

NUMĂRĂTOARE ASINCRONE

1. Introducere

Numărătoarele sunt circuite logice secvențiale care contorizează (numără) impulsurile aplicate la intrarea sa de numărare. Ele se realizează de regulă de 4 biți, furnizând la ieșire, pe cele 4 linii, codul binar corespunzător numărului de impulsuri aplicat la intrare.

În funcție de modul de numărare, numărătoarele se împart în:

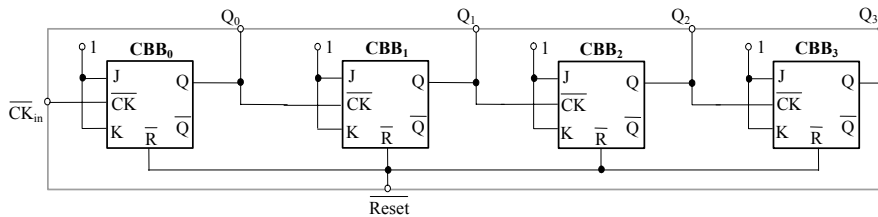
- numărătoare directe - numără în sens direct (crescător)
- numărătoare inverse - numără în sens invers (descrescător)
- numărătoare reversibile - numără în ambele sensuri funcție de valoarea intrării de "sens".

În funcție de modul de funcționare există:

- numărătoare asincrone - celulele de numărare sunt legate în serie, ele comutând succesiv
- numărătoare sincrone - toate celulele comută pe frontul activ al unui semnal de tact.

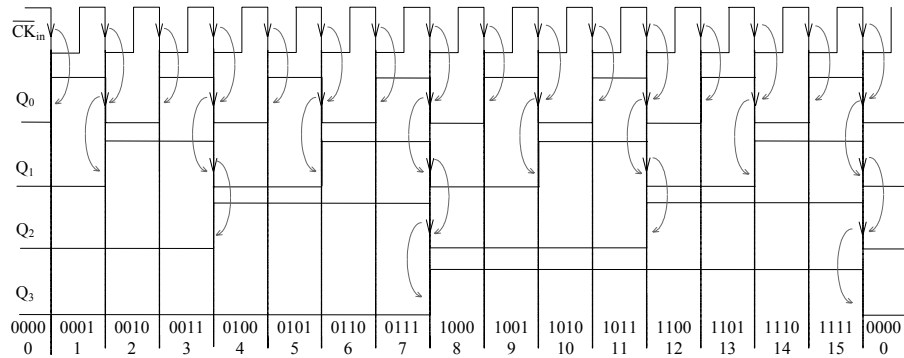
Celula de bază a unui numărător este bistabilul tip T , care realizează o divizare prin 2 a frecvenței impulsurilor de tact (când $T=1$ logic). Prin interconectarea a n celule se obține un numărător de n biți (capacitate maximă de 2^n). Circuitul poate fi privit ca un circuit logic secvențial cu 2^n stări. Codul de la ieșire poate fi: binar (numărător binar), BCD (numărător decadic), Gray.

2. Numărător binar asincron



Un astfel de numărător se realizează prin interconectarea unor celule de tip T , legând ieșirea Q_k a unui CBB cu intrarea de tact a bistabilului următor CK_{k+1} . În figura următoare se poate observa arhitectura unui numărător de 4 biți, precum și formele de undă asociate funcționării acestuia.

Funcționarea acestui numărător decurge astfel: CBB₀ basculează la fiecare front negativ al tactului aplicat la intrare, CBB₁ basculează la fiecare front negativ al lui Q₀, CBB₂ basculează la fiecare front negativ al lui Q₁ și CBB₃ basculează la fiecare front negativ al lui Q₂. Se observă că numărul de impulsuri aplicat la intrare se poate deduce examinând ieșirile celulelor de numărare:



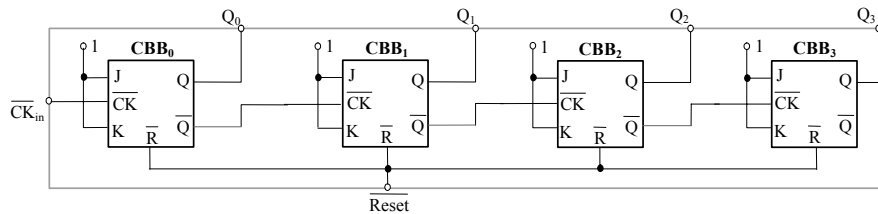
$$N_i = Q_3 \cdot 2^3 + Q_2 \cdot 2^2 + Q_1 \cdot 2^1 + Q_0 \cdot 2^0$$

Circuitul prezentat mai sus se poate utiliza în aplicații care cer contorizarea impulsurilor (toate aparatele de măsură numerice folosesc numărătoare).

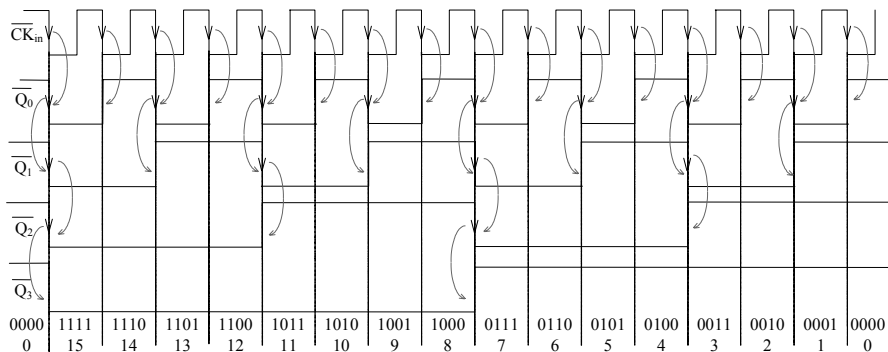
O altă aplicație este de legată de observația că ieșirea Q₀ are frecvența egală cu jumătate din frecvența tactului de la intrare, Q₁ - 1/4, Q₂ - 1/8 și Q₃ - 1/16. Numărătoarele realizează o divizare a frecvenței de la intrare. În cazul în care se doresc factori de divizare diferiți de 2ⁿ, se introduce o reacție, care să readucă numărătorul în starea inițială (0000) după numărul dorit de stări:

- fie K factorul de divizare dorit;
- se transformă K în binar: k₃k₂k₁k₀;
- toate ieșirile Q_i ale numărătorului, corespunzătoare lui i pentru care k_i=1 se leagă printr-o poartă “ȘI-NU” la intrarea de Reset. Corespunzător unei întârzieri necesare propagării stărilor prin circuite, numărătorul se va inițializa (la ieșire vom avea starea 0 în loc de K=1) și ciclul se va relua.

3. Numărător invers

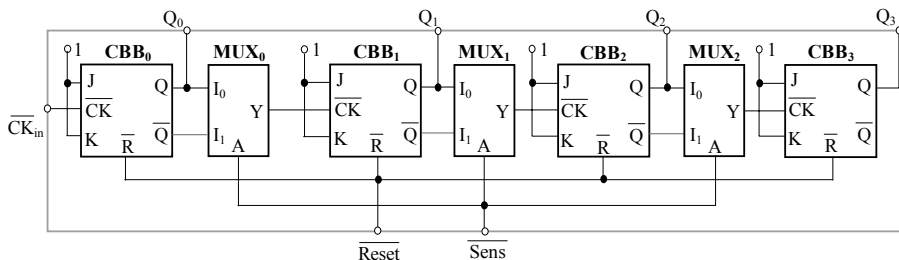


Dacă ieșirea \overline{Q}_i se leagă la intrarea de tact a CBB următor, atunci se obține un numărător binar asincron invers. Ieșirile sale vor fi tot Q_i însă succesiunea stărilor este inversă, de la 15 către 0..



4. Numărător asincron reversibil

Analizând cele 2 tipuri de numărătoare prezentate mai sus se poate observa că, dacă am utiliza un circuit care să comute, când ieșirile Q_i , când ieșirile \overline{Q}_i , în funcție de semnalul de comandă de "sens", la intrările de tact ale CBB următoare, atunci am obține un numărător reversibil. Acest circuit este un simplu multiplexor cu 2 intrări, conectat ca în figura următoare. Sensul de numărare se schimbă în funcție de starea intrării \overline{Sens} .



Dacă intrarea $\overline{Sens}=0 \Rightarrow A=0 \Rightarrow Y=I_0 \Rightarrow \overline{CK}_i = Q_{i-1} \Rightarrow$ numărătorul numără direct. Dacă intrarea $\overline{Sens}=1 \Rightarrow A=1 \Rightarrow Y=I_1 \Rightarrow \overline{CK}_i = \overline{Q}_{i-1} \Rightarrow$ numărătorul numără invers.

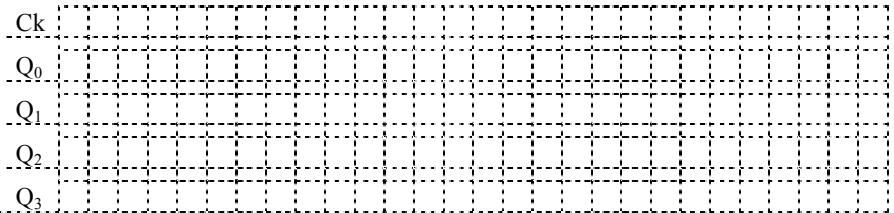
5. Lucrări de efectuat în laborator

Se completează fișa de laborator disponibilă la adresa:

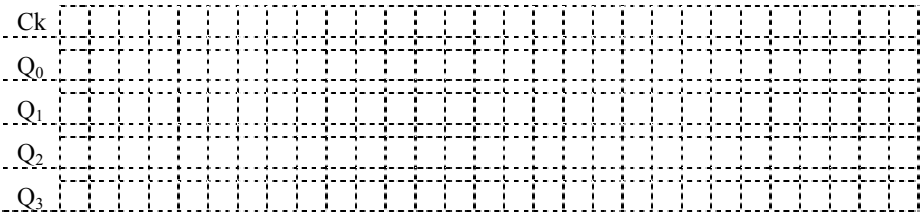
http://www.ee.tuiasi.ro/~demm/Digital_Circuits/FișaLab10.DOC

FIȘA LABORATOR

1. Se introduce schema număratorului binar asincron în MaxPlus II și se simulează circuitul. Formele de undă rezultate se copiează mai jos. Se notează timpii de întârziere și valorile logice pe formele de undă. Se compară rezultatele cu tabelul de adevăr.



2. Se introduc inversoare pe ieșirile număratorului simulat la pct. 1. Se simulează din nou și se notează formele de undă. Ce fel de numărător ați obținut?



3. Se introduce schema număratorului asincron reversibil în MaxPlusII și se simulează. Se notează formele de undă, întârzierea și stările logice pe formele de undă.

