

Numărătoarele asincrone

Vasta majoritate a aparaturii digitale conține, între alte componente de comutație, bistabile. Acestea sunt, în mare parte, cuprinse în numărătoare. Generic privite, numărătoarele sunt subsisteme cu memorie, adică sunt sisteme secvențiale. Numărătoarele sunt folosite și în alte scopuri decât cel generic, să contorizeze un număr de evenimente. Numărătoarele sunt utilizate, spre exemplu, pentru divizarea frecvențelor dar și pentru implementarea unor operatori matematici.

Numărătorul asincron (cu transport succesiv) este practic reprezentat printr-o categorie de circuite integrate, disponibile comercial, care funcționează în această manieră. Ca structură și, implicit, ca modalitate de funcționare numărătorul asincron este simplu și are o utilizare, practică, imediată.

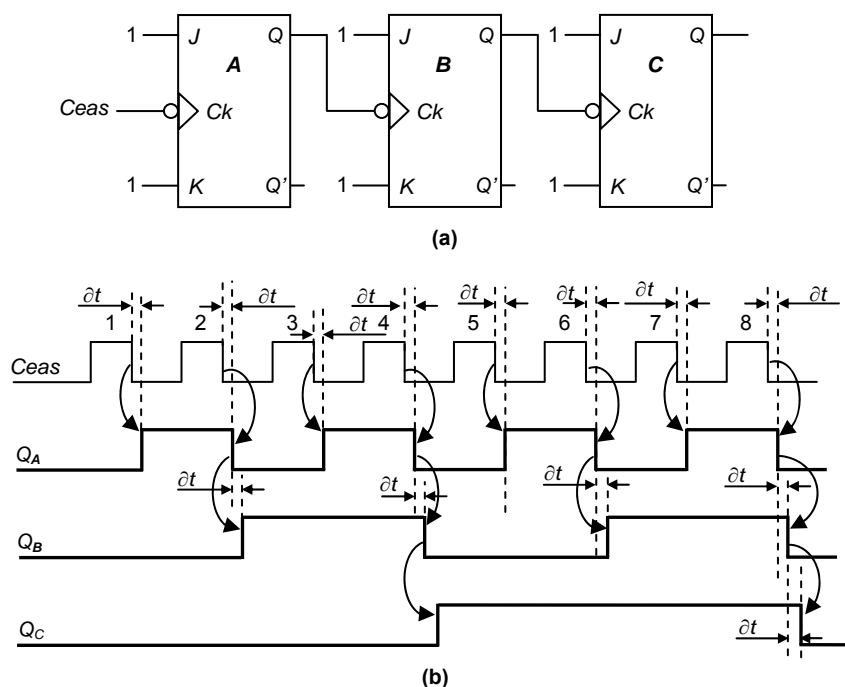


Figura 1. Numărător asincron cu trei ranguri, implementat cu bistabile JK.

- (a) Structura logică a numărătorului;
(b) Diagrama evoluției liniilor de ieșire ale bistabilelor.

Exemplul 1. Se consideră circuitul secvențial cu trei bistabile JK conectate ca în figura 1.(a). Acest circuit secvențial are câteva particularități:

- (i) Toate cele trei bistabile au liniile J, K conectate la valoarea 1.
- (ii) Liniile de ceas (Ck) ale bistabilelor B și C sunt conectate la ieșirile bistabilelor anterioare, respectiv la liniile Q_A și Q_B .

Așa cum rezultă din Figura 1(a), cele trei bistabile își schimbă starea pe frontul negativ al impulsurilor aplicate pe liniile de ceas respective.

Din cauza celei de-a doua particularități a acestui circuit secvențial rezultă că bistabilul B își va schimba starea ori de câte ori linia sa de ceas va tranzita din 1 în 0 (notat $1 \rightarrow 0$), respectiv linia Q_A va tranzita din 1 în zero $Q_A: 1 \rightarrow 0$.

Similar, bistabilul C își va schimba starea ori de câte ori linia sa de ceas va tranzita din 1 în 0 (astfel $1 \rightarrow 0$), respectiv linia Q_B va tranzita din 1 în zero $Q_A: 1 \rightarrow 0$.

În figura 1(b) tranzitul liniilor de ieșire ale celor trei bistabile este marcat prin arce orientate care explicitează cauza care produce tranzitul valorii unei linii din circuit.

Se presupune inițial, înainte să se aplice primul impuls de ceas (notată $Ceas$), că toate cele trei bistabile au fost inițializate prin valoarea 0 ($Q_A = 0$, $Q_B = 0$ și $Q_C = 0$).

În urma aplicării primului impuls de ceas, linia Q_A își schimbă valoarea ($Q_A = 1$) pe frontul căzător (negativ) al impulsului de ceas. Celelalte două linii de ieșire, ale bistabilelor B și C , respectiv Q_B și Q_C își păstrează starea inițială ($Q_B = 0$ și $Q_C = 0$).

Oricare dintre cele trei bistabile își vor complementa starea existentă, la un moment dat, pe frontul căzător al impulsului aplicat liniei sale respective de ceas.

Astfel, primul bistabil (A) își va complementa starea după trecerea celui de-al doilea impuls de ceas ($Q_A = 0$) iar ca urmare a prezenței unei tranziții de forma $1 \rightarrow 0$ pe linia de ceas a bistabilului B , cel de-al doilea bistabil (cu o mică întârziere, notată în figura 1(b), prin ∂t), își va complementa starea curentă:

$$Q_B : 0 \rightarrow 1.$$

Deoarece bistabilul A își schimbă starea tot la fiecare două impulsuri (mai precis, pe frontul căzător al impulsurilor pare), rezultă că bistabilul B va avea o tranziție de forma:

$$Q_B : 1 \rightarrow 0,$$

după frontul negativ al celui de-al patrulea impuls de ceas (iarăși cu o mică întârziere ∂t datorată naturii fizice a fenomenului de propagare) și tot așa la fiecare impuls de ceas multiplu de 4.

Urmarea a tranziției $Q_B : 1 \rightarrow 0$, aplicată liniei de ceas a bistabilului C , acesta își va schimba starea:

$$Q_C : 0 \rightarrow 1.$$

Se poate ușor remarca faptul că bistabilul B produce la ieșirea sa un impuls, încheiat printr-un front negativ, la fiecare patru impulsuri ale liniei de ceas.

Cu alte cuvinte, linia de ieșire a bistabilului C va avea starea $Q_C = 1$ timp de încă patru impulsuri ale liniei de ceas, urmând ca pe frontul negativ al celui de-al patrulea impuls de ceas să tranziteze înapoi în 0:

$$Q_C : 1 \rightarrow 0.$$

La finele analizei acestui circuit secvențial se poate considera că la fiecare opt impulsuri ale liniei de ceas acest numărător își reia, ciclic, stările așa cum se poate vedea din diagrama de stări din figura 2.◇

Privitor la întârzierile prin circuitul secvențial din figura 1(a) se cuvin făcute câteva considerații de natură funcțională.

Din diagrama evoluției liniilor de ieșire ale numărătorului rezultă clar că este prezentă întotdeauna o întârziere (presupusă constantă și notată prin ∂t) între schimbarea stării

unui bistabil, schimbare de stare doar de forma $1 \rightarrow 0$, și schimbarea stării unui bistabil imediat următor. Există, în descrierea funcționării numărătorului din figura 1(b) situații în care se declanșează mai multe tranziții, în serie, de forma $1 \rightarrow 0$.

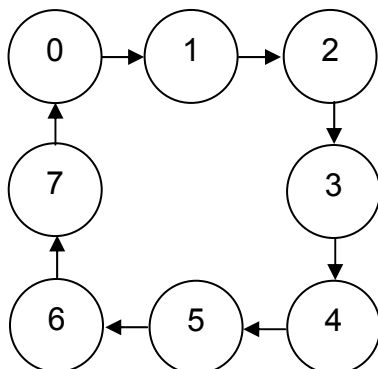


Figura 2. Diagrama de stări a numărătorului din figura 1.

Astfel, frontul descrescător al celui de-al optulea impuls de ceas, $Ceas: 1 \rightarrow 0$, declanșează consecutiv trei tranziții după cum urmează:

$$Q_A: 1 \rightarrow 0,$$

care la rândul său declanșează tranziția semnalului Q_B :

$$Q_B: 1 \rightarrow 0,$$

iar aceasta inițiază în fine, tranziția semnalului Q_C :

$$Q_C: 1 \rightarrow 0.$$

Se poate remarca relativ simplu că numărătorul din figura 1(b) are un regim tranzitoriu succesiv în urma căruia din starea inițială (1, 1, 1), valori respective pentru bistabilii (Q_A , Q_B , Q_C), se ajunge, în urma sosirii următorului impuls pe linia $Ceas$, respectiv în starea (0, 0, 0).

Schimbarea de stare are loc cu durată echivalentă a trei întârzieri ∂t , presupunând că toate cele trei bistabile au aceeași latență a schimbării stării (bistabilele sunt fabricate prin același proces tehnologic etc.).

În acest caz, este important de reținut, însă, că următorul impuls pe linia $Ceas$ trebuie să apară doar după încheierea regimului tranzitoriu amintit, adică nu mai devreme de $3\partial t$, pentru ca numărătorul să poată funcționa corect.

Dacă se consideră un numărător asincron, de forma celui din figura 1(a), dar cu n ranguri, cu n bistabile, atunci intervalul de timp dintre două impulsuri de ceas (perioada impulsului de ceas, notată prin T) trebuie să satisfacă relația:

$$T \geq n\partial t + \tau,$$

Unde, s-a notat prin τ timpul maxim necesar derulării unor posibile operații combinaționale tipice stărilor numărătorului respectiv. Din relația anterioară rezultă că numărul maxim de ranguri ale numărătorului este limitat:

$$n < (T - \tau)/\partial t.$$

Practic, dacă pentru numărătorul din figura 1(a), se consideră:

- latența unui bistabil (∂t) are valoarea 50ns (durată plauzibilă), iar
- pentru o potențială procesare combinațională (decodorul stării, așa cum este prezentat în figura 3, spre exemplu) dintre două stări succesive ale numărătorului este necesar un interval de timp însumând 100ns,

atunci frecvența a impulsurilor de ceas, cu care poate opera numărătorul, are valoarea maximă:

$$f \leq 4 \text{ MHz.}$$

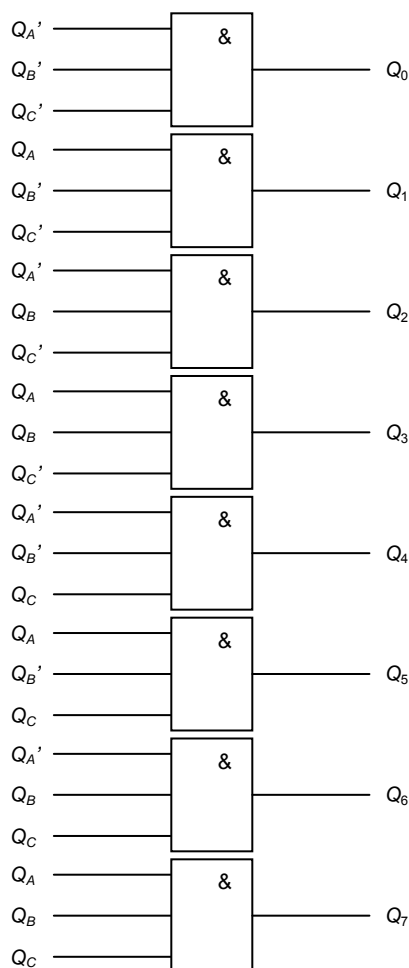


Figura 3. Decodificatorul stărilor numărătorului din figura 1.

Un numărător, în general, divizează frecvența impulsului de ceas. Un sistem digital funcționează cu mai multe impulsuri de frecvențe diferite, după cum impune aplicația pentru care este proiectat respectivul sistem. Frecvența impulsurilor de ceas este cea mai mare. Toate celelalte impulsuri din sistem sunt obținute, de regulă, prin divizarea impulsurilor de ceas.

Astfel, un numărător alcătuit dintr-un singur bistabil va diviza la jumătate frecvența impulsului de ceas. În cazul numărătorului din figura 1, liniile de ieșire ale fiecărui bistabil divizează printr-o putere a lui 2 frecvența impulsului de ceas.

Se poate ușor remarca faptul că frecvența impulsului de ceas va fi divizată după cum urmează:

- Q_A va diviza prin 2,
- Q_B va diviza prin 2^2 ,
- Q_C va diviza prin 2^3 .

Dacă se dorește o divizarea mai mare, prin 2^4 spre exemplu, atunci se extinde numărătorul cu încă un bistabil. Bistabilul adăugat pentru divizarea prin 2^4 se conectează, în aceeași manieră, dar la ieșirea bistabilului C.

Procesul poate fi extins pentru valori mai mari ale divizării frecvenței impulsului de ceas, dar trebuie avută în vedere limitarea frecvenței impulsului de ceas atunci când crește numărul de ranguri.

În cazul în care divizarea dorită nu este de forma 2^k , procedeul de proiectare se modifică dar rămâne, în continuare, foarte simplu.

Exemplul 2. Se presupune că este necesară o divizare a frecvenței impulsului de ceas prin 6. Se va utiliza, un numărător având o structură similară celui din figura 1(a). Spre deosebire de circuitul din figura 1(a) se vor utiliza liniile asincrone S (Set) ale celor trei bistabile, așa cum se poate remarca din figura 4. Liniile S permit poziționarea unui bistabil în valoarea 1 ($Q=1$) indiferent de valorile liniilor de intrare și ale liniei de ceas.

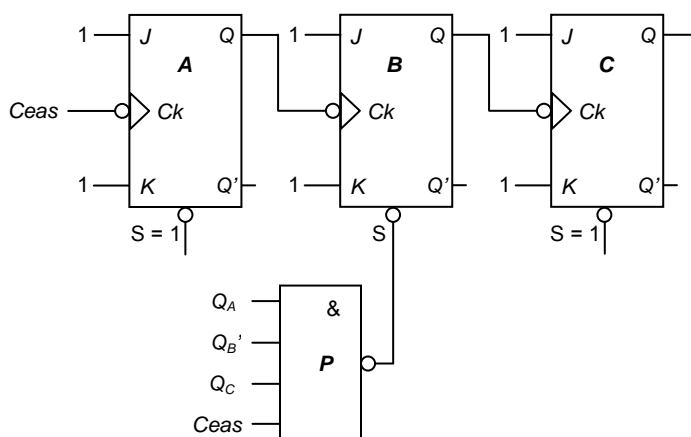


Figura 4. Numărător asincron divizor prin 6 al frecvenței impulsului de ceas.

Divizarea frecvenței impulsului de ceas prin 6 implică următoarele tranziții ale stărilor ale numărătorului dorit:

Starea	Q_C	Q_B	Q_A
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
0	0	0	0

Tabelul 1. Tranzițiile numărătorului divizor prin 6 al frecvenței impulsului de ceas.

Din tabelul tranzițiilor acestui numărător se remarcă faptul că după starea 5 numărătorul trebuie să tranziteze în starea 0.

Spre deosebire de structura numărătorului din figura 1, în figura 4 apare o poartă ȘI-NU (NAND), notată P , a cărei linie de ieșire este conectată la intrarea asincronă S a bistabilului B . Poarta P va genera valoarea 0, la ieșirea sa, pentru o combinație unică a următoarelor semnale ale numărătorului:

$$Q_A = 1, Q_B = 0, Q_C = 1 \text{ și } Ceas = 1.$$

Cu alte cuvinte poarta P va fi activă asupra numărătorului doar atunci când numărătorul a ajuns în starea 5 iar linia impulsului de ceas se află pe palierul valorii 1 al acestui impuls.

Urmarea a acțiunii porții P toate cele trei bistabile ale numărătorului se vor afla, pentru un foarte scurt interval de timp, în starea $Q_A = 1, Q_B = 1, Q_C = 1$. Acest foarte scurt interval de timp corespunde duratei palierului valorii 1 a impulsului de ceas. După care, în această stare logică stabilă, pe frontul negativ al impulsului de ceas numărătorul va tranzita, ca și numărătorul din figura 1(a), astfel:

$$Q_A : 1 \rightarrow 0, Q_B : 1 \rightarrow 0, Q_C : 1 \rightarrow 0.$$

Cu alte cuvinte numărătorul a tranzitat din starea 5 ($Q_A = 1, Q_B = 0, Q_C = 1$) în starea 7 ($Q_A = 1, Q_B = 1, Q_C = 1$) și apoi în starea 0 ($Q_A = 0, Q_B = 0, Q_C = 0$). După aceasta se vor relua tranzițiile stărilor așa cum se arată în tabelul 1.

Starea	Q_A	Q_B	Q_C
0	0	0	0
1	1	0	0
2	0	1	0
3	1	1	0
4	0	0	1
5	1	0/1	1
0	0	0	0

Tabelul 2. Tranzițiile complete ale numărătorului divizor prin 6 al frecvenței impulsului de ceas.

Deoarece starea 7 este prezentă doar pe durata palierului cu valoarea 1 a impulsului de ceas, linia Q_B are o tranziție $0 \rightarrow 1$ rămânând foarte puțin timp în starea $Q_B = 1$, urmată de tranziția finală $1 \rightarrow 0$, pe frontul negativ al impulsului de ceas.

Aceasta se mai menționează, uneori, așa cum se poate remarca din tabelul 2 al tranzițiilor complete ale numărătorului din figura 4 (se poate remarca celula având valoarea 0/1, corespunzătoare liniei stării 5, coloana bistabilului B (Q_B)). \diamond

Există și o metodă alternativă de proiectare a numărătoarelor asincrone pentru care ciclul de numărare are o lungime n care nu este exprimată printr-o expresie de forma 2^k , unde prin k s-a notat numărul de ranguri (bistabile) al numărătorului.

Exemplul 3. Numărătoarele modulo-12 sunt mult utilizate în construcția ceasurilor digitale. Aceste numărătoare parcurg o secvență de stări de forma 0, 1, ..., 11. Așa cu

se poate imediat remarca sunt necesare patru bistabile pentru alcătuirea unui numărător modulo-12.

Aceste bistabile vor fi notate în ordinea crescătoare a ponderii respectiv A, B, C și D . Ponderile acestor bistabile vor fi respectiv 1 pentru rangul A , 2 pentru rangul B , 4 pentru rangul C și 8 pentru rangul D .

Tabelul 3 prezintă succesiunea celor 12 stări ale acestui numărător modulo-12.

Starea	Q_A	Q_B	Q_C	Q_D
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	1	1	0	0
4	0	0	1	0
5	1	0	1	0
6	0	1	1	0
7	1	1	1	0
8	0	0	0	1
9	1	0	0	1
10	0	1	0	1
11	1	1	0	1
0	0	0	1/0	1/0

Tabelul 3. Stările unui numărător modulo-12.

În acest exemplu se aplică o metoda alternativă care constă în tranzitarea tuturor bistabilelor în starea 0 deîndată ce numărătorul recepționează impulsul de ceas având indexul 0 modulo-12 (cel de-al 12-lea impuls).

Dacă se urmărește structura logică a acestui numărător, din figura 5, se poate remarca prezența unei porți (notate prin Z) a cărei linie de ieșire este conectată la toate liniile asincrone R (*Reset*) ale celor patru bistabile.

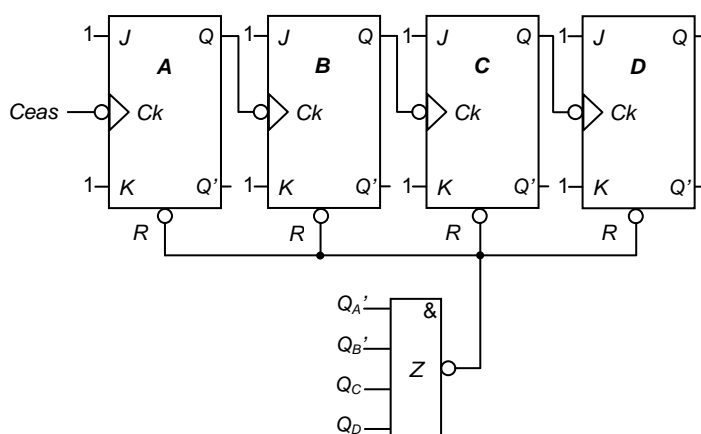


Figura 5. Numărător asincron modulo-12.

Condiția ca ieșirea porții Z (poartă ȘI-NU) să ia valoarea 0 este conjuncția valorilor $Q_A' \cdot Q_B' \cdot Q_C \cdot Q_D$, echivalentă stării 12 ($A = 0, B = 0, C = 1$ și $D = 1$) a numărătorului din figura 5. Dar, deîndată ce numărătorul ajunge în această valoare are loc, cu o întârziere foarte mică (cât a unei porți), trecerea asincronă, în zero a tuturor rangurilor numărătorului. Acest tranzit asincron, de foarte scurtă durată, este marcat în ultima

linie a tabelului 3 prin valori de forma 1/0 pentru ieșirile rangurilor C și D ale numărătorului din figura 5.◇

Cea de-a doua metodă de proiectare, descrisă în exemplul 3, pentru numărătoarele cu transport succesiv (denumire alternativă pentru numărătoarele asincrone) este mai simplă decât cea prezentată în exemplul 1. Metoda aceasta are, totuși, anumite limitări care reflectă certe considerente pragmatice privind particularitățile de funcționare ale bistabilelor.

În acest sens, se consideră timpul de propagare dintre momentul aplicării semnalului de inițializare pe linia R a unui bistabil și momentul în care linia de ieșire a respectivului bistabil ia valoarea corespunzătoare, zero în cazul de față.

Dacă acest timp de propagare este diferit de la un bistabil la celălalt, atunci se poate întâmpla ca semnalul de inițializare produs de poarta Z să nu dureze un timp suficient de lung pentru ca să poată fi inițializate toate bistabilele dintr-un astfel de numărător. O dispersie pronunțată între duratele propagării semnalului de inițializare prin bistabilele unui numărător, apare atunci când liniile de ieșire ale acestora sunt încărcate inegal.

Cu cât crește numărul de bistabile dintr-un astfel de numărător, cu atât este mai mare probabilitatea ca dispersia parametrilor dintre bistabile să fie suficient de mare pentru ca să se producă o inițializare incompletă.

Ca ordin de mărime, este suficient ca un bistabil să aibă timpul de propagare de 12ns iar un altul, din același numărător, să prezinte un timp de propagare mai mare, de 49ns.

În astfel de situații, timpul de propagare al primului bistabil va face ca impulsul (negativ) de inițializare produs de poarta Z să dureze doar 10ns, ceea ce va face ca bistabilul cu timpul mai lung de propagare să nu fie inițializat.

O soluție mult utilizată pentru evitarea acestei dispersii a timpului de propagare între bistabilii unui numărător cu transport succesiv este prezentată în exemplul 4.

Exemplul 4. Se consideră un numărător asincron divizor prin 24 al frecvenței impulsului de ceas (un numărător modulo-24). Un astfel de numărător are, în general, certe aplicații practice (contorizare și afișare dedicate orei curente etc.)

Acest numărător asincron are factorul de divizare al frecvenței impulsului de ceas cuprins între 16 (2^4) și 32 (2^5). În consecință se va utiliza un numărător asincron cu 5 ranguri conectate în cascadă, așa cum s-a mai procedat și în exemplele anterioare. Numărătorul va avansa constant, cu fiecare impuls de ceas, parcurgând consecutiv șirul de stări 0, 1, 2, ..., 22, 23 după care ajungând în valoarea 24 se resetează asincron printr-un circuit rapid care instaurează starea inițială, starea 0.

Practic, pe durata intervalului de timp dintre două impulsuri de ceas numărătorul tranzitează asincron din starea 23 (a cărei existență este dorit să fie cât mai scurtă) în starea 0.

Metoda care se va aplica, în acest exemplu, va utiliza generarea valorii de inițializare într-o manieră mult mai fiabilă, evitând eventualele disparități ale timpului de propagare între bistabilele din numărător.

Principala cauză a disfuncționalității circuitului de inițializare constă din faptul că semnalul generat pentru inițializare depinde, pe toată durata inițializării, de valorile ieșirii tuturor bistabilelor.

Starea	Q_A	Q_B	Q_C	Q_D	Q_E
0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0
3	1	1	0	0	0
4	0	0	1	0	0
5	1	0	1	0	0
6	0	1	1	0	0
7	1	1	1	0	0
8	0	0	0	1	0
9	1	0	0	1	0
10	0	1	0	1	0
11	1	1	0	1	0
12	0	0	1	1	0
13	1	0	1	1	0
14	0	1	1	1	0
15	1	1	1	1	0
16	0	0	0	0	1
17	1	0	0	0	1
18	0	1	0	0	1
19	1	1	0	0	1
20	0	0	1	0	1
21	1	0	1	0	1
22	0	1	1	0	1
23	1	1	1	0	1
0	0	0	0	1/0	1/0

Tabelul 4. Stările numărătorului divizor cu 24 al frecvenței impulsului de ceas.

Procesul acesta de inițializare conține în sine germenele instabilității sale. Inițializarea numărătorului este generată printr-un circuit combinațional iar valoarea linei sale de ieșire este apoi utilizată pentru modificarea stării bistabilelor care, tocmai, l-au generat. Orice dezechilibru, cât de mic, între timpii de propagare ale bistabilelor implicate poate afecta oricând inițializarea numărătorului, urmare a unor multiple cauze (dispersie tehnologică, încărcare inegală în curent, stres termic etc.).

Secvențele succesive de funcționare al acestui numărător sunt prezentate în tabelul 4. Implementarea, pentru acest numărător cu transport propagat, a circuitului de inițializare și reluare a funcționării este prezentată în figura 6.

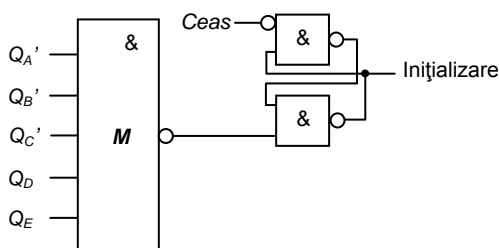


Figura 6. Circuitul revizuit de inițializare.

Se observă introducerea unui bistabil simplu de prindere (un *latch* de prindere) constituit prin conectarea încrucișată a două porți *SI-NU*. Una dintre liniile de intrare ale bistabilului de prindere este conectată la linia de ceas.

Acest circuit revizuit de inițializare este intenționat să fie activ între două impulsuri de ceas. Între două impulsuri de ceas semnalul *Ceas* are valoarea 0 (corespunzător palierului valorii nule). Rezultă că linia de intrare superioară în bistabilul simplu de prindere este inactivă, atâta timp cât linia *Ceas* are valoarea 0.

Poarta *M* are la ieșirea sa valoarea 0 dacă și numai dacă numărătorul este în starea corespunzătoare valorii 24 ($Q_A = 0, Q_B = 0, Q_C = 0, Q_D = 1$ și $Q_E = 1$). Această stare, temporară, trebuie să genereze fiabil starea corespunzătoare valorii 0 a numărătorului ($Q_A = 0, Q_B = 0, Q_C = 0, Q_D = 0$ și $Q_E = 0$).

Valoarea 0 a ieșirea porții *M* este achiziționată și memorată, de bistabilul simplu de prindere, practic imediat ce această valoare s-a produs.

Odată ce acest semnal al ieșirii porții *M* este memorat, starea bistabilului simplu de prindere poate fi caracterizată, între două impulsuri de ceas, astfel:

- Apariția unor posibile tranziții, ulterioare, ale liniei de ieșire a porții *M* nu vor putea modifica, în nici un mod, starea curentă a bistabilului simplu de prindere;
- Singura cale prin care se poate complementa starea bistabilului simplu de prindere este cealaltă intrare care este inactivată, atâta timp cât linia de ceas are valoarea logică 0 (între două impulsuri, $Ceas = 0$).

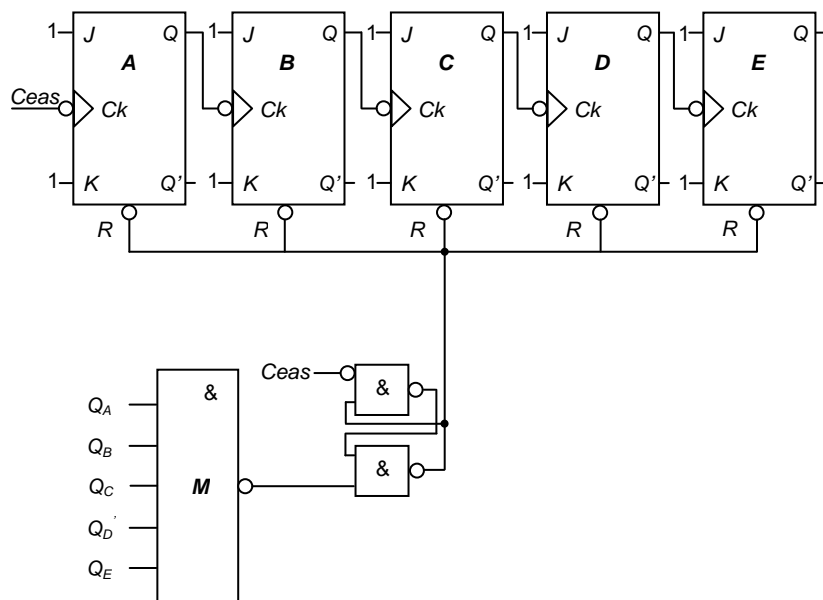


Figura 7. Numărător asincron divizor cu 24 al frecvenței impulsului de ceas.

Structura logică, completă, a acestui numărător asincron este prezentată în figura 7. Numărătoarele asincrone sunt implementabile și prin bistabile *D*.

Pentru acest scop fiecare bistabil D este local conectat astfel încât, la fel ca și bistabilul JK având liniile $J = K = 1$, să-și schimbe starea la fiecare impuls de ceas.

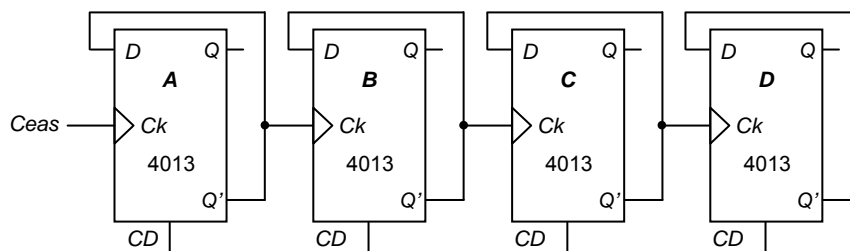


Figura 8. Numărător asincron cu patru ranguri implementat cu bistabile D utilizând două componente integrate CD 4013.

În acest scop fiecare bistabil va avea linia de intrare D conectată la linia de ieșire complementată Q' , așa cum se poate vedea în figura 8. Se poate simplu deduce că astfel conectat bistabilul D își va schimba starea la fiecare impuls de ceas.

Dintre componentele integrate ale familiei CMOS este de reținut:

Seria de numărătoare (divizoare ale frecvenței de ceas) CD 4020, CD 4040 și CD 4060. Acestea sunt, într-o mai largă apreciere, caracterizabile astfel:

- Capsulele componentelor au 16 pini, având alimentarea $+VDD$ conectată la pinul 16, iar referința ($0V$, VSS) se conectează la pinul 8.
- Numărătoarele 4020, 4040 și 4060 funcționează într-o plajă largă de tensiuni de alimentare, cuprinse între $3,3V$ și $15V$ (chiar între $1V$ și $15V$, anumite modele, depinzând de manufactură).
- Aceste componente au imunitate ridicată la zgomot (valoarea tipică fiind aproximativ $0,45 \times VDD$). Liniile de ceas sunt prevăzute cu acționare Schmitt. Această facilitate face ca numărătoarele asincrone ale acestei serii să fie foarte tolerante la impulsurile de ceas cu fronturi lente (lent variabile).
- Funcționează într-o gamă medie a vitezei de comutație. Au o frecvență tipică de $8MHz$ a impulsului de ceas, pentru o alimentare VDD în jurul unei tensiuni de $10V$. Dar, frecvența impulsului de ceas poate ajunge la $35 MHz$ atunci când linia de alimentare VDD măsoară $15V$.
- Funcționarea seriei este specificată într-o plajă de temperaturi, plajă cuprinsă între $-40^{\circ}C$ și $+85^{\circ}C$.
- Sunt numărătoare asincrone binare care se incrementează pe frontul negativ al impulsului de ceas;
- Prin aplicarea unei valori logice 1 pe linia de intrare RESET, toate rangurile respectivului numărător sunt inițializate în valoarea logică 0, indiferent de faptul că linia de ceas este activă sau nu (Master RESET).
- Au un consum static de cel mult $80\mu A$, la o temperatură de $25^{\circ}C$, cu o tensiune de alimentare de $15V$.
- Liniile de intrare sunt protejate împotriva efectelor tensiunilor electrostatice.
- Din cauza vitezei mari de comutație a acestor componente se recomandă decuplarea liniilor de alimentare VDD la linia VSS ori $0V$ (utilizând condensatori electrolitici sau tantal cu valori cuprinse între $22\mu F$ și $100\mu F$ având tensiuni de lucru de $16V$, minimum, ori $25V$, în paralel cu condensatori cu dielectric MKP ori MKT, având valori cuprinse între $22nF$ și $100nF$, și

tensiuni de lucru 40V – 100V, cu gabarit mic) iar liniile de intrare neutilizate să fie conectate la masa alimentării (0V ori VSS) pentru evitarea unor cuplaje parazite.

Cele trei componente ale acestei serii se diferențiază prin numărul de ranguri:

- CD 4020 și CD 4060 au 14 ranguri. Componenta CD 4020 are 12 linii de ieșire, corespunzătoare rangurilor Q_0 și $Q_3 \div Q_{13}$, iar cele 10 linii de ieșire ale număratorului 4060 sunt corespunzătoare rangurilor $Q_3 \div Q_9$ și $Q_{11} \div Q_{13}$.
- CD4040 are 12 ranguri și sunt disponibile la pinii capsulei toate liniile de ieșire corespunzătoare acestor ranguri.

CD4060 conține, suplimentar, facilitatea unui oscilator inclus, parametrizabil prin plasarea corespunzătoare a unor componente pasive R , C ori cristal de cuarț la pinii 9, 10 și 11 (sunt furnizate toate informațiile pentru determinarea valorilor frecvenței oscilatorului, în funcție de valorile componentelor pasive respective).