



UNIVERSITATEA TEHNICĂ
DIN CLUJ-NAPOCA

TIMER

FACULTATEA: *Automatica si Calculatoare*
SPECIALIZAREA: *Calculatoare si tehnologia informatiei*
DISCIPLINA: *Proiectarea dispozitivelor numerice*
GRUPA:30216

Indrumator de laborator:
Diana Pop

Student:
Găvră Anamaria



CUPRINS

Specificatia proiectului.....	3
.....	4
Schema bloc.....	4
Semnificatia notatiilor de I/O si a semnalelor interne.....	6
.....	7
Componente.....	7
Divizor de frecventa.....	7
Unitate de control.....	8
Organigrama.....	10
Numarator.....	12
Afisor.....	13
Alarma.....	15
Proiectare si implementare.....	16
.....	17
.....	17
.....	17
Schema de detaliu.....	18
.....	19
Lista componentelor utilizate.....	19
Justificarea solutiei alese.....	20
Utilizare si rezultate.....	21
Modalitati de dezvoltare ulterioara.....	22



Specificatia proiectului

Proiectul presupune realizarea unui **timer** care prezinta următoarea funcționalitate: dispozitivul are 4 afișaje BCD - 7 segmente. Primele două afișaje sunt pentru minute, următoarele două pentru secunde. Astfel, valoarea maximă care poate fi afișată este de 99 minute și 59 secunde.

Dispozitivul are 3 butoane: M (de la Minute), S (de la Secunde) și START / STOP.

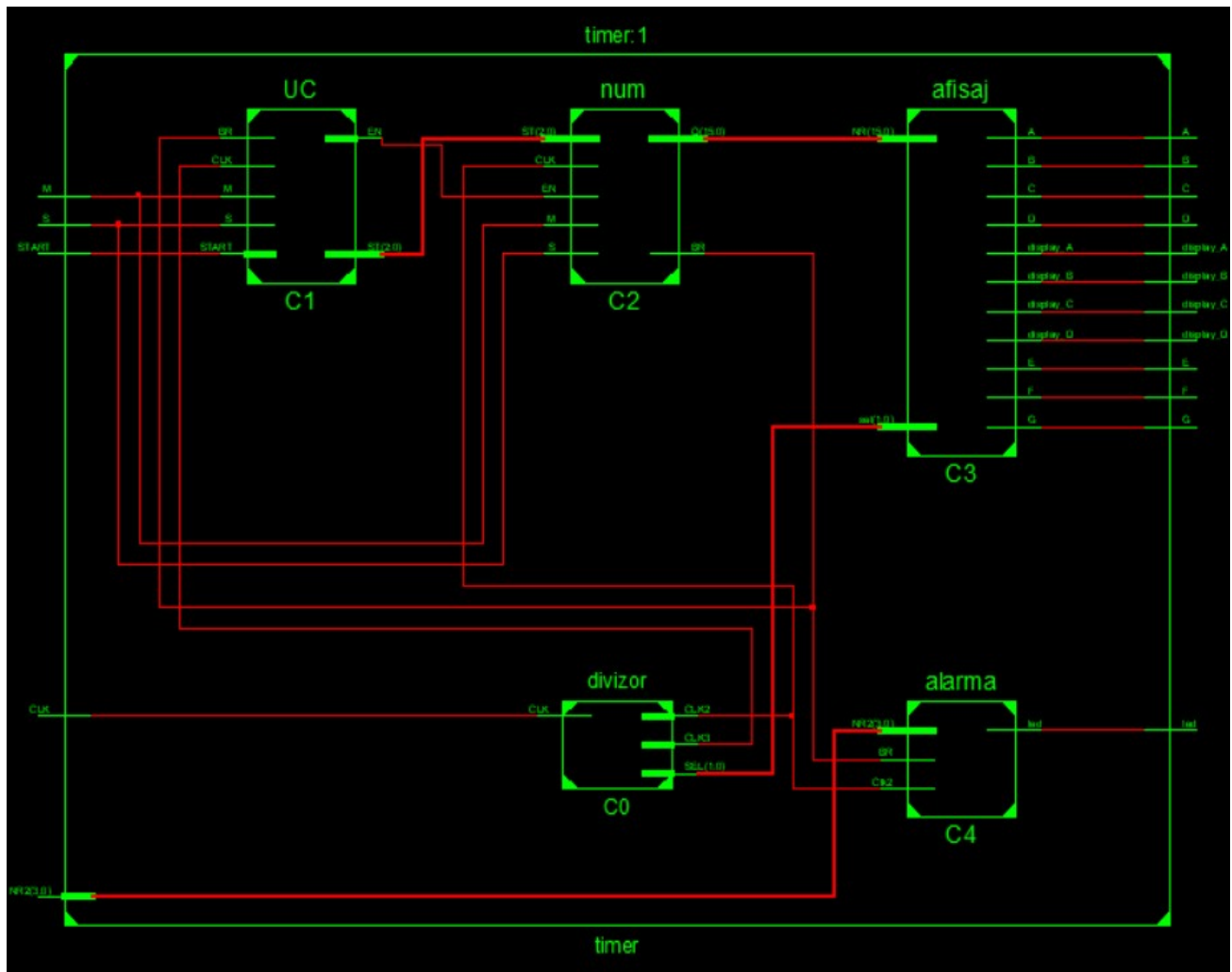
Presupunând că inițial este în starea ZERO, dacă se apasă butonul START / STOP, timerul începe să numere crescător. Dacă se apasă din nou butonul START / STOP, timerul se oprește la valoarea atinsă în momentul respectiv. Dacă se apasă din nou butonul START / STOP, timerul continuă să numere etc. Dacă ajunge la 99 de minute și 59 de secunde, urmează din nou ZERO. Dacă se apasă simultan butoanele M (de la Minute) și S (de la Secunde), timerul se resetează (devine ZERO).

În orice stare, dacă se apasă butonul M, se va incrementa și afișa valoarea minutelor. În orice stare, dacă se apasă butonul S, se va incrementa și afișa valoarea secundelor. O dată ce s-a setat o valoare pentru minute și / sau secunde (prin apăsarea butoanelor M sau S), când se apasă butonul START / STOP, timerul începe să numere descrescător de la valoarea curentă „Minute / Secunde” până la ZERO, iar când se ajunge în starea ZERO se emite un semnal sonor (alarmă) pentru o perioada de timp care poate fi setata initial.



Schema bloc

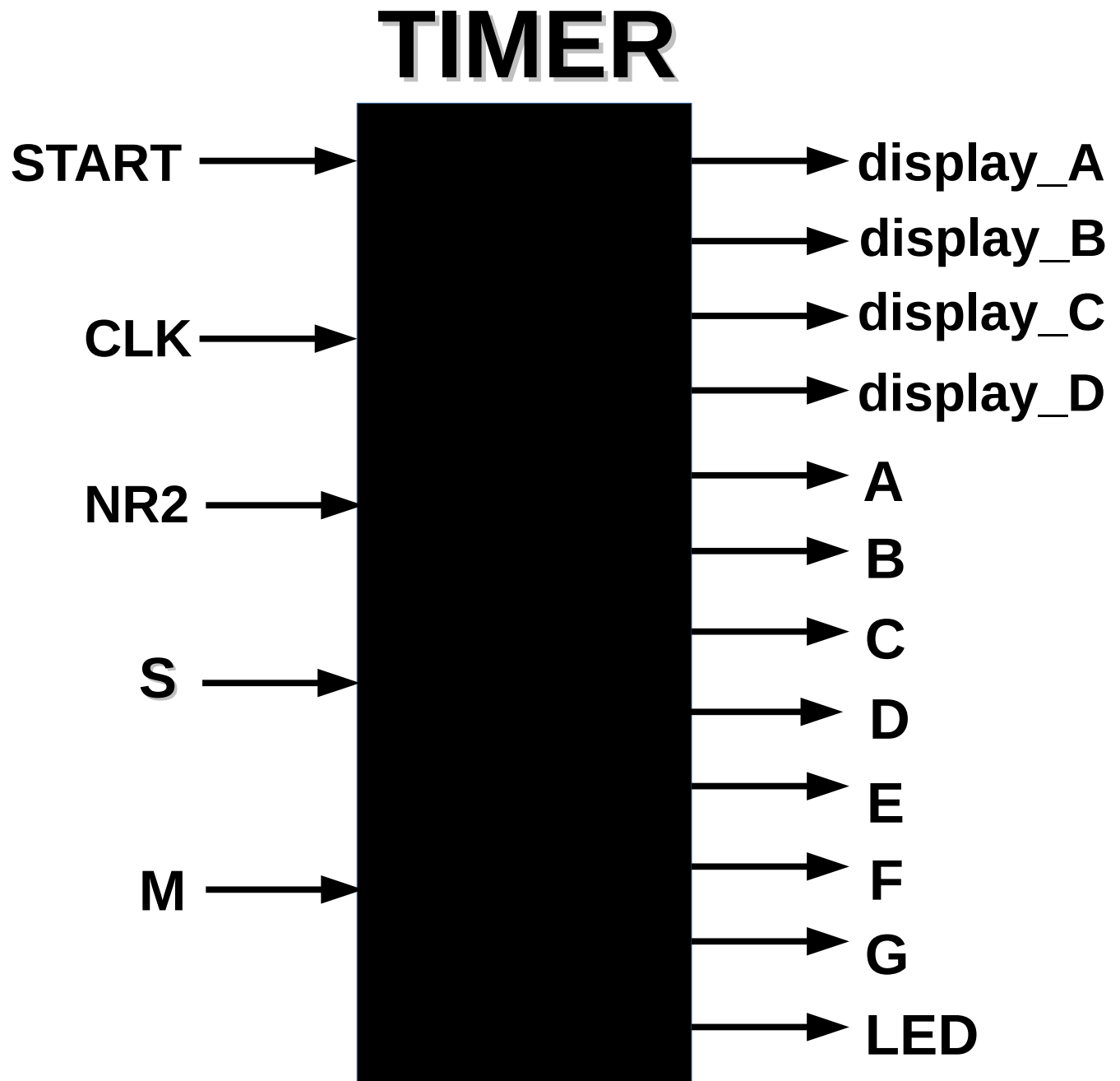
Timer-ul este alcatuit din cinci mari componente care, la randul lor, sunt formate din componente mai mici.





Cutia neagra

În următoarea figură este reprezentată cutia neagră pentru întregul proiect, aceasta având cinci intrări și douăsprezece ieșiri.





Semnificatia notatiilor de I/O si a semnalelor interne

1)Intrari:

- CLK=clock ul de la placuta, avand o frecventa de 100Mhz.
- START=> butonul pentru pornire-oprire,
- S=butonul pentru incrementarea secundelor,
- M=butonul pentru incrementarea minutelor,
- NR2=intrare pe patru biti, reprezentand numarul de secunde pentru care alarma este setata sa functioneze;

2)Iesiri:

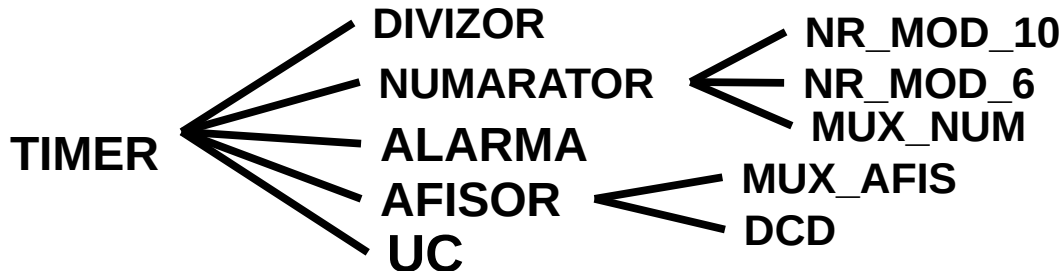
- display_A, display_B, display_C, display_D = iesiri active pe zero, corespunzatoare anozilor afisorului,
- A, B, C, D, E, F, G =sapte iesiri corespunzatoare catozilor fiecarui display,
- LED =iesire conectata la unul din leduri, astfel incat, ledul este aprins cat timp alarma este activa;

3)Semnale interne:

- CLK2= clock-ul divizat pentru numaratoare,
- CLK3=clock-ul pentru unitatea de control,
- Q=numarul de patru cifre care trebuie afisat,
- ST=starea generata de unitatea de control,
- EN=semnal de enable pentru numaratorul mare,
- BR=borrow- semnal care activeaza alarma,
- SEL= selectia pentru multipleforul afisorului.



Componente



Divizor de frecventa

Prima componenta este **DIVIZORUL DE FRECVENTA**. Aceasta componenta este utilizata pentru a micsora frecventa placii. Frecventa si perioada unui semnal sunt invers proportionale ($f=1/T$), astfel scaderea frecventei determina cresterea perioadei. Pentru a obtine o perioada de o secunda, avem nevoie de o frecventa divizata cu 10^8 , intrucat frecventa placutei este de 100Mhz. Pentru realizarea lui a fost folosit un singur numarator care numara pana la 2^{27} , motiv pentru care, valoare clock-ului nu este de exact o secunda. Acest divizor este folosit atat pentru a genera clock-ul de o secunda pentru numarator si alarma si a unui clock cu o perioada mai mica pentru unitatea de control, cat si pentru generarea selectiei multiplexorului afisorului.



Semnificatia intrarilor si iesirilor:

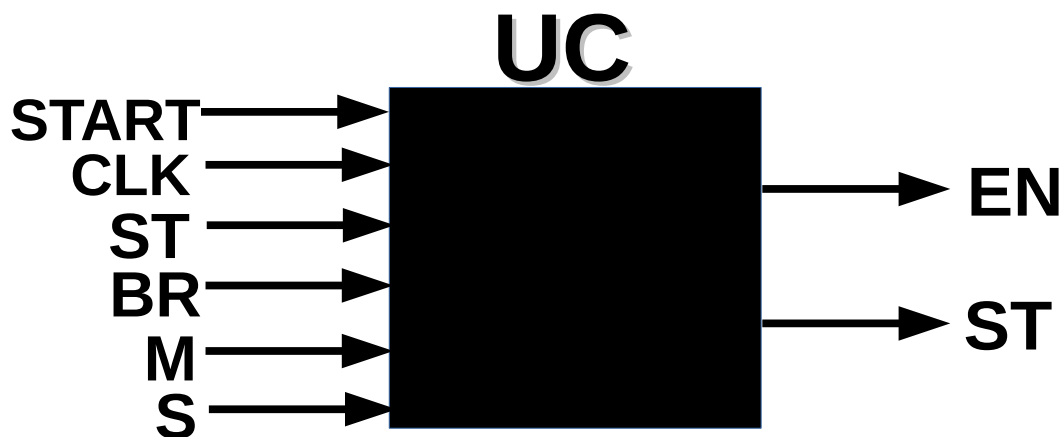
1. Intrari:

- CLK=semnalul de clock de la placuta,

2. Iesiri:

- Clk2=semnalul de clock divizat utilizat pentru numaratoare si setarea alarmei,
- CLK3=semnalul de clock divizat, cu o perioada mai mica, utilizat la unitatea de control,
- SEL=iesire pe doi biti, utilizata ca selectie pentru multiplexorul afisorului.

Unitate de control



Probabil cea mai importanta componenta din cadrul proiectului este **unitatea de control** care realizeaza trecerea automatului dintr-o stare in alta in functie de stimulii externi, starile corespunzand fiecarui regim al sau de functionare.



Semnificatia intrarilor si iesirilor:

1. Intrari:

- CLK=semnalul de clock de la divizorul de frecventa,
- ST=intrare pe 3 biti, reprezentand starea curenta,
- BR=imprumutul(=1 dupa ce timer-ul ajunge la 00:00),
- START=buton de pornire/oprire,
- S=buton pentru incrementarea secundelor,
- M=buton pentru incrementarea minutelor;

2.Iesiri:

- EN=semnal de enable
- ST=starea curenta.

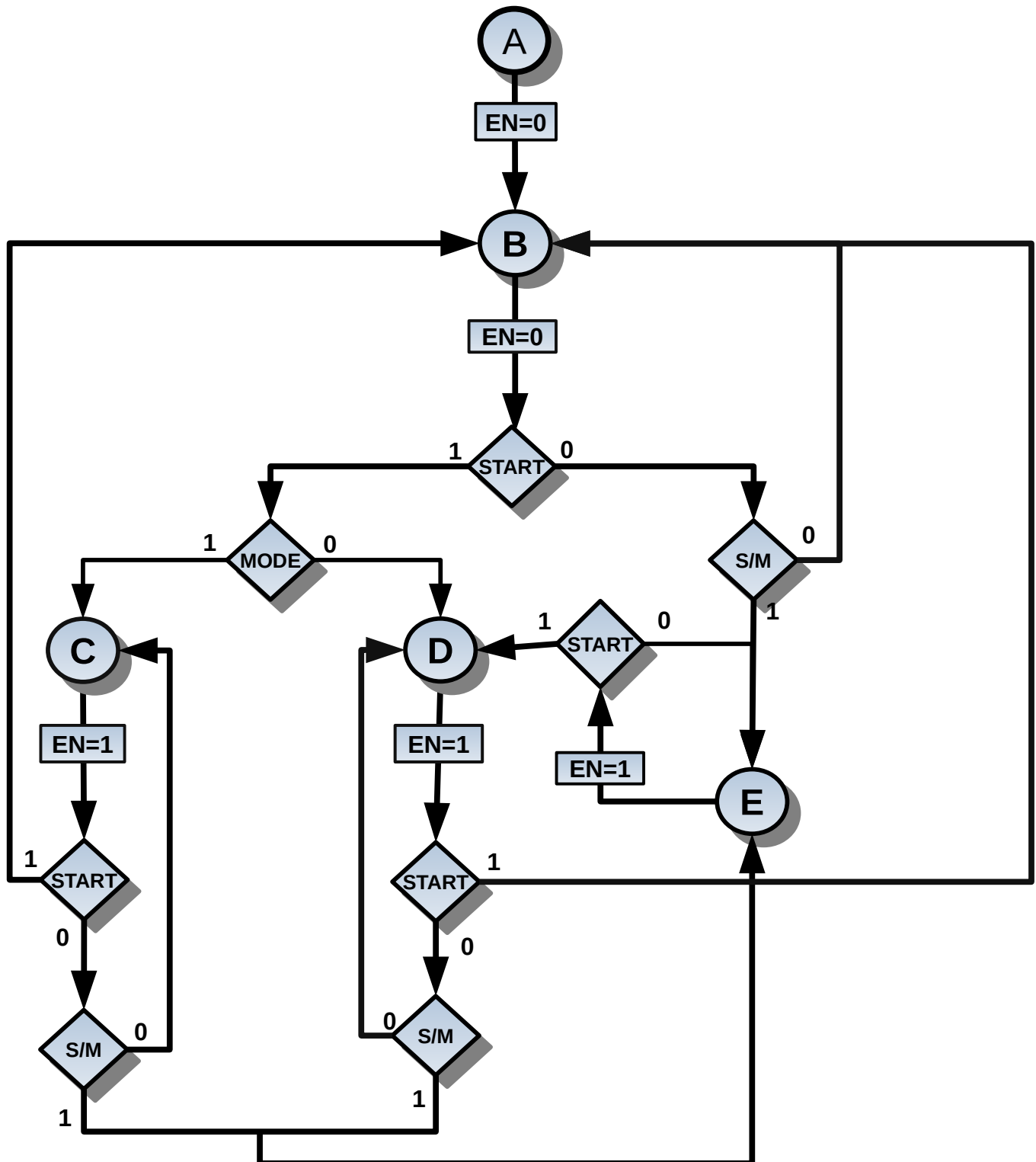
In tabelul urmator este prezentata codificarea starilor si regimul de functionare corespunzator fiecarei stari:

A	RESETARE	000
B	ASTEPTARE	001
C	NUMARARE CRESCATOARE	010
D	NUMARARE DESCRESCATOARE	011
E	INCREMENTARE	100

Semnalul de reset ia valoarea expresiei „S and M”, astfel, timer-ul se reseteaza cand ambele butoane sunt apasate in acelasi timp. Cat timp semnalul de reset sau borrow sunt active(sunt apasate butoanele simultan/timer-ul a ajuns la finalul numararii), timer-ul ramane in prima stare. Daca ambele sunt egale cu zero, timer-ul trece in starea urmatoare. Stabilirea starii urmatoare este realizata dupa urmatoarea organigrama:



Organigrama





1. Resetare:

- Cand timer-ul este in starea de resetare, este afisata valoarea zero iar semnalul de enable devine inactiv,
- Se trece automat din prima stare in cea de asteptare atata timp cat semnalul de reset este 0,
- Din starea de numarare descrescatoare se trece automat in cea de resetare cand timer-ul termina de numarat;
- Daca timer-ul se afla intr-una din celelalte stari, ramane in starea respectiva pana cand este apasat unul dintre butoane;

2. Asteptare:

- In starea de asteptare valoarea afisata nu se schimba, intrucat semnalul de enable este 0,
- Daca este apasat unul dintre butoanele S sau M, se trece in starea de incrementare,
- Daca este apasat butonul START, timer-ul incepe sa numere,
- „Mode” stabileste sensul in care se face numararea,
- Daca mode este zero, numararea se face in mod descrescator, iar daca e unu, crescator;

3. Numarare:

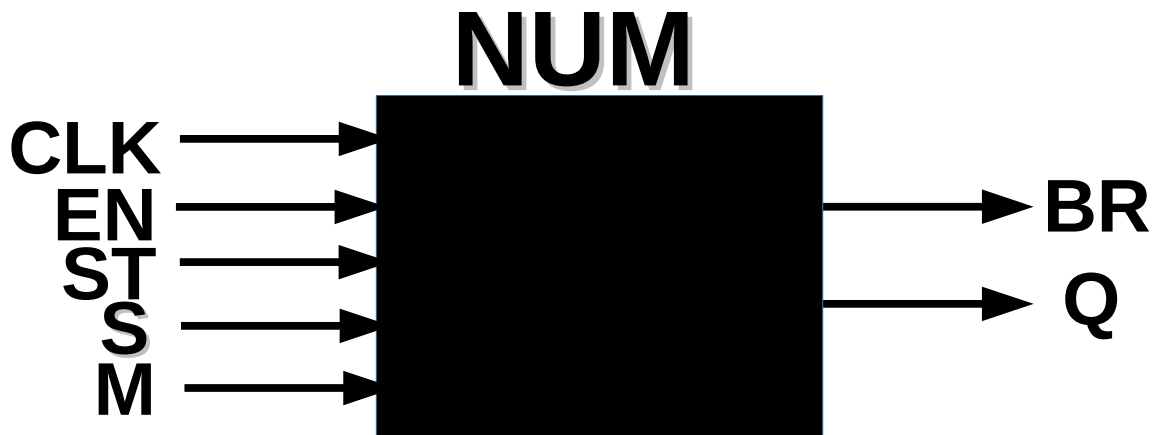
- In oricare stare de numarare(crescatoare/descrescatoare), semnalul de enable este activ,
- Daca este apasat butonul START, timer-ul se intoarce in starea de asteptare,
- Daca se apasa butonul S sau butonul M, se trece in starea de incrementare,

4. Incrementare:

- In ultima stare, semnalul de enable este unu, intrucat valoarea minutelor si cea a secundelor trebuie modificate(incrementate),
- Daca este apasat butonul M, sunt incrementate minutele iar secunde cresc in mod obisnuit,
- Daca este apasat butonul S, sunt incrementate secunde, dupa care valoarea ramane nemodificata pana la apasarea unui buton,
- Din aceasta stare se poate trece doar in starea de reset sau de numarare descrescatoare, daca este apasat butonul START.

Numarator

Alta componenta importanta din cadrul proiectului este numaratorul. In arhitectura aceasta sunt unite patru numaratoare mai mici (trei numaratoare modulo 10 si unul modulo 6) si doua multiplexoare 2:1.



Semnificatia intrarilor si iesirilor:

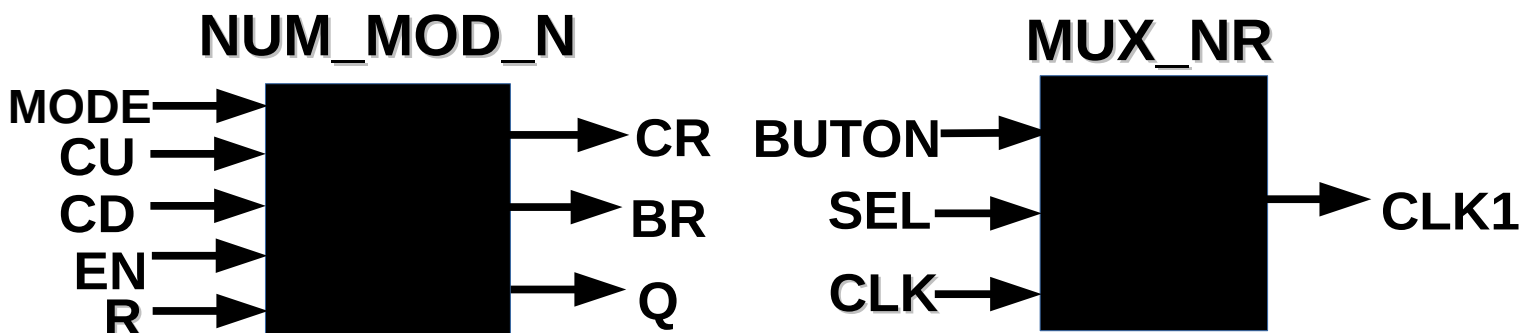
1. Intrari:

- CLK=semnalul de clock de la divizorul de frecventa,
- EN=enable,
- ST=starea generata de unitatea de control,
- S,M=semnal pentru incrementarea secundelor/minutelor;

2. Iesiri:

- BR=semnal care se activeaza cand timer-ul termina de numarat descrescator,
- Q=iesire pe 16 biti→numar de patru cifre generat de cele patru numaratoare.

Componente:





În prima figură este reprezentată o cutie neagră, aceasta fiind aceeași atât pentru număratorul modulo șase, cât și pentru cel modulo zece; iar cea de a doua este pentru multiplexorul folosit la selecția semnalului de clock.

Semnificația intrărilor și ieșirilor:

1. Intrări:

- MODE=semnal care determină dacă numărarea se face cr/descr;
- CU/CD= semnal de clock pentru numărarea crescătoare, respectiv descrescătoare,
- EN=enable,
- R=semnal de reset,
- BUTON=semnalul generat de butoanele S și M, utilizate drept clock în timpul incrementării,
- CLK= semnalul de clock corespunzător numărării pentru minute/secunde,
- SEL= selecția multiplexorului;

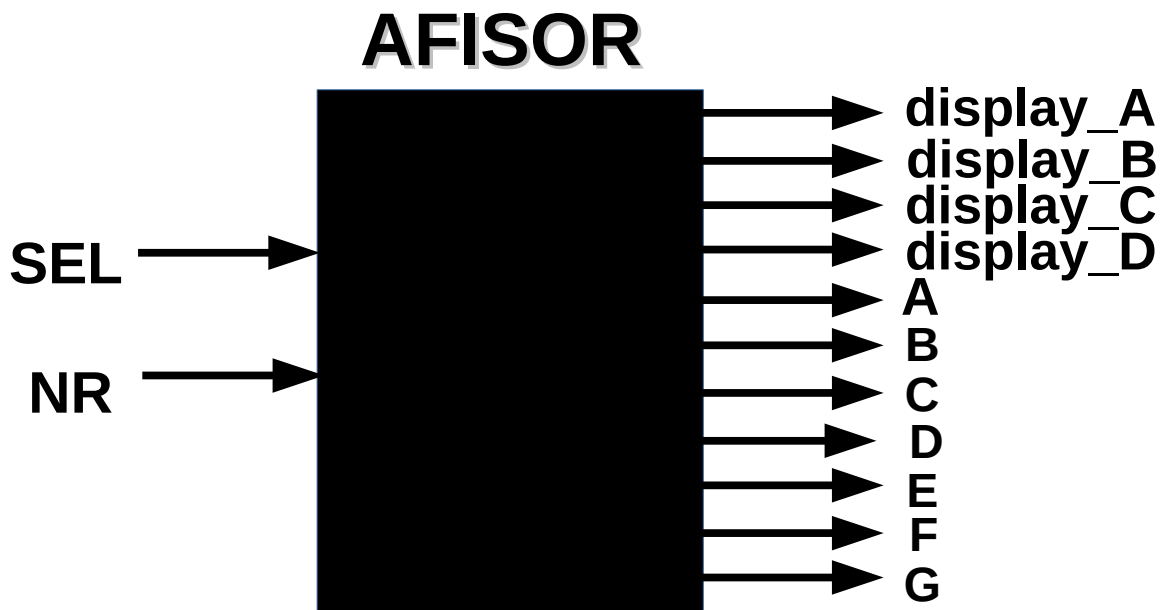
2. Ieșiri:

- CR/BR=transportul unui numărator folosit drept clock pentru următorul,
- Q=ieșire pe 4 biți reprezentând o cifră din care e format numărul,
- CLK1=clock-ul selectat de multiplexor.

Afisor

Această componentă este folosită pentru a afișa pe display-urile de șapte segmente cifrele generate de număratoare prin activarea anozilor și a catozilor. Anozii trebuie să fie activați pe rând cu o frecvență mare pentru a da impresia că funcționează concomitent.

Pentru aceasta este folosită o selecție care se schimbă o dată la zece nanosecunde. Afisorul este alcătuit, la rândul său, din alte două componente (un multiplexor 4:1 și un decodificator BCD).



Semnificatia intrarilor si iesirilor:

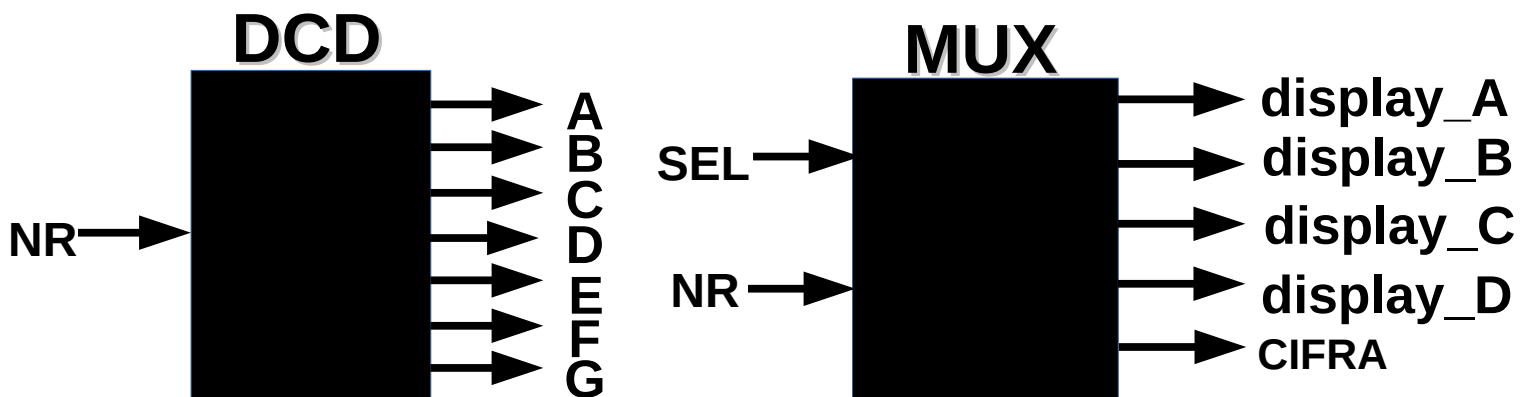
1. Intrari:

- SEL=selectia multiplexorului generata de divizorul de frecventa,
- NR=intrare pe saispzezece biti→ numarul care trebuie afisat;

2. Iesiri:

- Display_A, display_B, display_C, display_D=iesiri corespunzatoare anozilor,
- A, B, C, D, E, F, G=iesiri corespunzatoare catozilor,

Componente:



Prima cutie neagra din figura este cea a decodificatorului BCD. Acesta activeaza catodii in functie de valoarea aplicata pe intrare, afisand cifra selectata de multiplexor. Cea de a doua este a multiplexorului care selecteaza atat cifra introdusa in decodificator, cat si display-ul pe care se va afisa.

Semnificatia intrarilor si iesirilor:

1. Intrari:

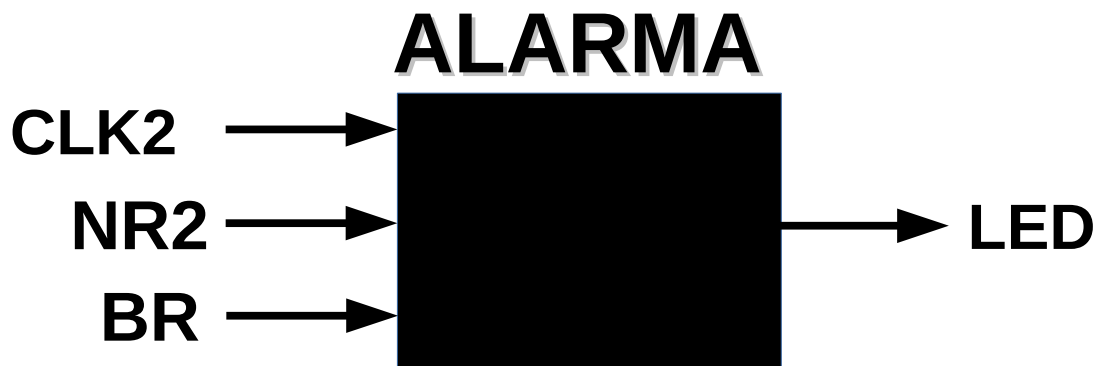
- SEL=selectia,
- NR(MUX)=intrare pe saispzezece biti- numarul a carui cifre trebuie selectate,
- NR(DCD)=intrare pe patru biti→ cifra din numar care trebuie afisata pe display-ul selectat;

2. Iesiri:

- Display_A, display_B, display_C, display_D=anozi,
- A, B, C, D, E, F, G=catozi,
- CIFRA=cifra numarului selectata de multiplexor pentru afisare.

Alarma

Ultima componenta din cadrul proiectului are rolul de a seta alarma. Alarma se activeaza atunci cand timer-ul termina de numarat descrescator(BR=1). Una din intrarile ei este un numar pe patru biti introdus de la placuta care reprezinta numarul de secunde pentru care alarma trebuie sa functioneze.





Semnificatia intrarilor si iesirilor:

1. Intrari:

- BR=semnalul care activeaza alarma,
- CLK2=semnalul de clock de la divizorul de frecventa (de o secunda),
- NR2=intrare pe patru biti→perioada de functionare a alarmei;

2. Iesiri:

- LED= iesire conectata la unul din leduri. Alarma este activa=>ledul este aprins;

Proiectare si implementare

Implementarea proiectului a fost facuta cu ajutorul aplicatiei „*ISE Design Suite 14.7*”, iar placuta pe care s-a realizat este Nexys3 din familia Xilinx Spartan-6 .

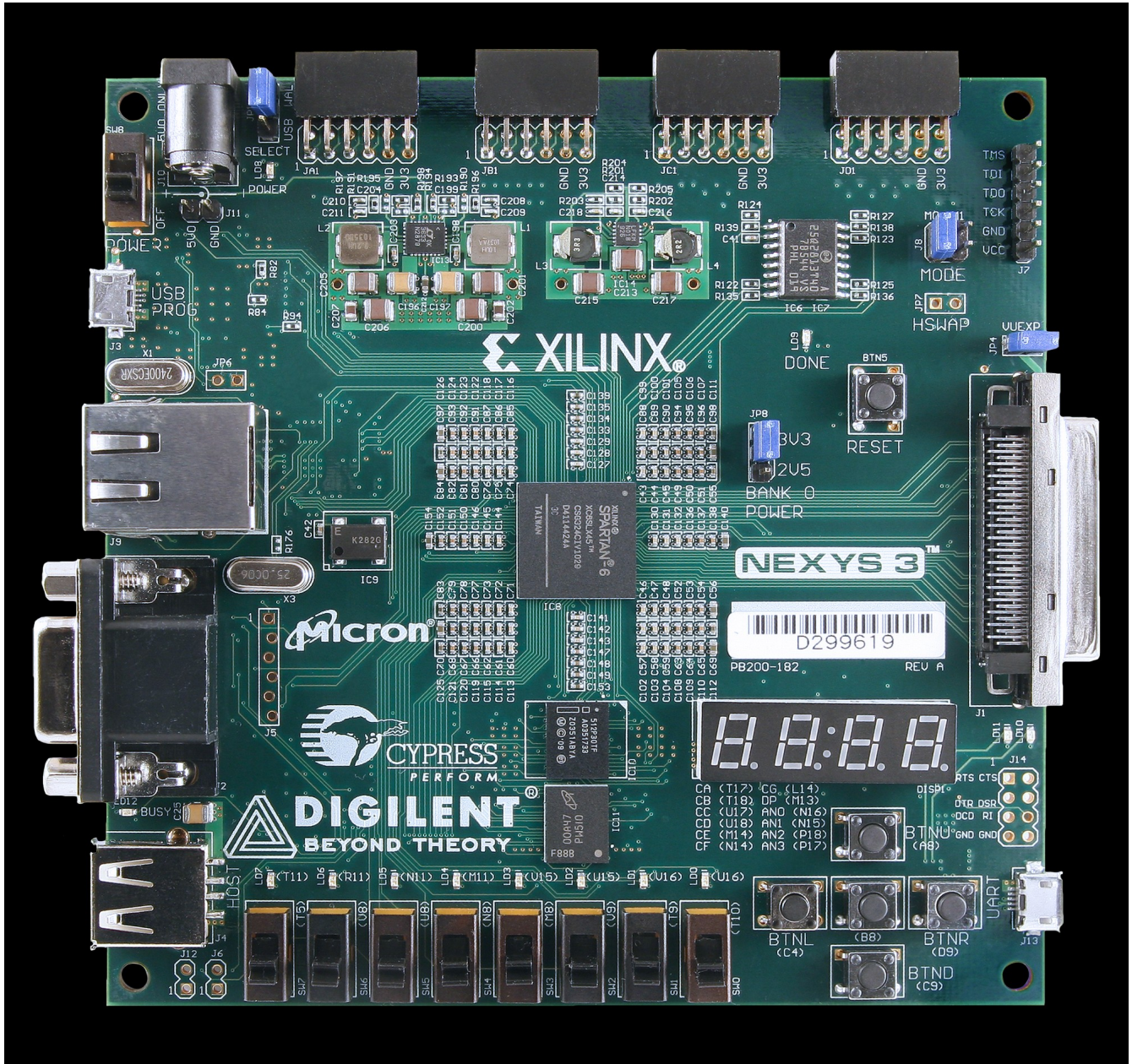
Maparea intrarilor și iesirilor:

1. Intrari:

- Pinul pentru clock este V10,
- Cele patru switch-uri de langa butoane (T10, T9, V9, respectiv M8) sunt utilizate pentru a seta alarma prin introducerea numărul de secunde(NR2);
- Butonul din mijloc (B8) este folosit drept buton de pornire-oprire,
- Butonul din stanga (C4) este folosit pentru incrementarea secundelor,
- Butonul din dreapta (D9) este utilizat atat pentru incrementarea minutelor, cat si pentru resetare cand este apasat in acelasi timp cu butonul „S”;

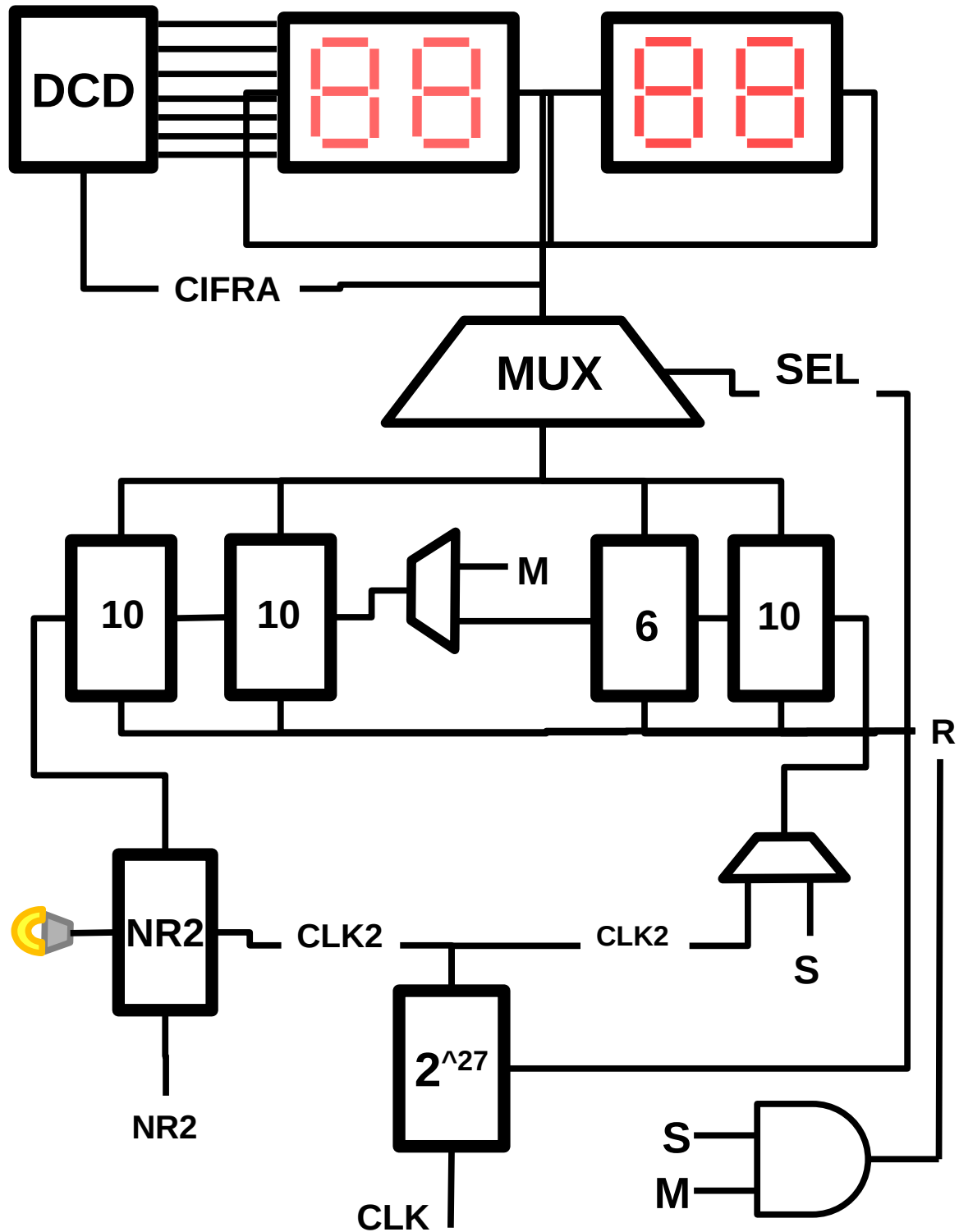
2. Iesiri:

- Semnalele de ieșire ale afisorului din proiect sunt legate la anozii, respectiv catozi,
- Ledul care se aprinde când este activata alarma este cel din dreapta (U16).





Schema de detaliu





Lista componentelor utilizate

1. Un decodificator BCD sapte segmente;
2. O poarta „SI” cu doua intrari;
3. Trei multiplexoare:
 - Un multiplexor 4:1 pentru afisor,
 - Doua multiplexoare 2:1 pentru numarator
 - Un multiplexor pentru selectarea clock-ului pentru secunde,
 - Un multiplexor pentru selectarea clock-ului minutelor ;
4. Sase numaratoare:
 - Un numarator direct modulo NR2 folosit la setarea alarmei,
 - Un numarator direct modulo 2^{27} pentru divizorul de frecventa,
 - Patru numaratoare reversibile mai mici folosite in cadrul numaratorului mare:
 - Un numarator modulo sase pentru numararea zecilor de secunda;
 - Trei numaratoare modulo zece corespunzatoare secundelor, minutelor, respectiv zecilor de minute.



Justificarea solutiei alese

Exista si alte moduri de a realiza acest proiect. Pentru a afisa timpul se puteau folosi doar doua numaratoare pe opt biti (unul pentru minute si unul pentru secunde) sau chiar un singur numarator reversibil pe saispzezece biti in arhitectura caruia sa fie tratate toate cazurile (cand secunde, minutele sau zecile de minute ajung la noua sau cand zecile de secunde ajung la cinci in cazul in care numararea se face crescator; sau cand fiecare ajunge la zero atunci cand numararea se face in mod descrescator). Am preferat sa folosesc patru numaratoare diferite pentru a avea o descriere cat mai structurala, proiectul fiind mai organizat si codul mai usor de inteles. Acest mod de abordare mi a oferit si o modalitate usoara pentru a realiza incrementarea: numaratoarele avand intrari diferite pentru clock, am putut folosi semnalele de la butoane drept clock.

Pentru divizorul de frecventa am ales sa utilizez un numarator care numara pana la 2^{27} decat unul care numara pana la 5×10^4 deoarece, desi perioada nu este de exact o secunda, am putut sa folosesc bitul cel mai semnificativ drept clock pentru celalalte numaratoare. De asemenea, intruct numaratorul numara in regim normal fara intreruperi, am putut folosi si urmatorul bit la unitatea de comanda, pentru schimbarea starilor, acesa avand o perioada de doua ori mai mica (de aproximativ 0,5 secunde); astfel, pentru a avea efect asupra timer-ului, un buton trebuie sa fie tinut apasat intre 0.5s si o secunda. Totodata, am putut folosi si ultimii doi biti ca selectie pentru multiplexor, astfel, nu a mai fost nevoie de un alt numarator pe doi biti sau sa incrementam selectia in cadrul multiplexorului.

Codificarea starilor a fost facuta in asa fel incat sa faciliteze atribuirea de valori pentru semnalele pe care le determina. De exemplu, intre codul pentru starea in care automatul numara crescator si cel pentru starea in care numar descrescator difera un singur bit. Acel bit a fost atribuit semnalului „mode” care determina sensul in care se face numararea. Deoarece singura stare a carei prim bit este „1” este starea de incremenatre, este suficient sa verificam valoarea acelui bit pentru depistarea starii.



Utilizare si rezultate

Proiectul are o dubla functionalitate. Acesta poate functiona atat ca un cronometru cat si ca un temporizator setat cu ajutorul butoanelor M respectiv S.

Mai întâi trebuie setata alarma utilizand cele patru switchur pentru a introduce numărul de secunde (intre zero și cincisprezece). Dacă alarma nu este setata, ledul nu se va aprinde.

Utilizarea ca și cronometru se face prin simpla apasare a butonului „START”. Timer-ul porneste de la 00:00 si incepe sa numere crescator in momentul in care utilizatorul apasa butonul. Când cronometrul a ajuns la valoarea dorita, se oprește prin apasarea aceluasi buton. Timer-ul poate să fie lăsat sa numere în continuare sau se poate reseta. Când ajunge la finalul numararii (99:59), acesta începe sa numere iar de la început pana cand este oprit.

Pentru a folosi timer-ul drept temporizator trebuie setata o valoare de la care sa porneasca. Aceasta valoare se poate seta indiferent de starea în care se afla, prin apasarea butoanelor pentru incrementarea minutelor și secundelor (M și S). După ce a fost setata o valoare, se apasa butonul „START” iar temporizatorul număra descrescator. Acesta poate să fie oprit, repornit sau rsetat în același mod ca și cronometrul. Dacă este lăsat sa numere, acesta se oprește cand ajunge la valoarea 00:00, moment în care, dacă a fost setata, alarma se pornește, aceasta oprindu se doar în momentul în care timpul pentru care a fost setata sa funcționeze a expirat. Aceasta poate să fie setata și pe parcursul functionarii pana timer-ul termina de numarat.

Indiferent de modul de funcționare, pentru a reseta dispozitivul, trebuie apasate ambele butoane pentru incrementare în același timp.



Modalitati de dezvoltare ulterioara

Timerul poate ajunge pana la o valoare de 99 minute si 59 de secunde. Aceasta perioada poate sa fie extinsa pana la o valoare de cateva ore sau chiar zile. Acest lucru se poate realiza relativ usor prin inlocuirea numaratorului corespunzator zecilor de minute cu unul modulo sase. Pentru ore se vor folosi doua numaratoare modulo zece care se gasesc deja in cadrul proiectului (in cazul in care se doreste ca valoarea maxima a orelor sa fie de 99). Daca se doreste incrementarea orelor, trebuie adaugat un buton din cele doua ramase neutilizate si un multiplexor care se gaseste, de asemenea, in proiect. Cele doua numaratoare se vor cascada in acelasi mod in care au fost legate si cele pentru minute. Trebuie modificat si multiplexorul afisorului prin adaugarea altor doi anozii si marirea dimensiunii numarului de afisat (de la 16biti la 24) si a selectiei (la trei biti). Restul componentelor vor ramane neschimbate.

Pentru a realiza aceste modificari, proiectul trebuie implementat pe o placa ce are la dispozitie un afisor mai mare (de exemplu Nexys 4).

Se mai poate extinde si perioada maxima pentru care sa fie setata alarma pana la un numar limitat doar de numărul de switch-uri ale placutei. Pentru a realiza aceasta modificare trebuie marita doar dimensiunea intrarii alarmei corespunzatoare timpului pentru care e setata.

Timer-ul mai poate sa fie modificat in asa fel incat sa numere unitati mai mici decat secunda prin marirea intervalului de numarare al divizorului de frecventa, dar, pentru a adauga si aceasta valoare pe afisor, mai trebuie realizate si alte modificari ,necesare si in cazul adaugarii orelor.

O alta modalitate de dezvoltare a proiectului este de a modifica divizorul de frecventa astfel incat perioada clock-ului sa fie de exact o secunda, dar, din cauza acestei modificari nu vom mai putea utiliza acelasi divizor pentru a genera selectia multiplexorului sau clock-ul pentru unitatea de control. Vor trebui adaugate alte doua numaratoare pentru generarea acestor semnale.