

# ЛЧИЛЬНИКИ



# Лічильники

**Лічильник імпульсів** (Pulse Counter) – електронний пристрій, що виконує підрахунок числа імпульсів, що надійшли на його вхід. Лічильники імпульсів побудовані на базі тригерів.

Кількість комбінацій вихідних сигналів, що знімаються з виходів тригерів лічильника або максимальну кількість імпульсів **N**, яку може підрахувати лічильник без його переповнення, для двійкових лічильників  $N = 2^n$ , де n-число розрядів (тригерів) лічильника, називають **коефіцієнтом або модулем лічби**

Найпростіші лічильники імпульсів складаються з ланцюжка послідовно з'єднаних T-тригерів, кожен з яких ділить частоту вхідного сигналу на два. Кожен з тригерів цього ланцюжка називають розрядом лічильника. Так, наприклад, чотирьох розрядні лічильники дозволяють отримати на виходах тригерів імпульси, частота яких нижче частоти вхідного сигналу в 2, 4, 8 і 16 разів або в  $2^n$  раз, де n-номер тригера в ланцюжку. Такі лічильники отримали назву **лічильники-подільники**

# Лічильники

За принципом дії лічильники діляться на підсумовуючі (прямої лічби), віднімаючі (зворотної лічби) та реверсивні.

**Підсумовуючий лічильник** збільшує своє значення на одиницю при надходженні на його вхід чергового вхідного імпульсу.

**Віднімаючий лічильник** зменшує свій вміст на одиницю при надходженні на його вхід чергового вхідного імпульсу.

**Реверсивний лічильник** є поєднанням лічильників прямої та зворотної лічби. Для розпізнавання напрямку рахунку такий лічильник має додатковий вхід, який переключає режим рахунку, або має два роздільних входи для подачі на них імпульсів прямої та зворотної лічби.

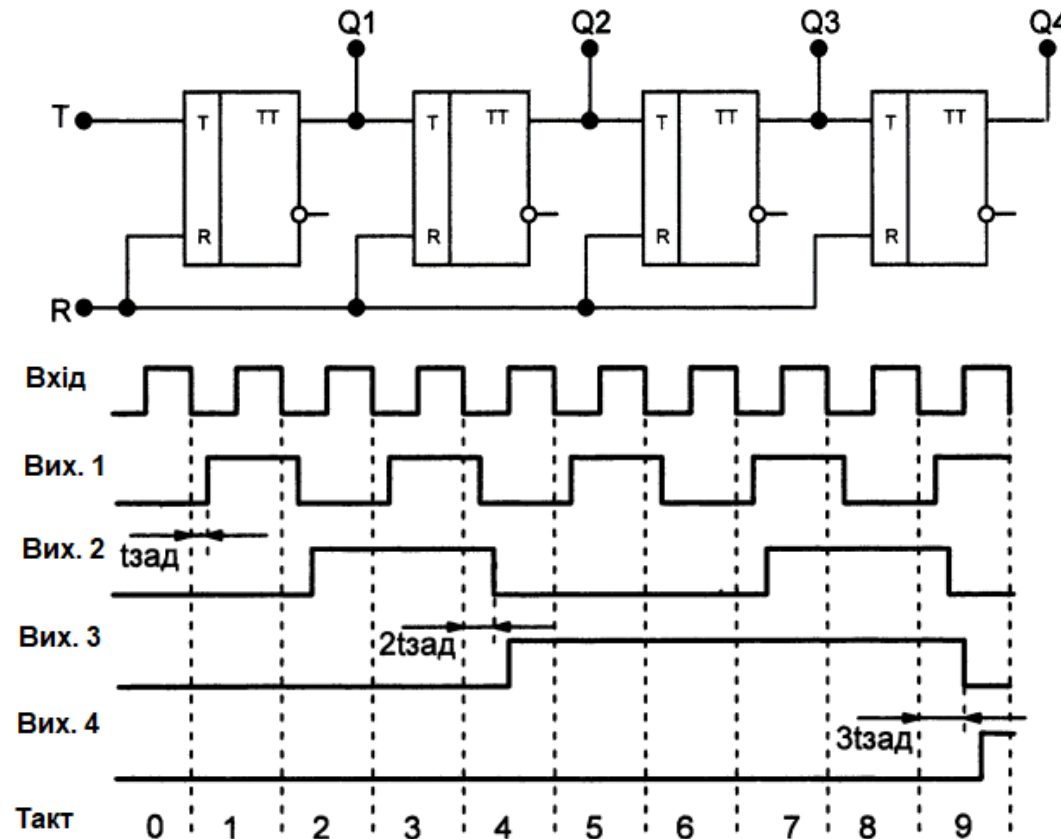
Лічильники імпульсів поділяються на:

- асинхронні (послідовні);
- синхронні з асинхронним перенесенням (паралельні з послідовним перенесенням);
- синхронні (паралельні).

# Асинхронні лічильники

Асинхронні лічильники – це послідовні лічильники, які складаються з ланцюжка тригерів, які працюють в рахунковому режимі. Вихідний сигнал попереднього тригера служить входним сигналом для наступного.

Всі тригери включаються послідовно, отже, і виходи лічильника також перемикаються послідовно. Кожен наступний розряд перемикається з затримкою щодо попереднього. Чим більше розрядів має лічильник, тим більший час йому потрібно на повне перемикання всіх розрядів.



# Підсумовуючий асинхронний лічильник

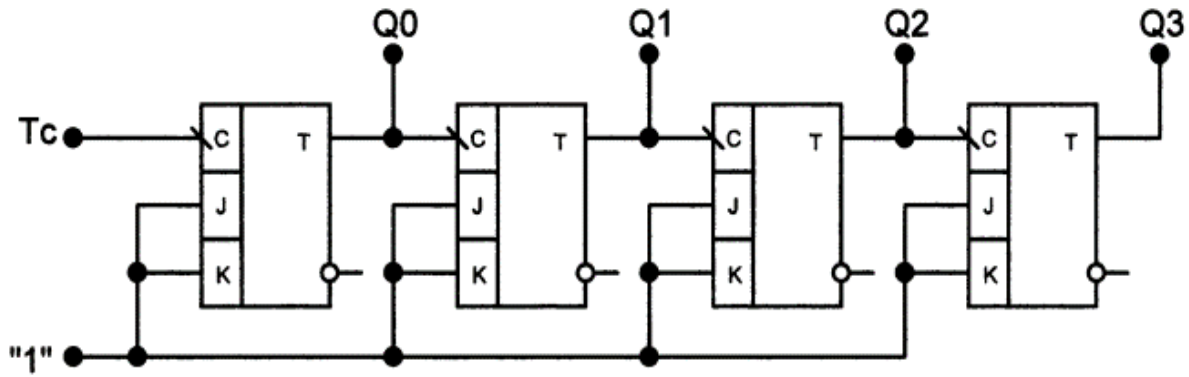


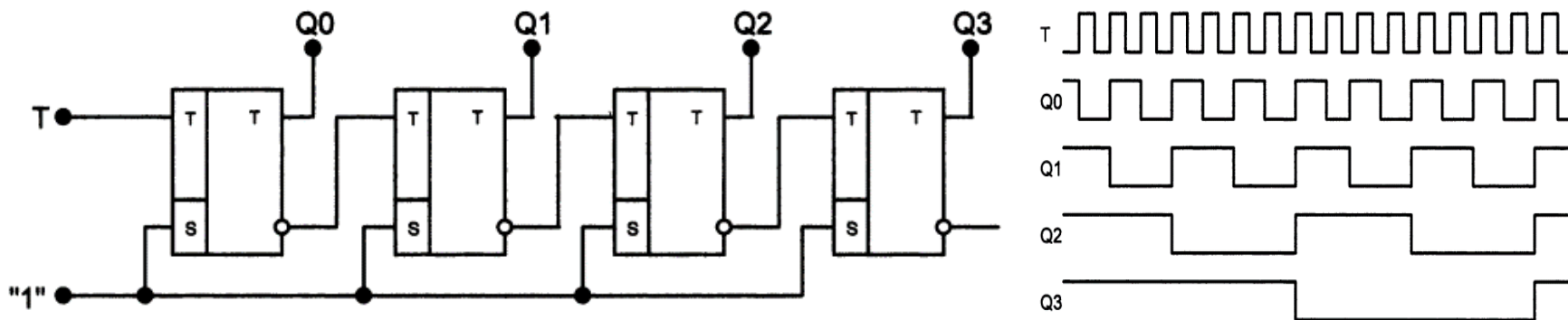
Схема підсумовуючого лічильника на основі JK-тригерів

Число вхідних імпульсів	Стан виходів асинхронного лічильника імпульсів			
	Q3	Q2	Q1	Q0
N				
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1
16	0	0	0	0

Таблиця станів тригерів асинхронного лічильника, що працює на додавання

# Асинхронні лічильники, що працюють на віднімання

Схема двійкового лічильника імпульсів на  $T$ -тригерах, що працює на віднімання, наведена на рис. Інформація на  $T$ -входи кожного наступного тригера подається з інверсією виходів попередніх тригерів. Інформація про кількість імпульсів знімається з прямих виходів тригерів.



Перед початком рахунку виходи всіх тригерів повинні бути встановлені у значення логічної одиниці, для чого на об'єднаний установчий вхід  $S$  подається імпульс установки

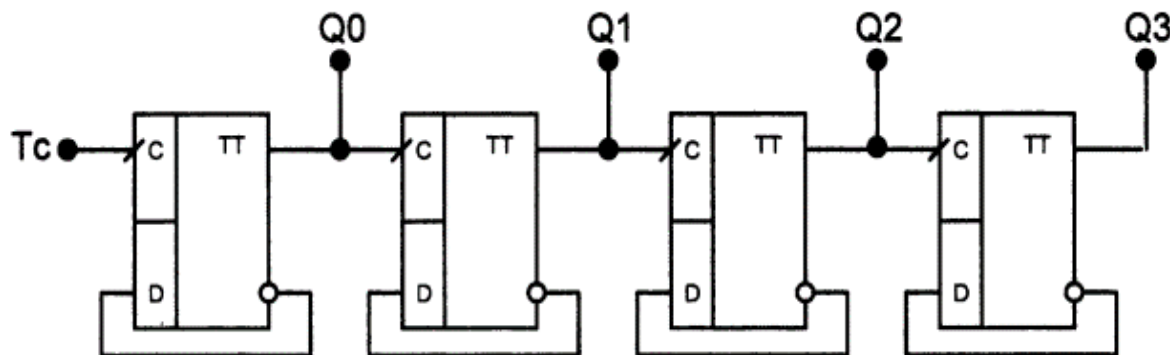
# Асинхронні лічильники, що працюють на віднімання

Таблиця станів тригерів асинхронного лічильника, що працює на віднімання на Т-тригерах

Число вхідних імпульсів	Стан виходів асинхронного лічильника імпульсів			
	Q3	Q2	Q1	Q0
N				
0	1	1	1	1
1	1	1	1	0
2	1	1	0	1
3	1	1	0	0
4	1	0	1	1
5	1	0	1	0
6	1	0	0	1
7	1	0	0	0
8	0	1	1	1
9	0	1	1	0
10	0	1	0	1
11	0	1	0	0
12	0	0	1	1
13	0	0	1	0
14	0	0	0	1
15	0	0	0	0
16	1	1	1	1

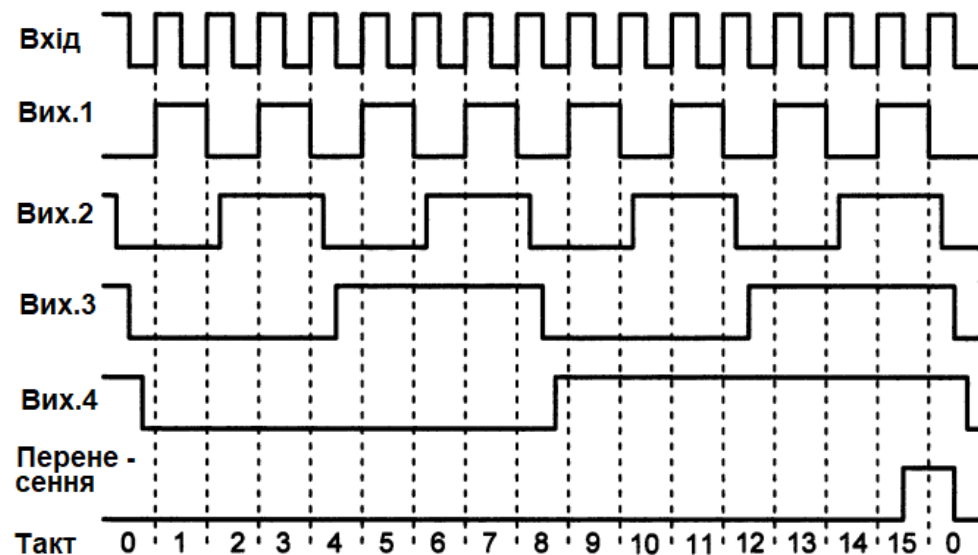
На відміну від лічильника на Т-тригерах після нульового стану всіх тригерів, з приходом першого синхроімпульсу, вони встановлюються в стан логічної одиниці. Надходження другого синхроімпульсу призводить до зменшення вихідного коду на одиницю. Після надходження восьмого (для трьох розрядних лічильників) або шістнадцятого (для чотирьох розрядних лічильників) імпульсу, всі тригери скидаються, і цикл рахунку повторюється.

Схема асинхронного лічильника на D-тригерах, що працює на віднімання



# Синхронні лічильники з асинхронним перенесенням

**Синхронні лічильники з асинхронним перенесенням** відрізняються тим, що перемикавання розрядів здійснюється одночасно, а сигнал перенесення виконується з деякою затримкою. Швидкодія даних лічильників вище, ніж асинхронних, але нижче ніж чисто синхронних.



Для об'єднання декількох синхронних лічильників з метою збільшення числа їх розрядів (каскадування) використовується спеціальний вихідний **сигнал перенесення**. В залежності від принципів формування цього сигналу і від принципів його використання синхронні (паралельні) лічильники діляться на лічильники з асинхронним (послідовним) перенесенням і лічильники з синхронним (паралельним) перенесенням (або повністю синхронні лічильники).

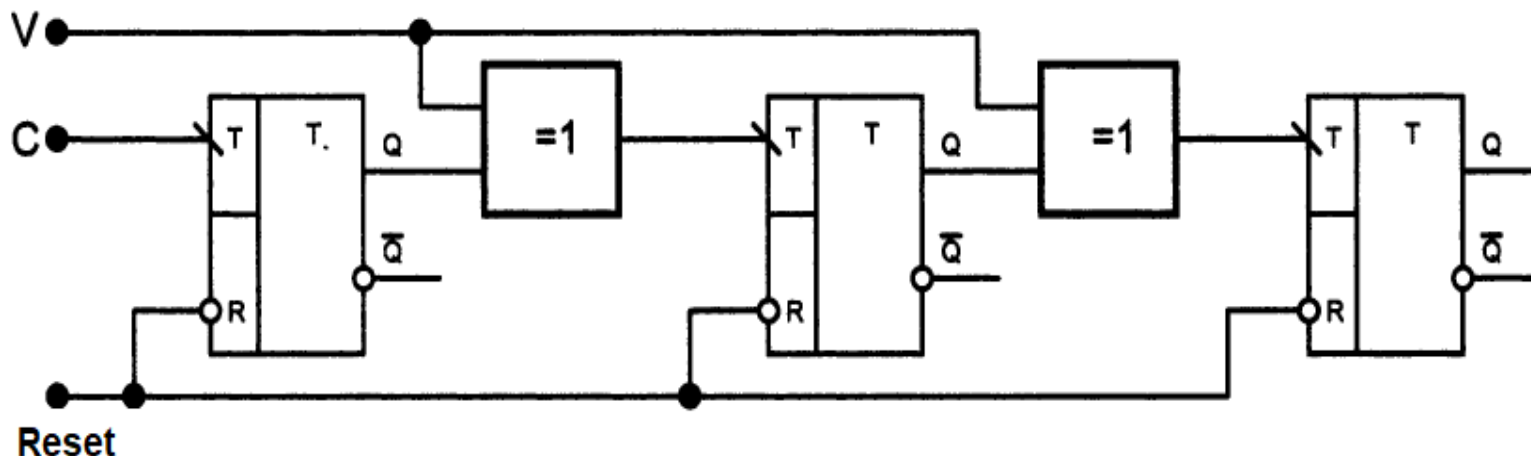




# Реверсивний лічильник

Реверсивний лічильник працює як в прямому, так і в зворотному напрямку лічби імпульсів в залежності від рівня сигналу керування.

На рис. показаний приклад схеми асинхронного двійкового реверсивного лічильника. Напрямок лічби здійснюється сигналом на вході  $V$ : при  $V = 0$  лічильник працює в режимі підсумовування; при  $V = 1$  – в режимі віднімання



# Двійково-десяткові лічильники

**Двійково-десяткові лічильники** реалізують лічбу імпульсів у десятковій системі числення, причому кожна десяткова цифра від нуля до дев'яти кодується чотири розрядним двійковим кодом (тетрадою). Ці лічильники називають **десятковими** або **декадними**, оскільки вони працюють з модулем лічби, кратним десяти.

Багаторозрядний двійково-десятковий лічильник будується на основі регулярного ланцюга декад, при цьому перша (молодша) декада має вагу  $10^0$ , друга —  $10^1$ , третя —  $10^2$  і т.д.

Декада будується на основі чотирирозрядного двійкового лічильника, в якому вилучається надлишкове число станів

Вилучення зайвих шести станів у декаді досягається багатьма способами:

- попереднім записуванням числа 6 (двійковий код 0110); після лічби 9 імпульсу вихідний код дорівнює 1111 і 10 імпульс повертає лічильник у початковий стан 0110, отже, тут результат лічби фіксується двійковим кодом з надлишком 6;
- блокуванням переносів: лічба імпульсів до 9 здійснюється у двійковому коді, після чого вмикаються логічні зв'язки блокування перенесень; з надходженням 10 імпульсу лічильник закінчує цикл роботи і повертається в початковий нульовий стан;
- введенням обернених зв'язків, які забезпечують лічбу в двійковому коді й примусовим перемиканням лічильника в нульовий початковий стан після надходження 10 імпульсу.

# Двійково-десяткові лічильники

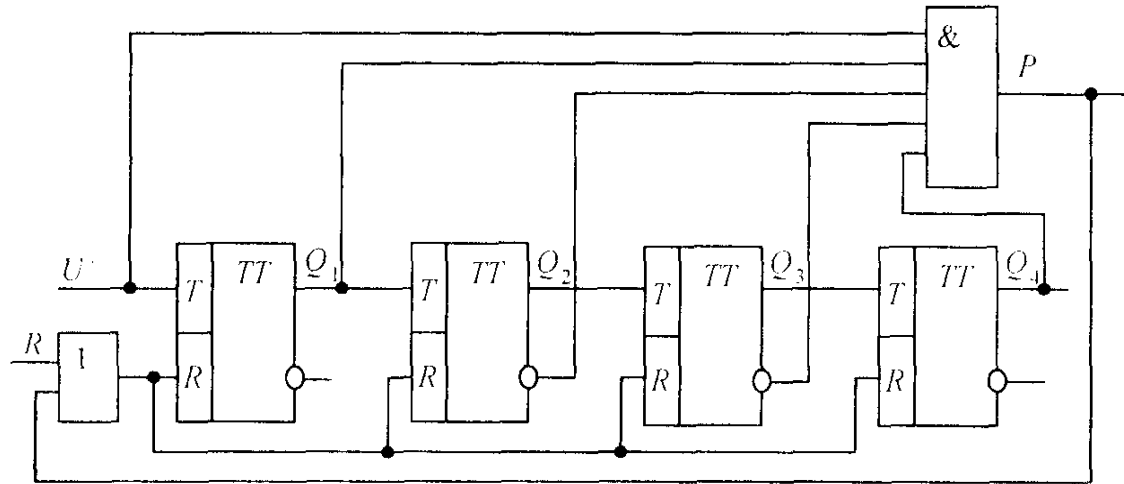


Схема десятичного підсумовуючого лічильника з оберненими зв'язками

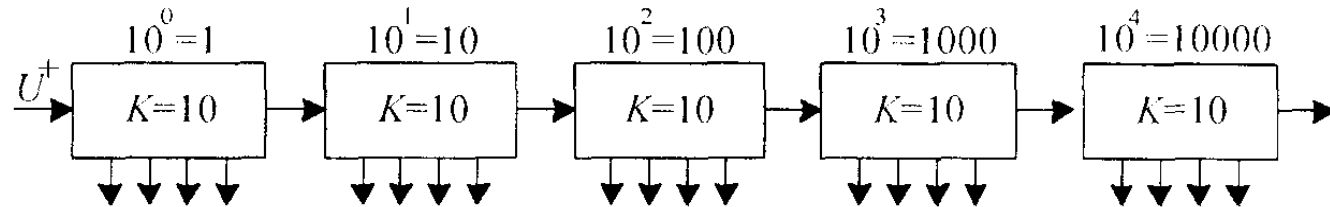
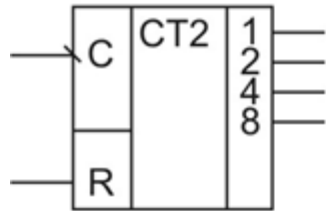


Схема п'ятирозрядного підсумовуючого двійково-десятькового лічильника

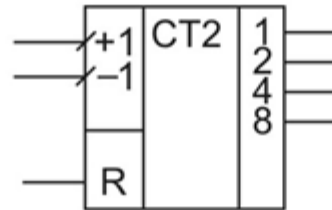
Модуль даного лічильника складає  $K_{лч} = 10^5 = 100000$ , ємність лічби  $N_{max} = K_{лч} - 1 = 99999$ .

Виходи тригерів кожної декади підключаються до входів дешифраторів, які забезпечують візуальну індикацію стану лічильника за допомогою різного роду світлових таблиць

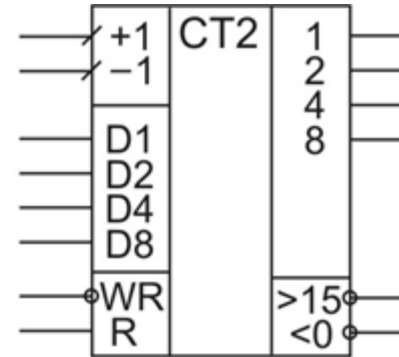
# Застосування лічильників



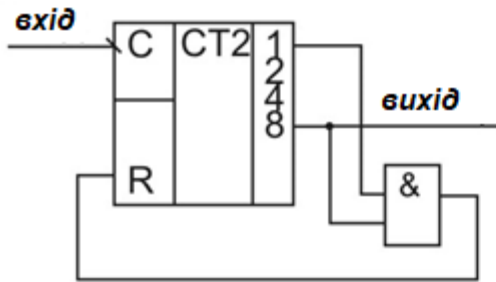
Простий лічильник



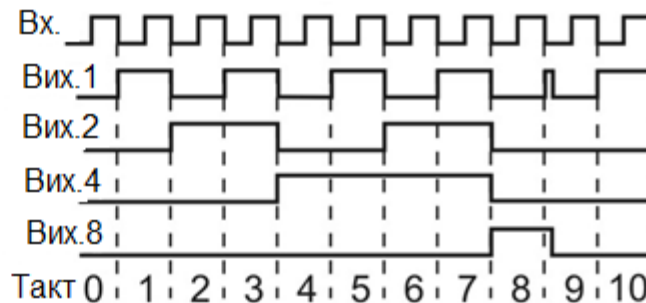
Реверсивний лічильник



Реверсивний лічильник з паралельним записом



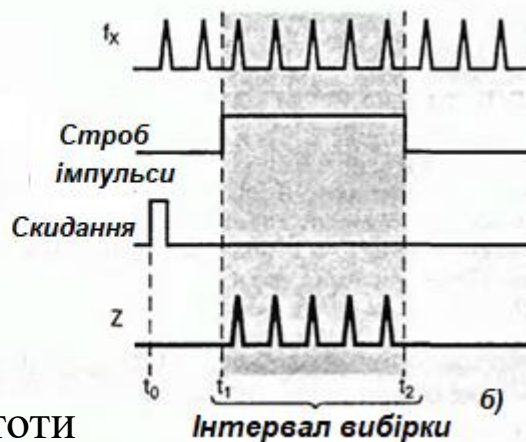
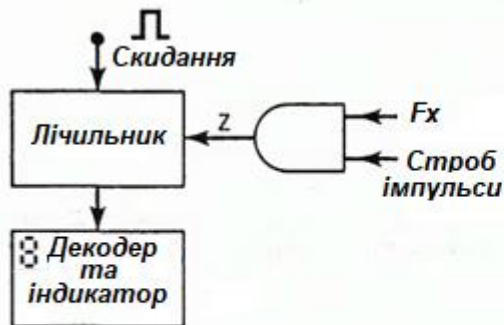
Дільник частоти на лічильнику та елементі 2I



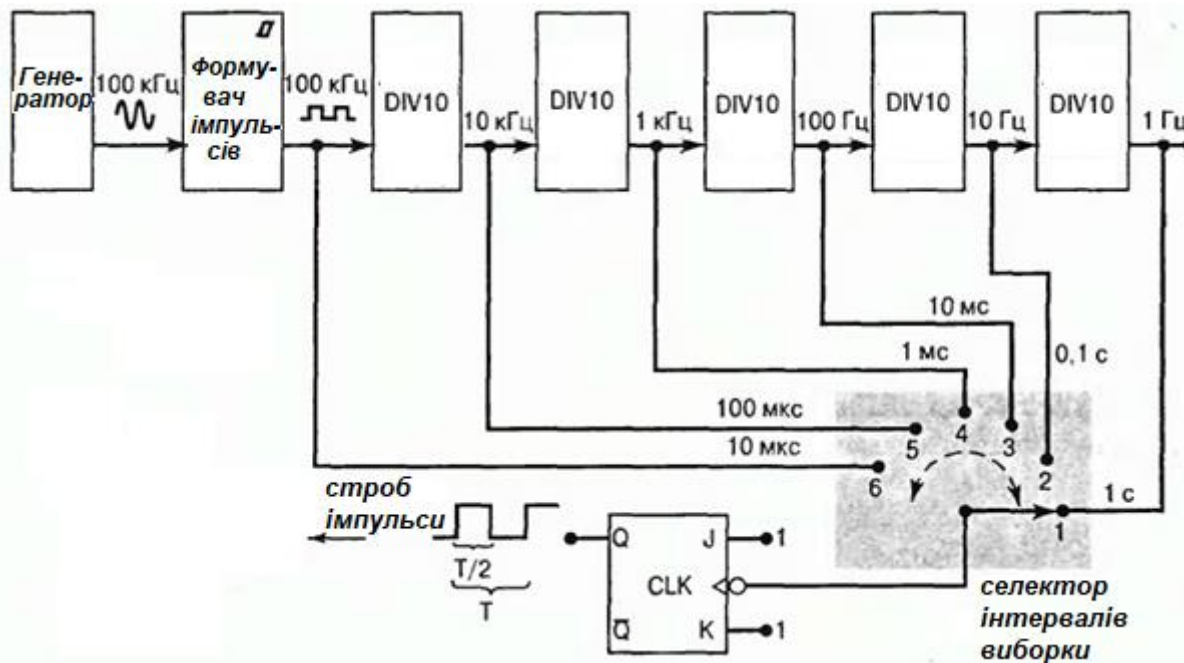
## Застосування лічильників

- Рахунок вхідних імпульсів;
- Розподіл частоти вхідного сигналу;
- Формування сигналів заданої тривалості;
- Формування послідовностей сигналів;
- Вимірювання часових інтервалів;
- Годинники (таймер);
- Синтез (формування) частоти;
- Вимірювання частоти вхідного сигналу;
- Послідовний перебір кодів (наприклад, адрес пам'яті);
- Послідовний перебір каналів (вхідних і вихідних) - з дешифратором або мультиплексором

# Застосування лічильників

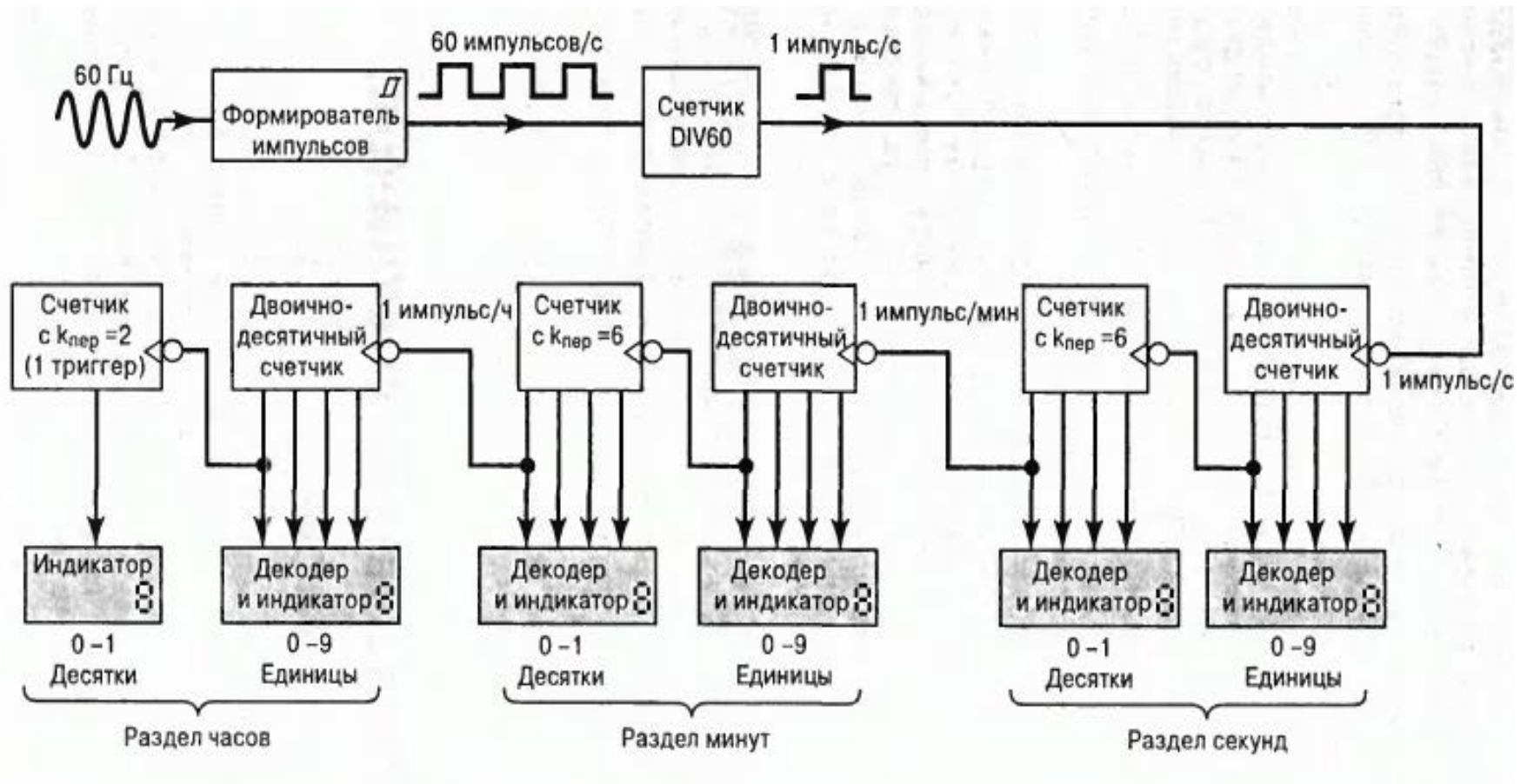


Метод реалізації лічильника частоти



Метод отримання точного інтервалу дискретизації для лічильника частоти

# Застосування лічильників



Блок-схема цифрового годинника