



**UNIVERSITATEA
TEHNICĂ**
DIN CLUJ-NAPOCA

Facultatea de Automatică și Calculatoare

Calculatoare și Tehnologia Informației

TIMER

Indrumator de laborator:

Noema – Laura Maier

Realizat de:

Cioban Fabian-Remus

Grupa 30213

Cuprins

1. Specificatia proiectului
2. Cutia neagra
3. Semnificatia notatiilor de I/O si a semnalelor interne
4. Lista componentelor principale
5. Proiectare si implementare
6. Justificarea solutiei alese si posibilitati de dezvoltare ulterioara
7. Rezultate si utilizare

1. Specificatia proiectului:

Sa se proiecteze un **timer** cu urmatoarea functionalitate: dispozitivul are 4 afisaje BCD – 7 segmente. Primele doua afisaje sunt pentru minute, urmatoarele doua pentru secunde. Astfel, valoarea maxima care poate fi afisata este de 99 minute si 59 secunde.

Dispozitivul are 3 butoane: M (de la Minute), S (de la Secunde) si START/STOP. Presupunand ca initial este in starea ZERO, daca se apasa butonul STRAT/STOP, timerul incepe sa numere crescator. Daca se apasa din nou butonul START/STOP timerul se opreste la valoarea atinsa in momentul respectiv. Daca se apasa din nou butonul START/STOP, timerul continua sa numere etc. Daca ajunge la 99 de minute si 59 de secunde, urmeaza din nou ZERO. Daca se apasa simultan butoanele M (de la Minute) si S (de la Secunde), timerul se reseteaza (devine ZERO).

In orice stare, daca se apasa butonul M, se va incrementa si afisa valoarea minutelor. In orice stare, daca se apasa butonul S, se va incrementa si afisa valoarea secundelor. O data ce s-a setat o valoare pentru minute si / sau secunde (prin apasarea butoanelor M sau S), cand se apasa butonul START/STOP, timerul incepe sa numere descrescator de la valoarea curenta „Minute / Secunde” pana la ZERO, iar cand se ajunge in starea ZERO se emite un semnal sonor (alarma).

Se considera ca exista disponibil un semnal periodic cu frecventa de 1 Hz. Proiectul va fi realizat de **1 student**.

2. Cutia neagra :



Cutia neagra a proiectului este alcatuita din : 4 intrari si 12 iesiri. Prima intrare este clock-ul placutei. 100MHz este frecventa clock-ului placutei (Basys 3 Artix-7 FPGA) ,pe care am implementat proiectul.

3.Semnificatia notatiilor de I/O si a semnalelor Interne

Intrari:

- clk_placuta = clock-ul de la placuta, avand o frecventa de 100MHz
- START = butonul de START/STOP;
- S = butonul de incrementare a secundelor;
- M = butonul de incrementare a minutelor;

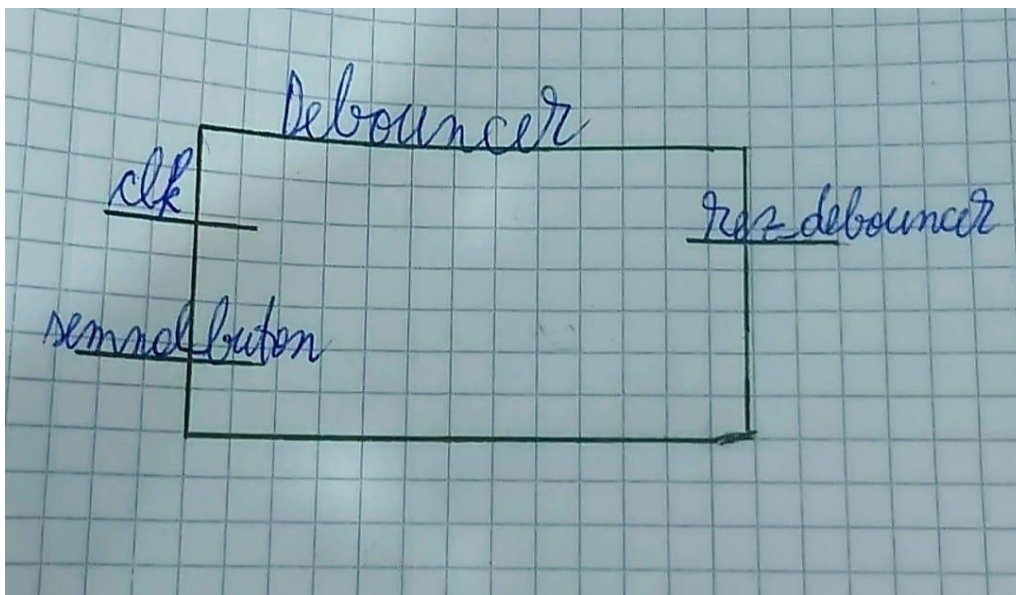
Iesiri:

- seg_a - seg_g = catozi segmentelor unui display cu 7-segmente;
- an1 – an4 = anodi display-urilor 7-segmente;
- led = alarma

Semnale interne:

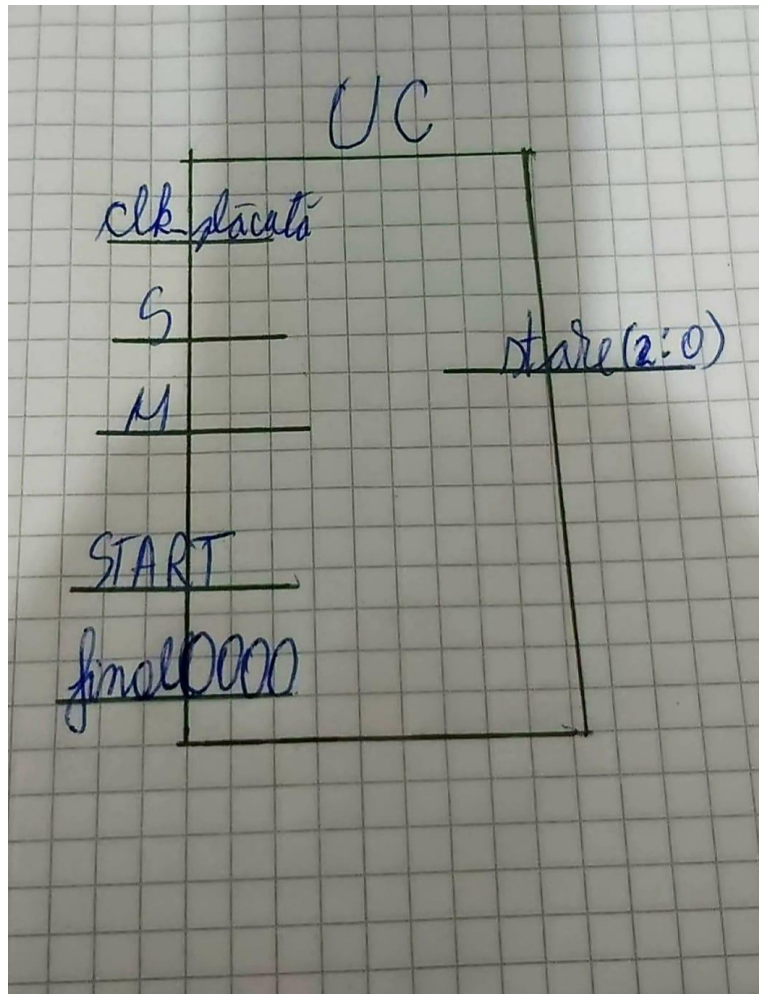
- debouncer_limit, counter, selectie, stare_zero, iesire_numarator,etc.

4.Lista componentelor utilizate :



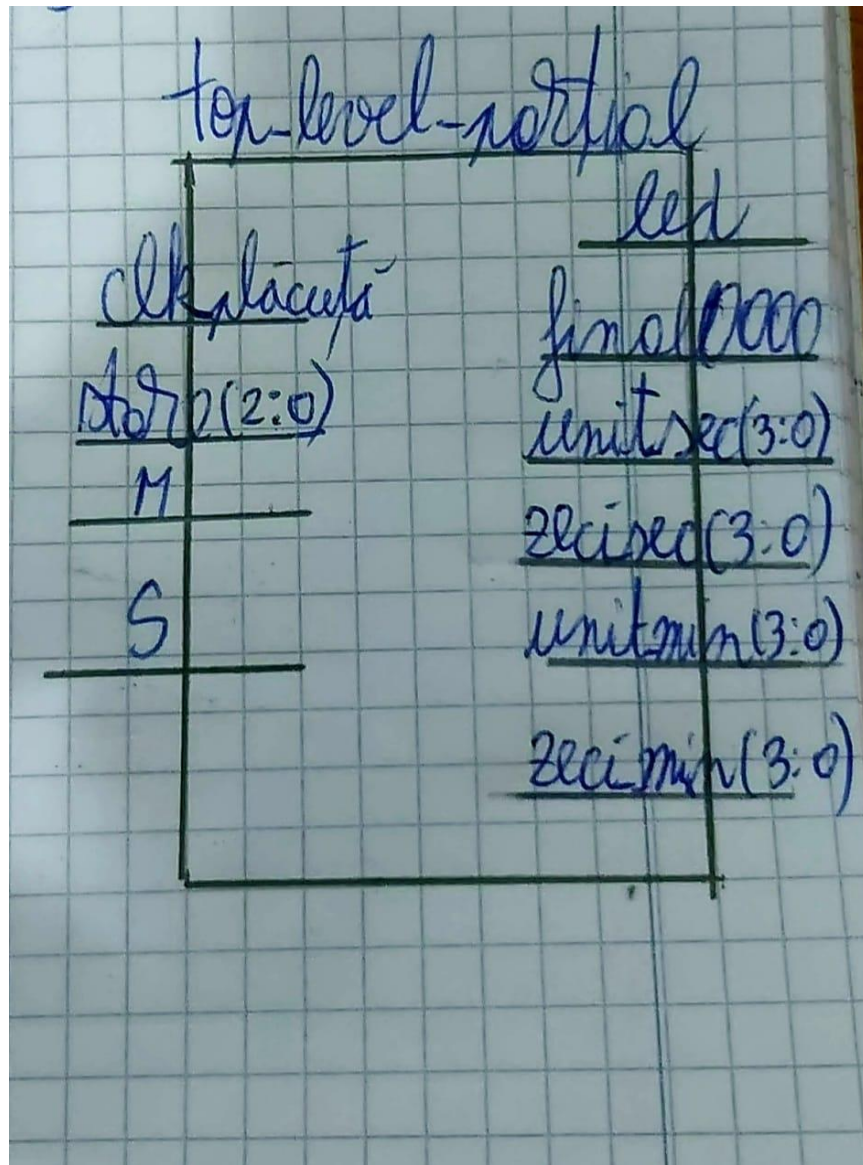
Debouncer

Functionarea corecta a placutei FPGA este data de folosirea componentei Debouncer. Fiecare input primit pe unul din butoanele placutei va trece prima data prin Debouncer, apoi va fi folosit in proiect.



Unitatea de comanda

Unitatea de comanda este componenta cea mai importanta a proiectului. In cadrul ei se iau decizii, pentru regimul sau de functionare ; modul in care timer-ul trebuie sa reactioneze la stimuli.

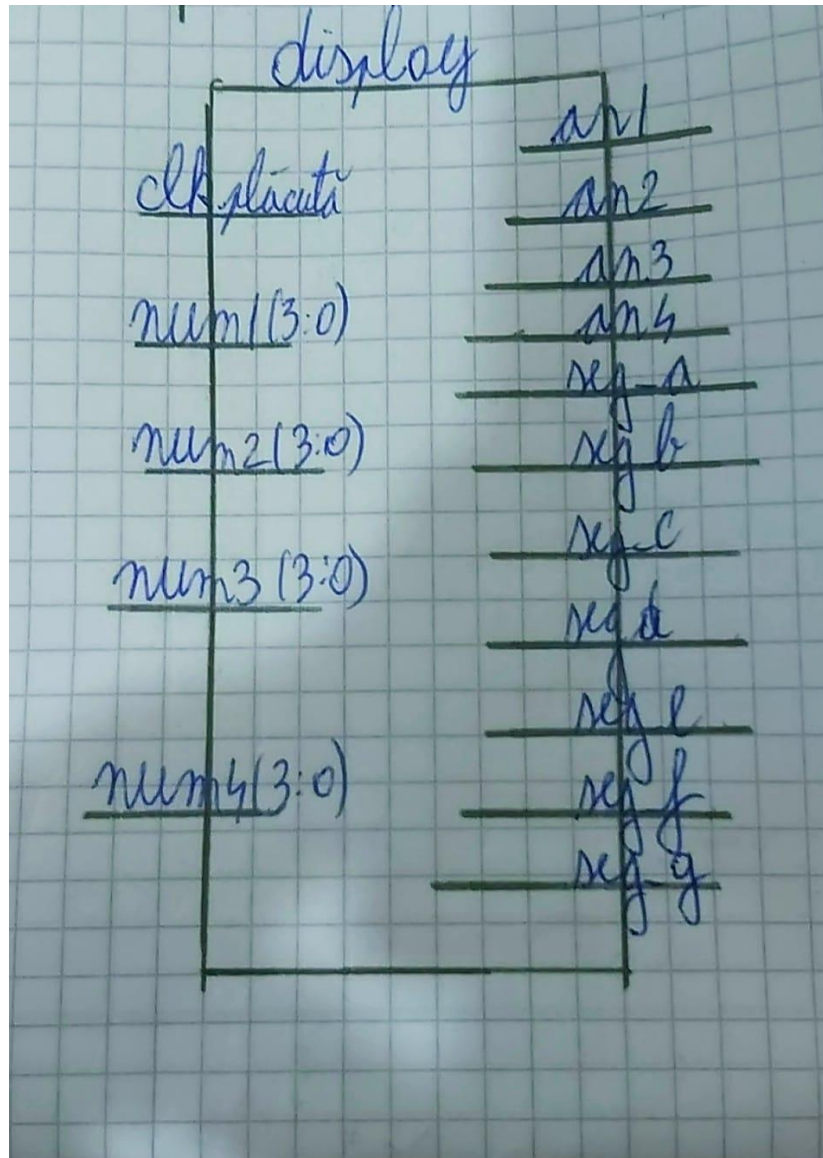


Top level-ul numaratoarelor

In aceasta componenta, se imbină numaratoarele ce dau (furnizează) secunde (unitsec), zecile de secunde (zecisec), minutele (unitmin) și zecile de minute (zecimin). Intrările și ieșirile acestei componente sunt:

- clk_placuta divizat
- Variabila de stare (cu ajutorul acestei variabile și a intrărilor M și S vom decide ce valoare trebuie să ia intrările de reset, mod și enable fiecărui numărător);
- unitsec, zecisec, unitmin, zecimin specificate anterior;
- final_000 – semnal ce va lua valoarea 1 în momentul în care numărând descrescător am ajuns la final;

- led – momentul in care numarand descrescator am ajuns la 00:00, aratam acest fapt prin pornirea unui led;



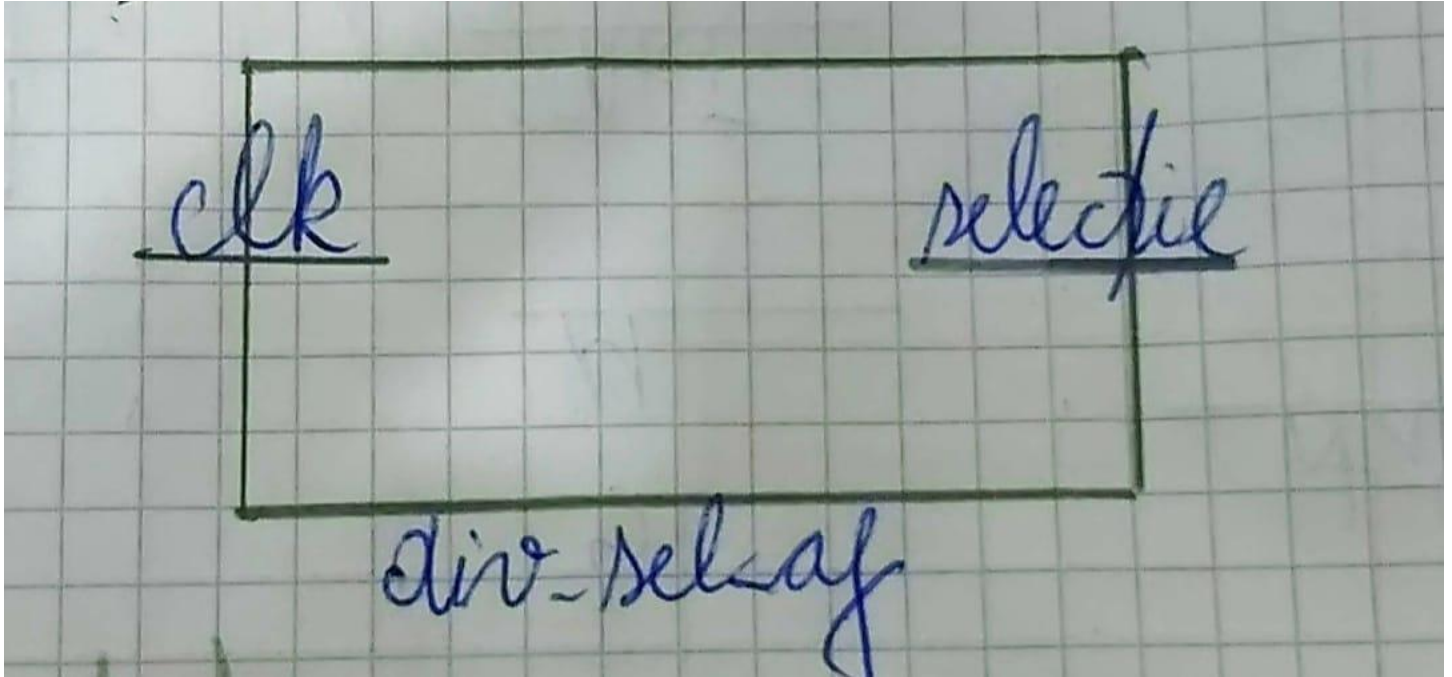
Afisor

Afisorul este o alta componenta principala din cadrul proiectului. Acesta are intrarea de clock si inca alte 4 intrari pe 4 biti corespunzatoare iesirilor numaratoarelor din prezentarea componentei anterioare.

Acesta se ocupa cu 'decodificarea' numerelor pe 4 biti si furnizarea iesirilor corespunzatoare cu scopul de a le afisa pe display-urile 7-seg. Afisorul are in

interiorul lui un divizor pentru a furniza un semnal de clock, cu scopul de a selecta numarul afisat si display-ul pe care vrem sa il afisam.

***Alte componente din interiorul acestor componente mari:**

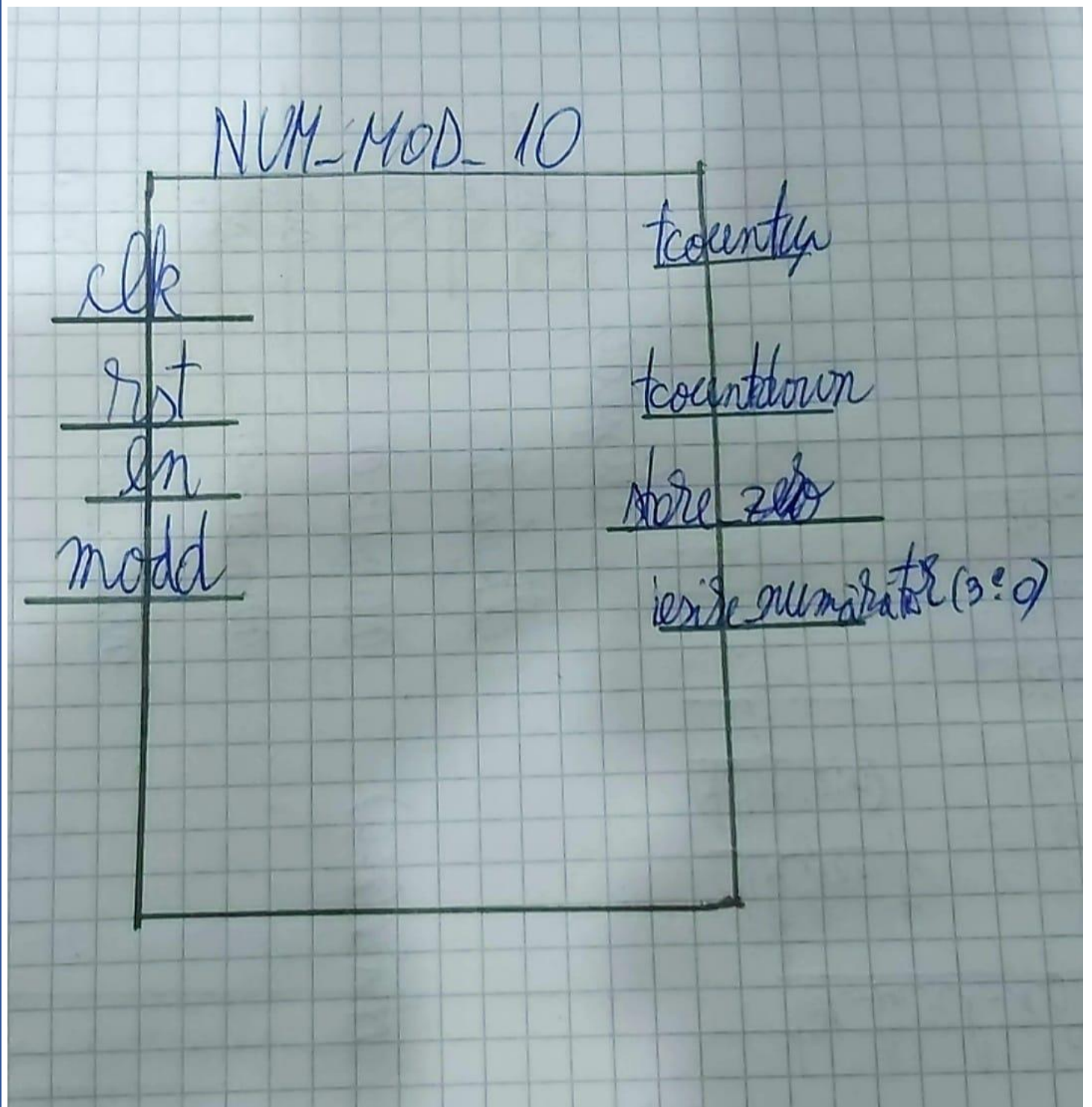


Divizor_selectie al afisorului

Afisorul foloseste acest divizor.

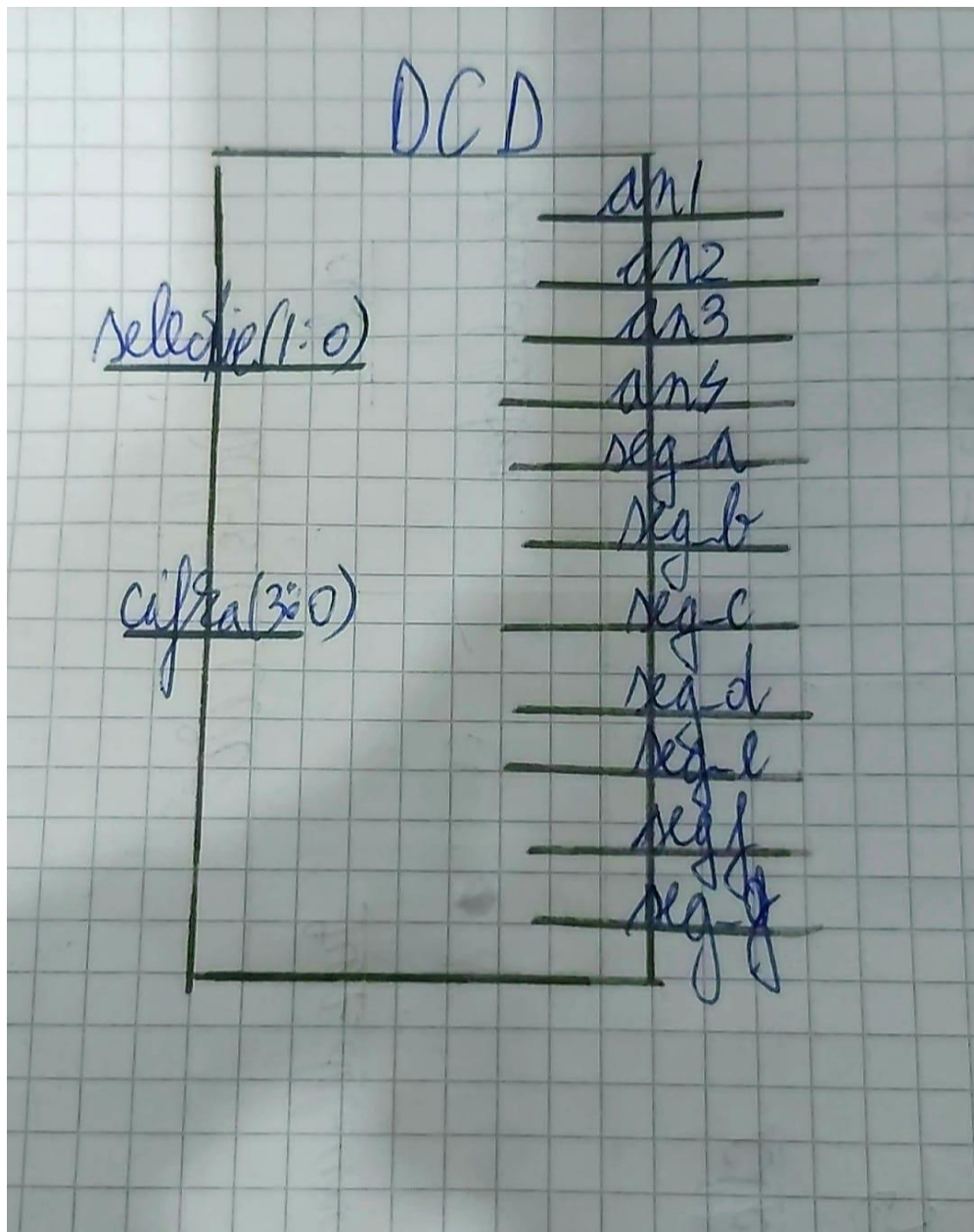
- div_sel_af este folosit pentru a furniza clock-ul ce va fi folosit in afisor;

Totodata, sunt folosite si 2 x MUX-uri 2:1 pe un bit pentru a selecta clock-ul numaratorului secundelor si minutelor (la incrementare), si un MUX 4:1 cu intrari pe 4 biti cu scopul de a selecta cifra pe care dorim sa o afisam, selectia fiind data de numarator-ul pe 2 biti.



Numarator mod 10

Intrarile acestor numaratoare (Numarator mod 10, Numarator mod 6) sunt caracteristice oricarui numarator. Iesirile tcountup, respectiv tcountdown sunt terminal count-urile fiecarui numarator (fiecare terminal count da clock-ul urmatorului numarator).



Decodificatorul

Decodificatorul face parte din componenta Afisor si are rolul de a reda numarul binar „cifra” in semnale corespunzatoare anozilor si de a selecta display-ul.

5. Proiectare si implementare

Implementarea a fost facuta in cadrul aplicatiei „Vivado Design Suite”. Placuta pe care am implementat proiectul este Basys 3 Artix-7 FPGA.



Maparea intrarilor și iesirilor:

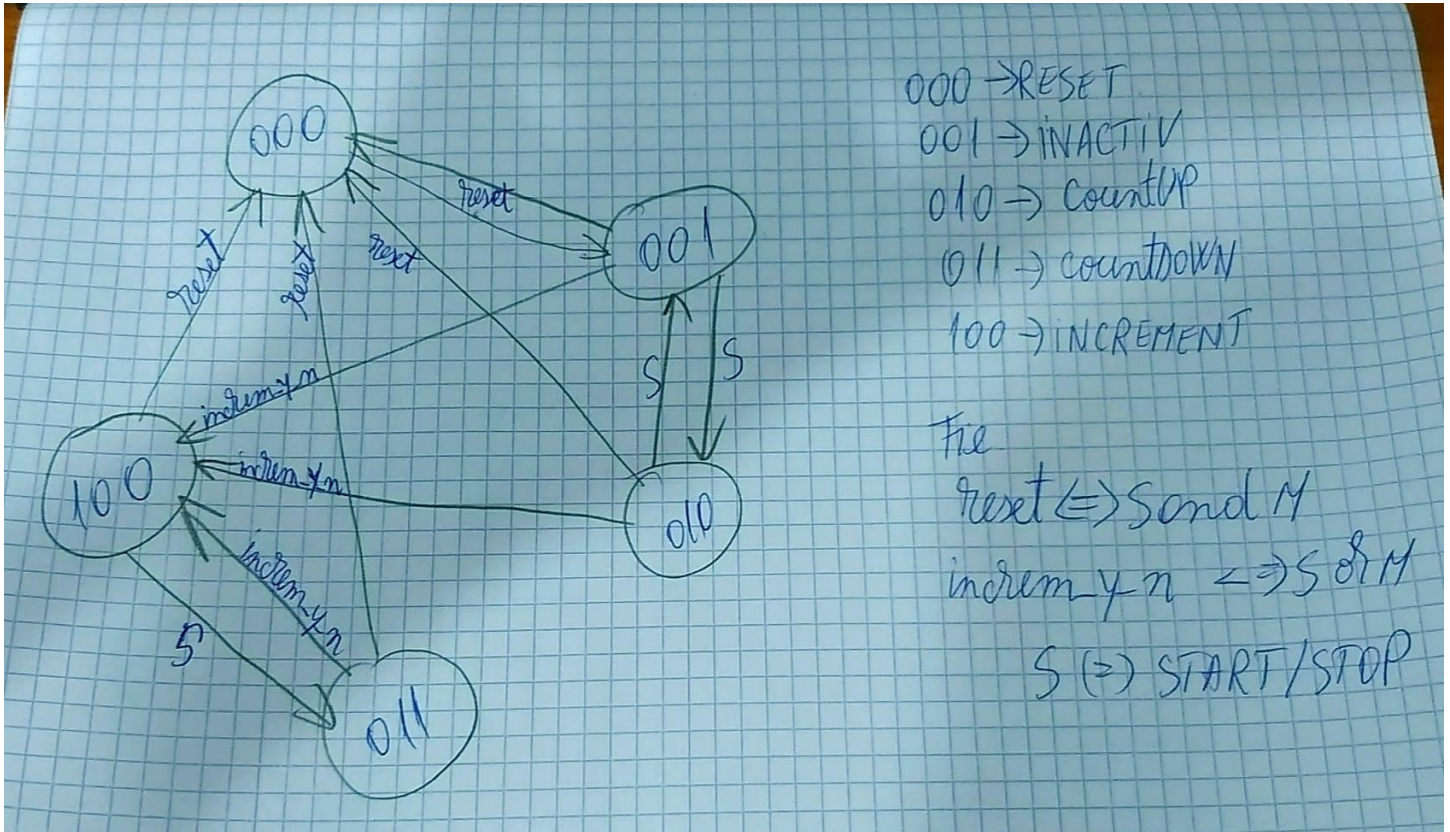
1. Intrari:

- Pinul pentru clock este W5,
- Butonul din mijloc (U18) este folosit drept buton de pornire-oprire,
- Butonul din stanga (T17) este folosit pentru incrementarea secundelor,
- Butonul din dreapta (W19) este utilizat pentru incrementarea minutelor.

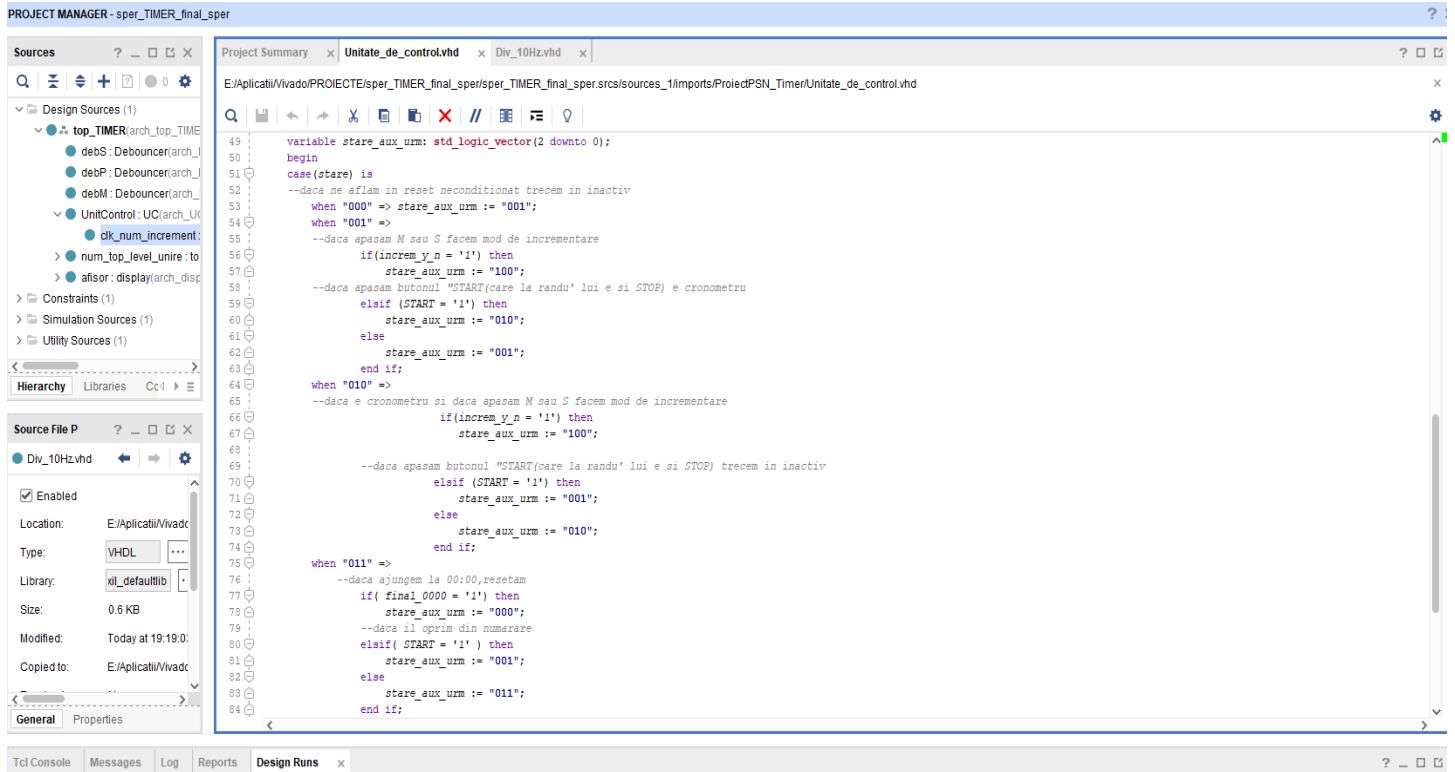
2. Iesiri:

- Semnalele de iesire ale afisorului din proiect sunt legate la anodi, respectiv catodi,
- Ledul care se aprinde cand este activata alarma este cel din dreapta (U16).

Timerul respecta graful de tranzitii din urmatoarea reprezentare:



Mai jos se poate vedea codul Unitatii de comanda. O sa anexeze aceasta parte din cod deoarece consider ca este cea mai concludenta.



6. Justificarea solutiei alese si posibilitati de dezvoltare ulterioara

Rezolvarea pe care am folosit-o nu este singura. Am ales ca si mod de lucru, pentru usurarea proiectarii afisorului 4 numaratoare pentru a avea doar iesiri pe 4 biti. O alta varianta ar fi fost crearea doar a doua numaratoare, unul pentru minute si unul pentru secunde.

Rezolvarea aleasa a impus un studiu a starilor timerului si o codificare adecvata pentru aceste stari, cu scopul de a specifica valorile semnalelor ce controleaza numerele.

Cerinta problemei era ca atunci cand timer-ul numara descrescator si ajunge la 00:00, sa scoata un sunet. Am decis sa schimb aceasta cerinta cu o simpla aprindere a unui led.

Exista mai multe posibilitati de dezvoltare ulterioara a proiectului : implementarea initiala a cerintei proiectului, in legatura cu sunetul ; marirea/micsorarea intervalului de numarare ; implementarea unui nou algoritm, cu scopul de a imbunatati componenta Debouncer, deoarece cel utilizat nu functioneaza intotdeauna corespunzator (sare peste anumite stari), etc.

7. Rezultate si utilizare

Proiectul poate functiona atat ca un cronometru cat si ca un temporizator setat cu ajutorul butoanelor M, respectiv S.

Mod de functionare:

Timerul porneste din 00:00 si incepe sa numere crescator in momentul in care utilizatorul apasa butonul de START/STOP. Daca se apasa butonul START/STOP din nou, timer-ul se va opri din numarat.

In orice moment daca se apasa M si S timer-ul se va reseta si va ajunge in starea initiala 00:00. Daca se apasa M sau S se vor incrementa minutele sau secunde. Din acest mod de incrementare prin apasarea butonului START/STOP timerul trece in modul temporizator in care numara descrescator pana cand este oprit prin apasarea butonului START/STOP sau a butoanelor M sau S. Daca nu este oprit acesta va numara descrescator pana cand va ajunge la 00:00, moment in care un led se va aprinde dupa care va ramane in starea respectiva o scurta perioada de timp.