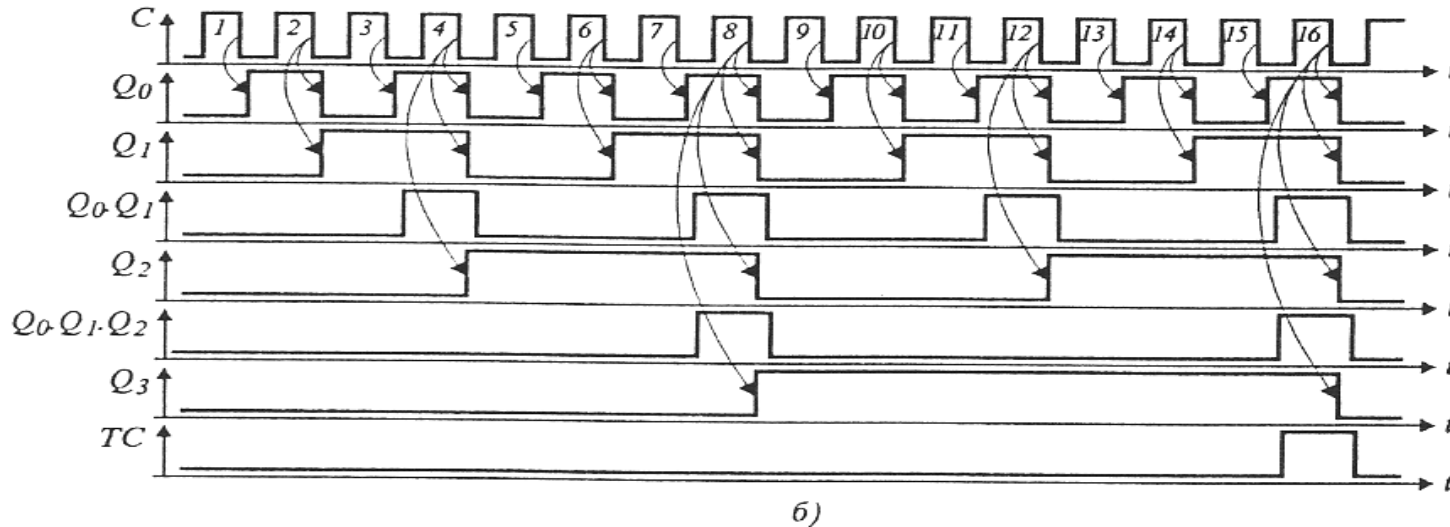
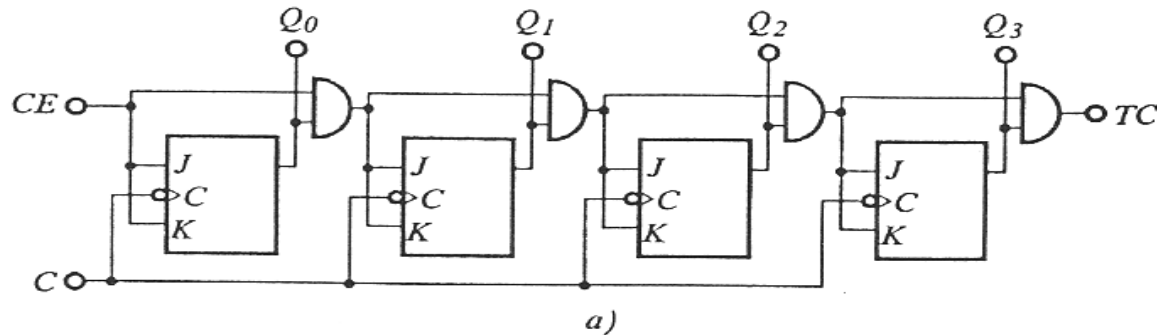


б)

Схема и времедијаграми на работа на асинхронен четири-разреден брояч.

# ЦИФРОВА СХЕМОТЕХНИКА

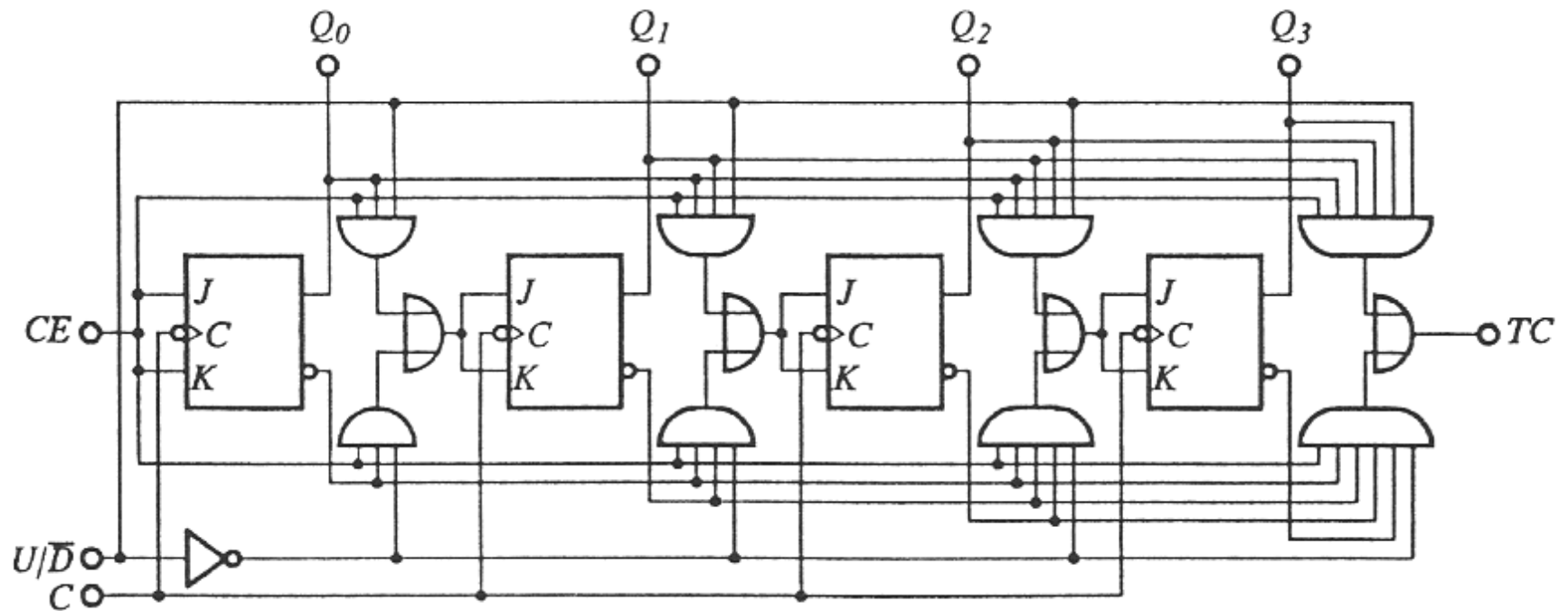
При синхронните броячи входните импулси постъпват едновременно към тактовите входове на всичките тригери в брояча. По този начин превключването им става едновременно и времето на установяване на брояча не зависи от предходното състояние, а само от времето на превключване на един тригер ( $t_{уст} = t_q$ ). Това обаче се постига с известно усложняване на схемата – повече връзки между тригерите и използване на допълнителни логически елементи.



# ЦИФРОВА СХЕМОТЕХНИКА

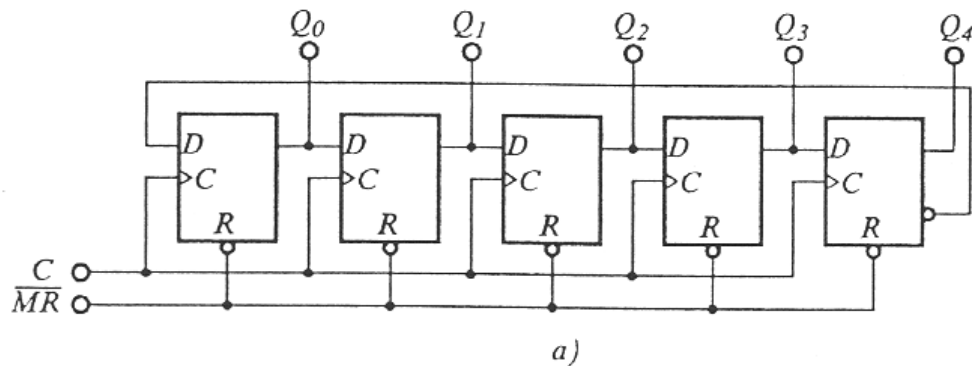
Ако сигналите за формиране на преноса се вземат от инверсните изходи на тригерите, се получава изваждащ брояч.

За реализирането на реверсивен брояч, е необходимо в структурата на брояча да присъстват едновременно логиките за формиране на пренос при събиране и при изваждане, и с дву-входов мултиплексор да се превключва единия от тях. Управлението на мултиплексора се извършва от допълнителен сигнал (Up/Down).



# ЦИФРОВА СХЕМОТЕХНИКА

➤ Броячът на Джонсън е разновидност на кръговия преместващ регистър. Той представлява преместващ регистър, при който последователният вход е свързан с инверсията на изхода на последния тригер в структурата. При  $n$  на брой тригера свързани последователно броячът на Джонсън има  $2 \cdot n$  изходни състояния.



C	Q <sub>0</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>
0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0
2	1	1	0	0	0
3	1	1	1	0	0
4	1	1	1	1	0
5	1	1	1	1	1
6	0	1	1	1	1
7	0	0	1	1	1
8	0	0	0	1	1
9	0	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0

б)

Всички изходи на Брояча на Джонсън генерират сигнали с една и съща честота ( $F = f_c / 2 \cdot n$ )

и коефициент на запълване ( $K_z = 1/2$ ), но са дефазирани във времето един спрямо друг с ъгъл

$$\angle \varphi = \frac{360}{2 \cdot n}$$

