
6.4. REGISTRE

Registrele – sunt circuite logice secvențiale care primesc, stochează și transferă informații sub formă binară. Un registru este format din mai multe celule bistabile de tip RS, JK sau D și permite memorarea și/sau deplasarea informației la comanda impulsurilor de tact. Un registru care conține n celule bistabile are o capacitate de n biți. Registrele pot fi considerate memorii rapide de mici dimensiuni.

La un registru se definesc următoarele operații:

- Înscriserea – introducerea datelor în registru care se poate face:
 - Serial – bit după bit, toți biții cuvântului de n biți;
 - Paralel – cei n biți se scriu simultan în registru;
- Citirea – extragerea datelor din registru care se poate face:
 - Serial – bit după bit;
 - Paralel – toți biții simultan;
- Deplasarea datelor în registru se poate face:
 - Deplasarea la dreapta;
 - Deplasarea la stânga;
 - Deplasarea în ambele sensuri;
- Ștergerea – aducerea tuturor registrelor în starea 0.

După modul de înscriere/ citire se disting patru tipuri de registre:

- registru cu înscriere serie și citire serie - SISO;
- registru cu înscriere serie și citire paralel – SIPO;
- registru cu înscriere paralel și citire serie – PISO;
- registru cu înscriere serie și citire paralel – PIPO.

Un registru care îndeplinește două sau mai multe funcții din cele 4 prezentate mai sus se numește registru universal.

În tehnologie TTL se fabrica următoarele tipuri principale de registre:

74LS164, 74LS165, 74LS166, 74LS194, 74LS195, 74LS95, 74LS174, 74LS374, 74LS574, 74LS594, 74LS595.

În tehnologie CMOS se fabrica următoarele tipuri principale de registre:

4006, 4014, 4015, 4021, 4031, 4035, 4042, 4076, 4094, 4517, 4731, 40104

În **tabelul 6.4.1** sunt prezentate principalele tipuri de registre.

Tabelul 6.4.1

| TIP | Comută pe | TTL | | CMOS | | OBSERVAȚII |
|------------|--------------|-------|---|-------|----|---|
| | | Cod | n | Cod | n | |
| SISO | Front ↑ | | | 4006 | 18 | Configurabil 2x4,5,8,9 sau 1x10,12,13,14,16,18 |
| | Front ↑ | | | 4031 | 64 | 1 registru în capsulă |
| | Front ↑ | | | 4517 | 64 | 2 registre în capsulă, prize la 16,32,48,64 |
| | Front ↑ | | | 4731 | 64 | 4 registre în capsulă |
| SIPO | Front ↑ | 74164 | 8 | | | |
| | Front ↑ | | | 4015 | 4 | 2 registre de 4 biți în capsulă |
| PIPO | Front ↑ | 74174 | 6 | | | |
| | Front ↑ | 74374 | 8 | | | 3 stări |
| | Front ↑ | 74574 | 8 | | | Idem 74374, altă dispunere pini |
| | Front ↑ | | | 4042 | 4 | Latch D cu controlul polarității tactului |
| | Front ↑ | | | 4076 | 4 | 3 stări |
| PISO | Front ↑ | 74165 | 8 | | | Intrări J nK |
| Combinat | Front ↑ | 74166 | 8 | | | PISO, SISO |
| | Front ↑ | 74195 | 8 | | | Intrări J nK |
| | Front ↑ | 74594 | 8 | | | SISO, PIPO, 2 intrări de tact |
| | Front ↑ | 74595 | 8 | | | SISO, PIPO, 2 intrări de tact, 3 stări |
| | Front ↑ | 74597 | 8 | | | PIPO, SIPO, PISO |
| | Front ↑ | | | 4014 | 8 | PISO, SISO |
| | Front ↑ | | | 4021 | 8 | PISO, SISO |
| | Front ↑ | | | 4035 | 4 | PIPO, SISO, bidirecțional J nK |
| | Front ↑ | | | 4094 | 8 | SISO, SIPO, 3 stări |
| Universale | Front ↓ | 7495 | 4 | | | |
| | Front ↑ | 74194 | 4 | | | |
| | Front ↑ | | | 40104 | 4 | 3 stări |

1. Registru cu înscriere serie și citire serie (SISO)

Acest tip de registru este format din n bistabile de tip D și are structura din **figura 6.4.1**. Ieșirea Q a bistabilului k este conectată la intrarea D a bistabilului $k+1$. Registrul are o singură intrare pentru înscrierea serie și o singură ieșire pentru citirea serie a datelor.

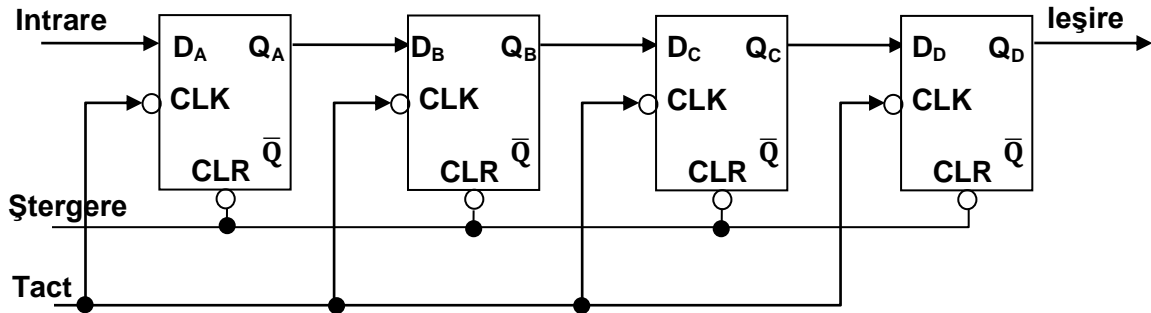


Figura 6.4.1 Schemă principiu registru SISO de 4 biți

Funcționarea acestui registru pentru cuvântul 1101 se poate urmări în **tabelul 6.4.2**

Tabelul 6.4.2

| Tact | Q_A | Q_B | Q_C | Q_D |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 4 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 5 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 6 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Diagrama prezintă și urmărirea cuvântului de intrare 1101: săgeți roșii indică ieșirea 1 la tactul 4, 0, 1 la tactul 5, 1, 0, 1 la tactul 6 și 1, 1, 0, 1 la tactul 7.

Pentru înscrierea informației în registru, în general nu este obligatorie ștergerea lui, deoarece pachetul de n biți ce va fi înscris va înlocui informația existentă în registru. Datele se înscriu în registru secvențial la intrarea D a primei celule din stânga. La fiecare impuls de tact datele se deplasează de la stânga spre dreapta. După un număr de impulsuri egal cu numărul de biți a registrului datele încep să apară la ieșirea registrului în ordinea în care au fost înscrise. În **tabelul 6.4.2** se observă că după fiecare impuls de tact, biți cuvântului de intrare se deplasează de la ieșirea primului bistabil Q_A la ieșirea ultimului bistabil Q_D . După primele 4 impulsuri de tact la ieșirea registrului se află primul bit (din dreapta) al cuvântului de intrare, iar după încă 4 impulsuri la ieșirea registrului se golește. Registrul poate fi citit și paralel dacă ieșirile Q_A , Q_B și Q_C sunt accesibile la pinii integratului. Acest tip de registru mai poartă numele de registru de deplasare.

2. Registru cu înscriere serie și citire paralel (SIPO)

Acest tip de registru este asemănător ca și structură cu registrul SISO cu deosebirea esențială că la acest registru sunt accesibile toate ieșirile bistabililor (**figura 6.4.2**).

Acest registru are o singură intrare pentru înscrierea serie a biților unui cuvânt și n ieșiri pentru citirea simultană (paralel) a datelor.

Registrul SIPO mai este prevăzut cu o intrare de citire care comandă citirea simultană a semnalelor de la ieșirile registrului după ce acesta a fost încărcat complet. Informațiile se păstrează în registru până la resetarea acestuia (ștergere). Utilizarea registrului pentru înscrierea unor date noi se face numai după aducerea tuturor bistabililor în starea 0.

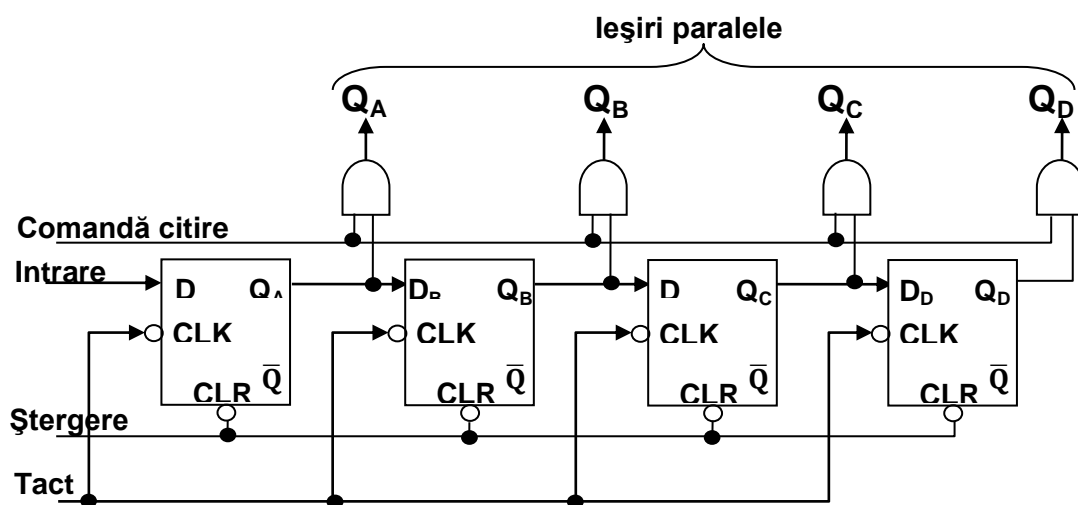


Figura 6.4.2 Schemă principiu registru SIPO de 4 biți

Funcționarea acestui registru pentru cuvântul 1101 se poate urmări în tabelul 6.4.3

Tabelul 6.4.3

| Tact | 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 | 0 | 1 | 0 |
| 4 | 1 | 1 | 0 | 1 |

Informația este introdusă în registru la fel ca la registrul SISO (bit cu bit, prin deplasarea de la stânga la dreapta a conținutului pe durata a 4 impulsuri de tact).

Când registrul este complet încărcat se dă comanda de citire și prin cele 4 porți și datele sunt livrate simultan la ieșirile paralele ale registrului.

3. Registru cu înscriere paralel și citire serie (PISO)

Acest tip de registru permite înscrierea paralelă (simultană) a datelor și citirea bit cu bit a acestora. Registrul are n intrări pentru înscrierea paralel a biților informației și o singură ieșire pentru citirea serie a informației (**figura 6.4.3**).

Acest registru se utilizează în special pentru transformarea transmisiei paralele a datelor în transmisie serială ce poate fi conectată direct la o linie de comunicații sau un computer.

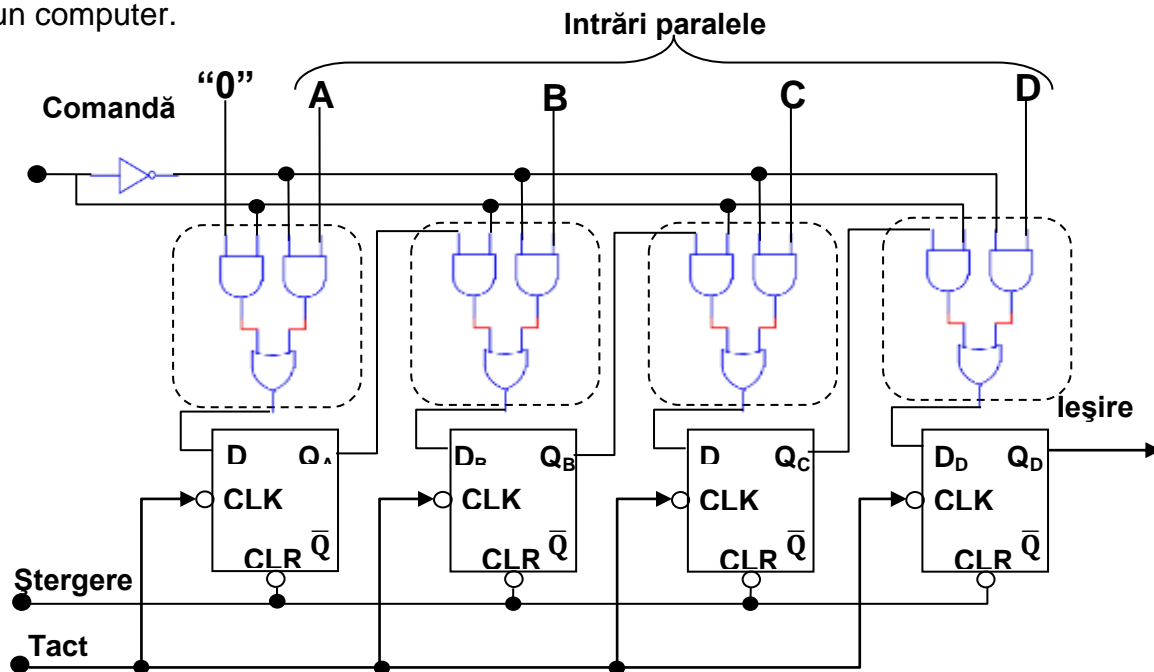


Figura 6.4.3 Schemă principiu registru PISO de 4 biți

Funcționarea acestui registru pentru cuvântul 1101 se poate urmări în tabelul 6.4.4

Tabelul 6.4.4

| Tact | Q _A | Q _B | Q _C | Q _D | Ieșire serie |
|------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,1 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1,0,1 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,1,0,1 |

Pentru înscrierea datelor în registru se activează comanda înscriere. La primul impuls de tact cei 4 biți de la intrările paralele sunt înscriși simultan în celulele registrului prin intermediul porților ȘI. Citirea se face bit cu bit pe durata a 4 impulsuri de tact conform **tabelului 6.4.4**.

4. Registru cu înscriere paralel și citire paralel (PIPO)

Acest tip de registru permite înscrierea paralelă (simultană) a datelor și citirea simultană a acestora. Registrul are n intrări pentru înscrierea paralel a biților informației și o n ieșiri pentru citirea paralel a informației (figura 6.4.4).

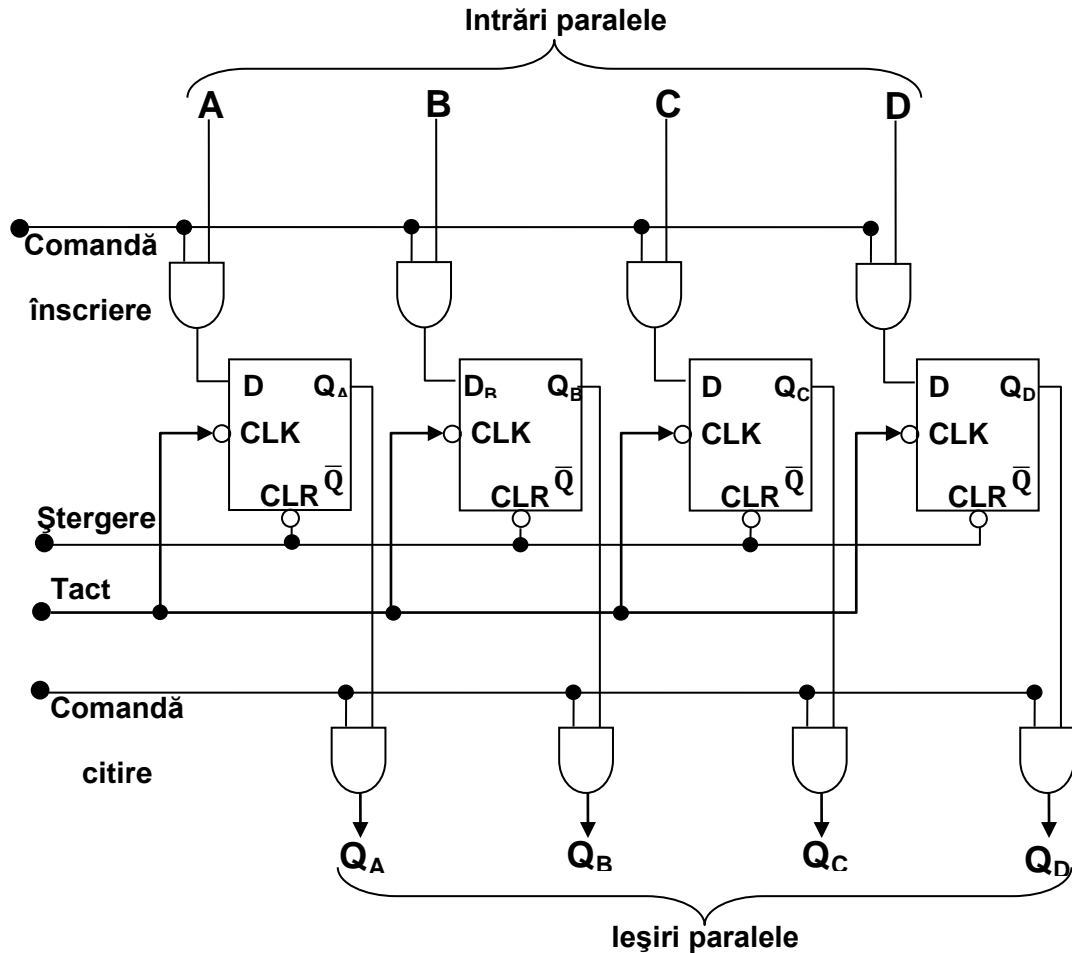


Figura 6.4.4 Schemă principiu registru PIPO de 4 biți

Când se dă comandă de înscriere, cei 4 biți a informației (A, B, C,D) sunt introduși simultan în celulele registrului prin porțile ȘI de intrare, la primul impuls de tact.

Odată înscrisă, informația poate rămâne în registru oricât de mult timp.

Când se dă comandă de citire, se extrage informația memorată în registru prin intermediul porților ȘI de ieșire, astfel încât pe durata unui singur impuls de tact cei 4 biți a informației (Q_A , Q_B , Q_C , Q_D) sunt extrași din registru.

5. NUMĂRĂTOARE CU REGISTRU DE DEPLASARE

Un numărător cu registru de deplasare este un registru de deplasare la care i se adaugă un circuit logic combinațional, obținându-se un automat de stări cu diagrama de stări ciclică. Spre deosebire de numărătoarele binare, numărătoarele cu registru de deplasare nu numără într-o succesiune binară ascendentă sau descendentă, utilizându-se în aplicații de comandă.

Cele mai utilizate numărătoare cu registru de deplasare sunt:

- Numărătorul în inel;
- Numărătorul Johnson.

a. NUMĂRĂTORUL ÎN INEL

Numărătorul utilizează un registru universal cu încărcare și citire paralel (PIPO), prevăzut cu intrare și ieșire serială. Pentru a înțelege funcționarea unui numărător în inel se prezintă o aplicație cu registrul 74LS194 (figura 6.4.5)

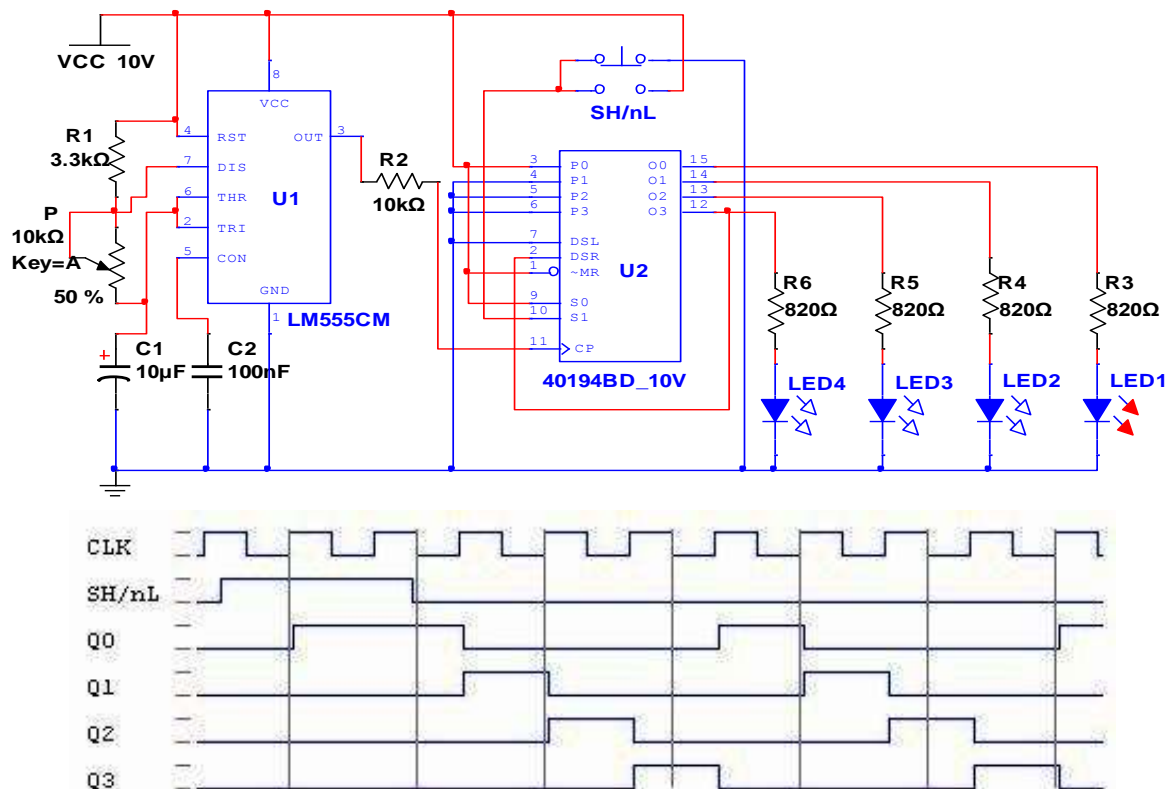


Figura 6.4.4 Numărător în inel pe 4 biți cu CI 40194 și diagramele de semnal

Când se activează butonul SH/nL intrarea S1 trece în 1 logic situație în care registrul se încarcă paralel ($Q_3Q_2Q_1Q_0 = 0001$) – se aprinde LED1. La dezactivarea butonului SH/nL intrarea S1 trece în 0 logic și sub acțiunea impulsurilor de tact (furnizate de U1-LM555) bitul 1 de la ieșirea Q_0 se deplasează spre stânga – se aprind succesiv LED-urile 2,3,4 (lumina “curge” de la dreapta spre stânga). După terminarea ciclului începe un nou ciclu identic până la activarea butonului SH/nL când registrul se inițializează din nou. Circuitul poate fi considerat numărător al impulsurilor de tact aplicate deoarece pentru fiecare impuls de tact dintr-un ciclu starea ieșirilor este distinctă, existând 4 stări distincte.

b. NUMĂRĂTORUL JOHNSON

Numărătorul Johnson se obține dintr-un registru de deplasare prin conectarea ieșiri Q_n la intrarea serială printr-o poartă NU. În această situație numărul de stări distincte ale unui ciclu complet de funcționare este $2n$. Acest numărător mai este cunoscut și sub numele de numărător în inel răsucit.

În aplicația prezentată între ieșirea Q_3 și intrarea serială DSR este conectată poarta ȘI – $\frac{1}{4}$ 4009 (figura 6.4.5). Deoarece registrul are 4 biți, circuitul are 8 stări distincte în cadrul unui ciclu complet, după cum se vede din diagrama din figura 6.4.5.

Numărătorul se inițializează prin aplicarea unui semnal de ștergere ($\overline{MR} = 0$) care determină $Q_3Q_2Q_1Q_0 = 0000$.

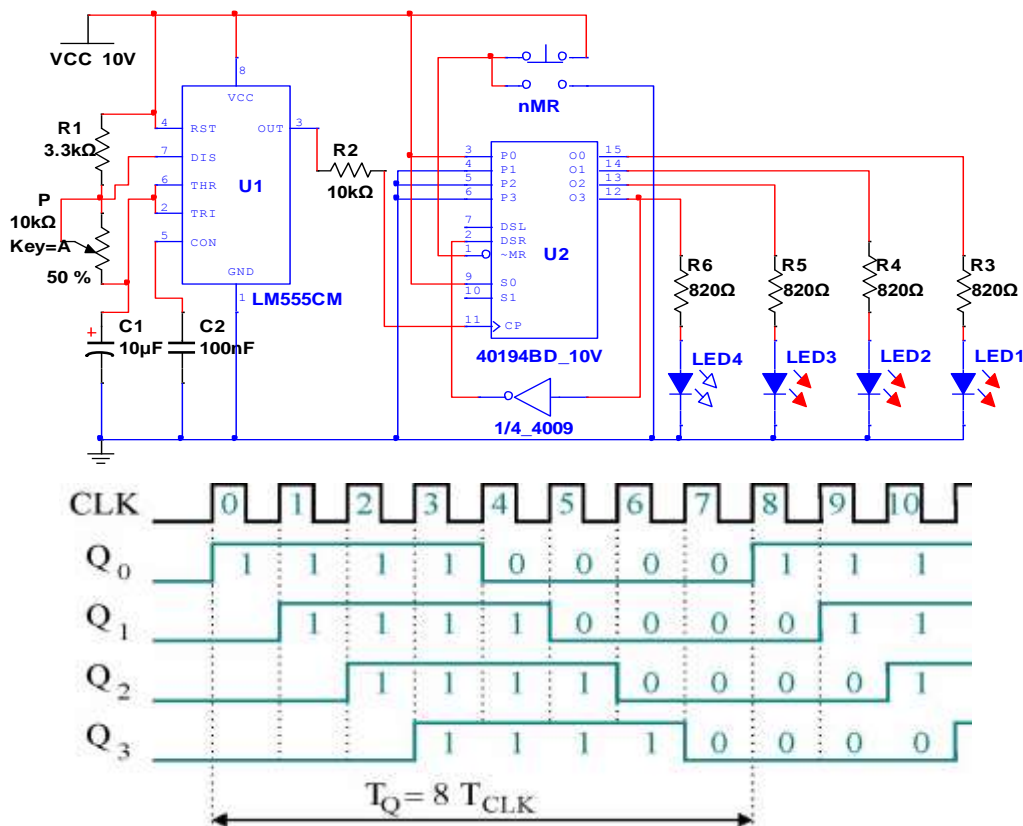
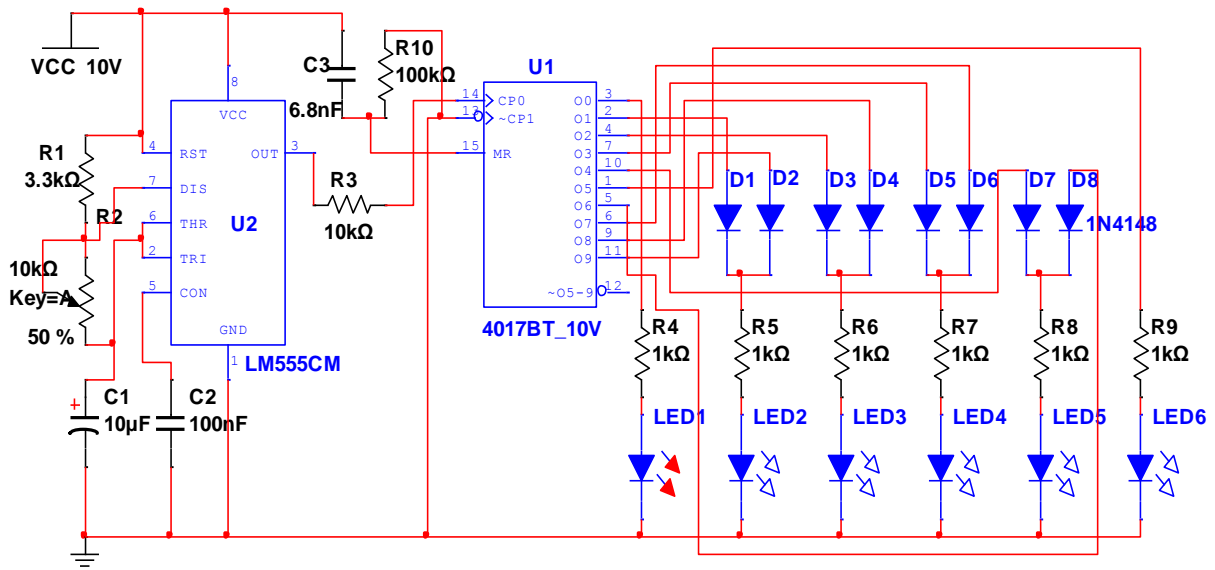


Figura 6.4.5 Numărător Johnson pe 4 biți cu CI 40194 și diagramele de semnal

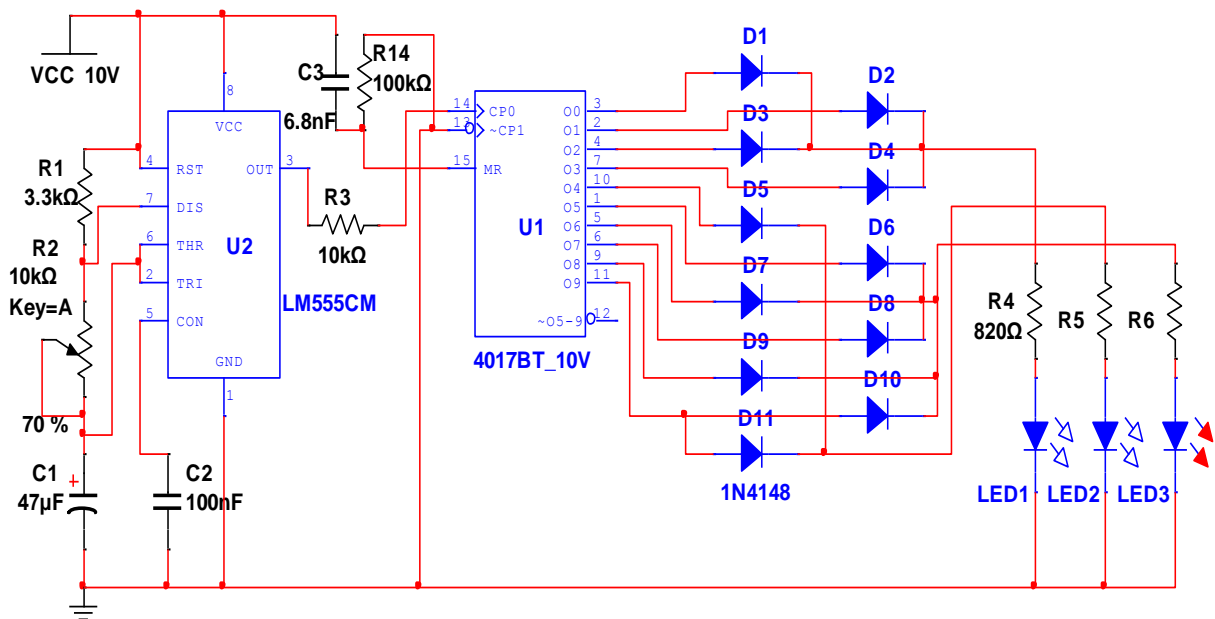
La activarea butonului nMR numărătorul se inițializează (toate ieșirile trec în 0 logic). Când intrarea \overline{MR} trece în 1 logic stările logice ale ieșirilor se schimbă la fiecare impuls de tact ($CLK1 \rightarrow Q_3Q_2Q_1Q_0 = 0001$, $CLK2 \rightarrow Q_3Q_2Q_1Q_0 = 0011$, , $CLK7 \rightarrow Q_3Q_2Q_1Q_0 = 0000$).

Led-urile se aprind succesiv de la dreapta spre stânga și rămân aprinse apoi se sting succesiv în aceeași ordine).

În **figura 6.4.6** sunt prezentate 2 aplicații cu numărătorul Johnson 4017.



a. Lumină dinamică



b. Semafor

Figura 6.4.6 Aplicații cu numărător Johnson 4017