

Proiectarea pentru fabricație – Design for manufacturing

6.5. Studiu de caz: proiectarea PCB și fabricația modulului electronic

Proiectarea unui cablaj imprimat cu programul OrCAD

Pasii principali:

- realizarea schemei electrice a modulului;
- atribuirea codurilor de capsula pentru componentele utilizate;
- verificarea schemei pentru existenta erorilor;
- generarea fisierului *netlist*;
- crearea fisierului cu extensia *.max*;
- setarea dimensiunilor cablajului a traseelor si numarului de straturi utilizate;
- rutarea;
- verificarea cablajului in scopul identificarii eventualelor erori si corectarea acestora.

Realizarea schemei

Pentru realizarea schemei se utilizeaza programul Capture Cis.

Comenzi: Files/New Project.

In fereastra aparuta se vor mentiona:

- Name: numele proiectului;
- Location: locul unde acesta va fi stocat pe hard disk.

Se va bifa PC Board Wizard (este posibila si bifarea optiunii Schematics) dupa care va fi apasat butonul OK.



Fig.6.5.1. Fereastra New Project

Programul va genera un Project manager cu extensia *.opj* si care are structura (fig. 6.5.2):

- Fisierul cu extensia DSN (*Design Schematic Name*) care cuprinde una sau mai multe scheme electrice si lista cu componentele utilizate Design Cache;
- Directorul Library care contine lista cu librariile utilizate;
- Directorul Outputs in care sunt stocate fisierele de iesire:
 - o DRC (*Design Rules Check*) care contine erorile de proiectare;
 - o MNL(*Netlist*) contine informatia referitoare la legaturile intre componente;
 - o XRF (*Cros Reference parts*) contine informatii despre toate componentele schemei (valoarea ,nume,libraria din care a fost importanta, coordonatele x si y);
 - o BOM (*Bill of Materials*) – lista de materiale.

Proiectarea pentru fabricație – Design for manufacturing

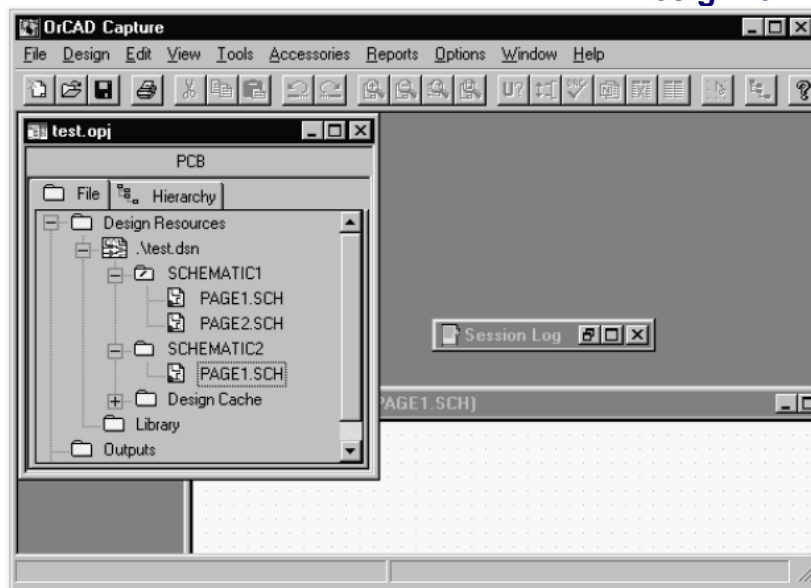


Fig.6.5.2. Fereastra Capture

- Fereastra Session Log in care se indica evenimentele sau erorile care au aparut.

Vizualizarea proiectului poate fi facuta in doua modalitati: sub forma de lista sau sub forma ierarhizata. Fișierele din Project Manager care au extensia .SCH sunt fișierele care contin schema electrica si apasand dublu click pe un astfel de fișier se intra in fereastra de proiectare a schemei electrice; daca fișierul respectiv nu exista sau daca se dorește crearea altui fișier cu extensia .SCH se va da click dreapta pe fișierul cu extensia DSN (din Project Manager) dupa care se va alege New Schematic.

Dupa ce au fost efectuate operatiile de mai sus este necesara plasarea componentelor care este facuta prin alegerea din meniul Place submeniul Part sau facand click in bara de meniu din partea dreapta pe butonul Place Part. La aparitia ferestrei Place Part se va selecta din fereastra Part componenta dorita iar din fereastra Libraries librariile in care se afla componenta respectiva; daca nu exista componenta in librariile incarcate se poate incarca una noua cu componenta respectiva prin Add Library. Daca componenta de care avem nevoie nu este gasita in librariile disponibile ea poate fi creata. Fiecare componenta utilizata are un set de proprietati specifice care pot fi vizualizate facand click dreapta pe componenta ->Edit Properties sau dublu click pe simbolul componentei respective.

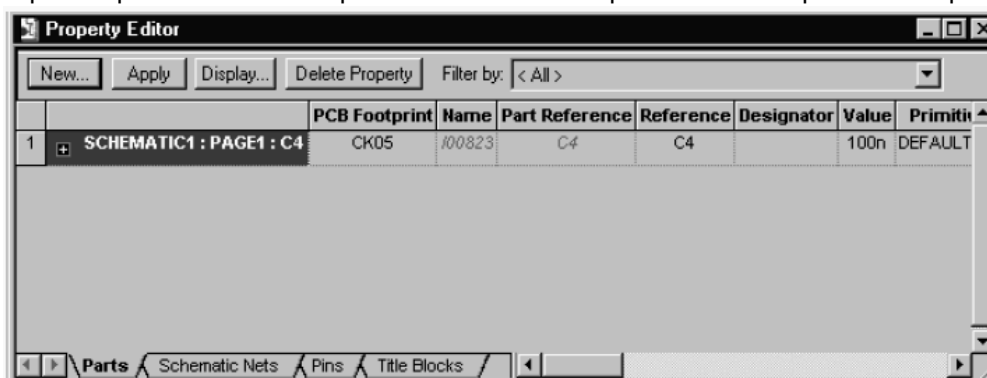


Fig.6.5.3. Fereastra Property Editor

Pentru structurarea Schemei electrice pe blocuri ierarhice este necesar ca din meniul Place sa se aleaga submeniul Hierarchical Block care va duce la aparitia ferestrei din fig. 6.5.4, din care se vor seta proprietatile blocului. Pentru plasarea pinilor blocului ierarhic se va accesa din meniul Place submeniul Hierarchical Pin care are ca si proprietati Numele, Tipul (input,output,etc) si Width (scalar,bus). Pentru conectarea pinilor blocurilor ierarhice cu schema electrica din blocul ierarhic este necesar plasarea de

Proiectarea pentru fabricație – Design for manufacturing

porturi ierarhice accesand din meniul Place submeniul Hierarchical Port de unde se pot seta proprietatile porturilor respective.

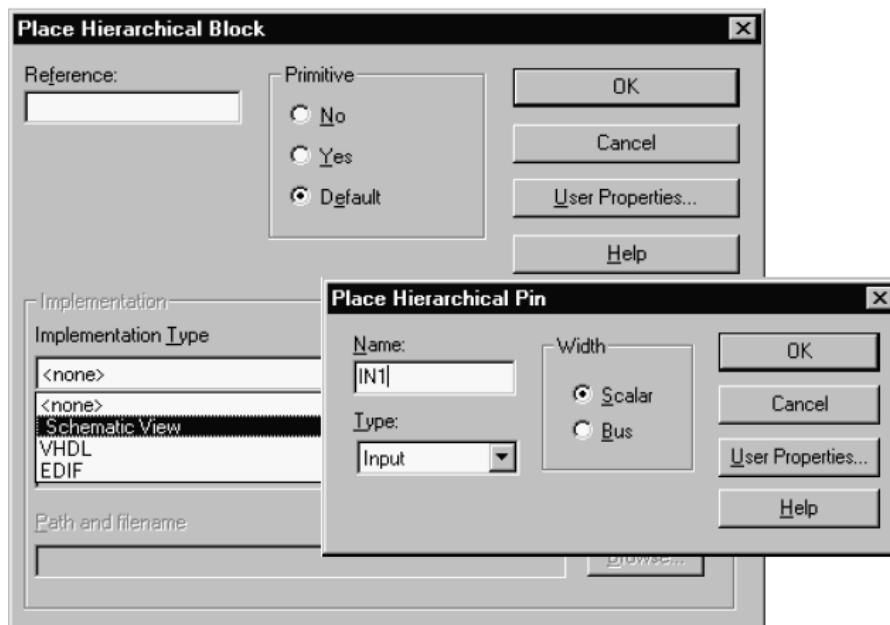


Fig.6.5.4. Ferestrele Place Hierarchical Block si Place Hierarchical Pin

Rutarea componentelor se face folosind butonul Place wire din bara de meniu din partea dreapta sau din meniul Place se va alege submeniul Wire. Daca se doreste ca firele dintr-o parte a schemei sa nu se intersecteze cu alte fire se poate utiliza optiunea Net Alias prin intermediul caruia se este posibila atribuirea unei etichete comune firelor pentru care se doreste conectarea impreuna.

Crearea de componente noi poate fi facuta din fereastra Project manager facandu-se click dreapta pe biblioteca in care se doreste sa fie situata componenta si se va alege New Part daca se doreste crearea unei componente noi sau New symbol daca se doreste crearea unui simbol nou.

Daca se doreste realizarea unei componente noi din una deja existenta se va da click dreapta pe respectiva componenta si Edit Part.

Daca se doreste crearea unei librării noi se va selecta din meniul Design -> New Library

Dupa alegerea New Part va aparea fereastra din fig.6.5.5 unde se vor specifica proprietatile componentei respective.

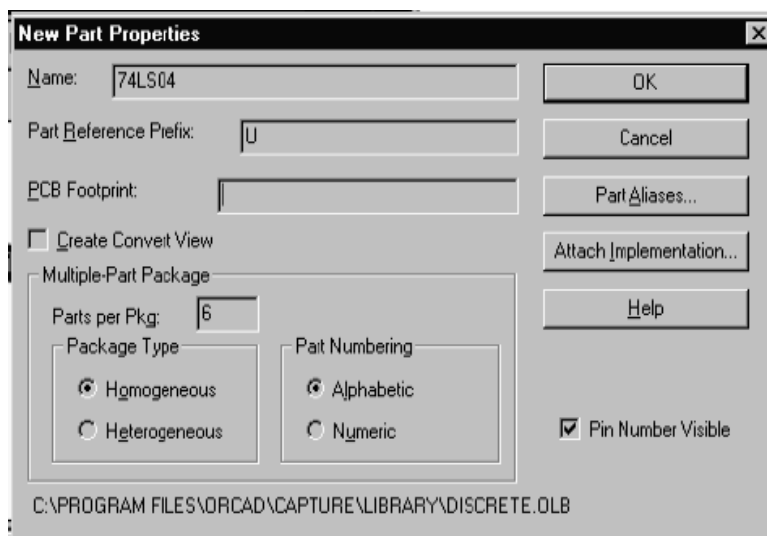


Fig.6.5.5. Fereastra New Part Properties

Proiectarea pentru fabricatie – Design for manufacturing

Se completeaza:

- Name: numele componentei;
- Part Reference Prefix: prefixul referintei componentei;
- PCB Footprint: codul de capsula a componentei;
- Create Convert View: optiunea de crearea componenta echivalenta;
- Parts per Pkg: numarul de componente dintr-o capsula;
- Package Type: Homogeneous (toate componentele au aceeasi reprezentare grafica) sau Heterogeneous (reprezentarea grafica difera de la o componenta la alta);
- Part Numbering: Alphabetic sau Numeric (identificarea simbolurilor prin litere sau numere - daca exista o componenta care are mai multe parti in aceeasi capsula cand se utilizeaza Alphabetic numerotarea va fi de ex U1A,U1B);
- Pin Number Visible: permite sau nu ca numerotarea pinilor sa fie vizibila.

Dupa ce schema electrica a fost realizata se atribuie codurile de capsula pentru fiecare componenta; aceasta se face dand dublu click pe componenta dorita sa i se atribuie un cod de capsula, iar in fereastra cu proprietatile componentei, in casuta PCB Footprint, se va introduce numele codului de capsula dorit. Pentru cautarea codurilor de capsule utilizate se va da comanda:

Start/Programs/Orcad/Layout Plus, care va deschide programul in care se va realiza rutarea PCB-ului si se va alege din meniu Library Manager.

La terminarea desenarii schemei (renumerotarea componentelor, plasarea codurilor de capsula) este necesara verificarea schemei pentru verificarea eventualelor erori.

Din meniul Tools se va selecta optiunea DRC (*Design Rules Check*) care in functie de matricea de erori si de setarile alese de utilizator va verifica corectitudinea legaturilor electrice ale schemei (fig.6.5.6).

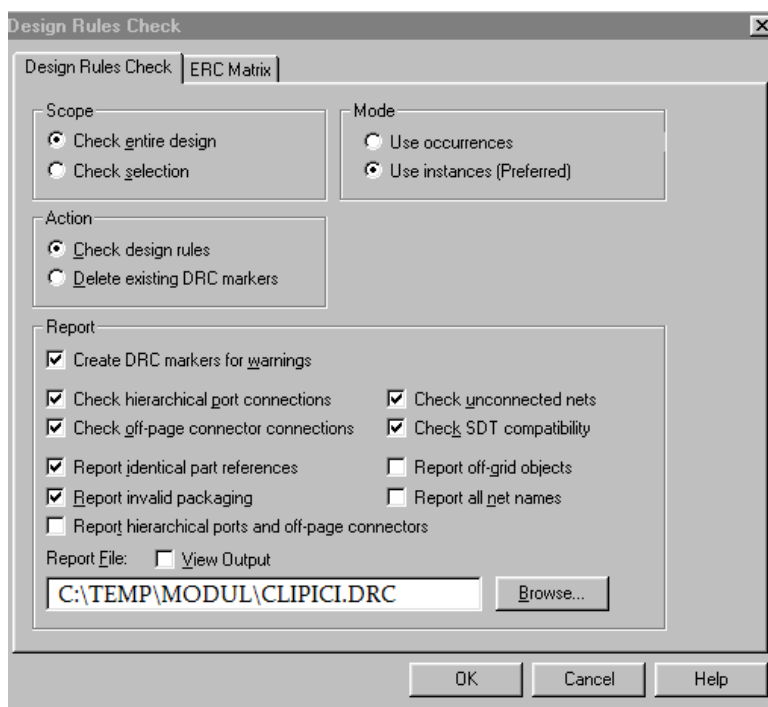


Fig.6.5.6. Fereastra DRC

Meniul ferestrei DRC contine urmatoarele optiuni:

- Scope
 - Check entire design: verifica intreg proiectul;
 - Check selection: verifica doar pagina selectata.
- Action
 - Check design rules: verifica proiectul de eventuale erori;
 - Delete existing DRC markers: sterge markerii erorilor dintr-o verificare anterioara.
- Report

Proiectarea pentru fabricație – Design for manufacturing

- Create DRC markers for warnings: creaza markeri pentru eventualele erori sau avertismente (definite de matricea de erori);
- Check hierarchical port connection: verifica daca conexiunile porturilor ierarhice sunt corect folosite;
- Check off-page connector connections: verifica daca conexiunile porturile intre pagini sunt corect folosite;
- Check unconnected nets: verifica daca exista fire neconectate;
- Check SDT compatibility: verifica compatibilitatea cu formatul SDT (Schematic Design Tools);
- Report identical part references: raport pentru componentele care au aceeasi referinta;
- Report invalid packaging: raporteaza neconcordanța dintre codul de capsula atribuit si componenta;
- Report hierarchical ports and off-page connectors: creaza raport care contine toate porturile ierarhice si toate porturile folosite la conectarea intre pagini;
- Report off-grid objects: raporteaza obiectele care nu sunt plasate pe grid;
- Report all net names: raporteaza toate nodurile din schema.

ERC Matrix - Matricea erorilor electrice este setata implicit asa cum se arata si in fig. 6.5.7. Patrutele marcate cu litera W indica o atentionare (Warning), iar patrutele marcate cu litera E (Error), indica o eroare electrica de conectare. Utilizatorul are posibilitatea modificarii acestei matrici facand click pe patrutele respective.

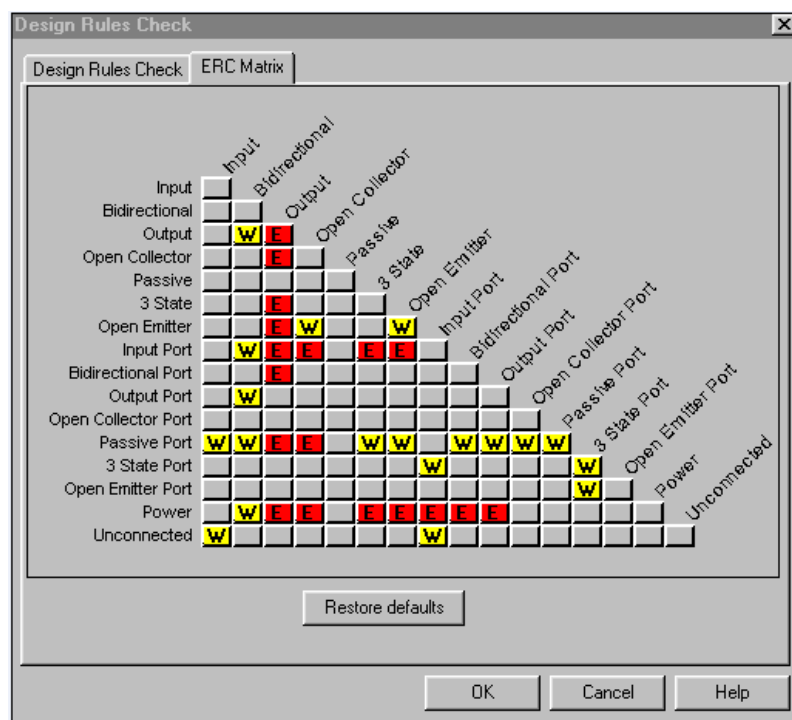


Fig.6.5.7. Fereastra ERC Matrix

Prin alegerea submeniului Cross Reference din meniul Tools se va genera un fisier cu extensia .XRF care va contine informatii legate de toate componentele si simbolurile schemei.

Submeniul Bill of Materials din cadrul aceluiași meniu va genera un fisier (cu extensia .BOM.) care contine lista de materiale asociata schemei (numarul de componente cu aceeasi valoare, referinta acestora, valoarea comuna).

Realizarea cablajului

Avand fisierul Netlist generat se parcurg etapele de initializare pentru cablaj (PCB):

Proiectarea pentru fabricație – Design for manufacturing

- se lanseaza in executie subprogramul Layout Plus si se selecteaza din meniul File optiunea New iar din fereastra care apare (Template File), se alege unul din fisierele cu extensia *.TCH. Acestea sunt fisiere de tehnologie (fisiere standard) care contin date despre ce poate fi definit si inclus pe cablaj.
- incarcarea fisierului *.MNL (netlist) sursa
- salvarea fisierului cu extensia *.MAX (cablajul)

Dupa ce a fost realizat fisierul *.MAX se va compila automat fisierul Netlist dupa care, daca nu exista erori in compilare, se vor putea vizualiza componentele care urmeaza a fi rutate.

Dupa ce s-a trecut de etapele de initializare, in Layout Plus trebuie parcurse urmatoarele etape:

- Setarea unitatilor de masura;
- Setarea dimensiunii gridului de rutarea cablajului ;
- Creare board outline – dimensionarea plachetei ;
- Definirea numarului de straturi;
- Setarea spatierilor globale;
- Setarea "stivei de pastile";
- Setarea dimensiunilor traseelor;
- Setarea culorilor (optional).

Setarea unitatilor de masura si a dimensiunilor gridului este facuta din meniul Options - System Settings (fig.6.5.8).

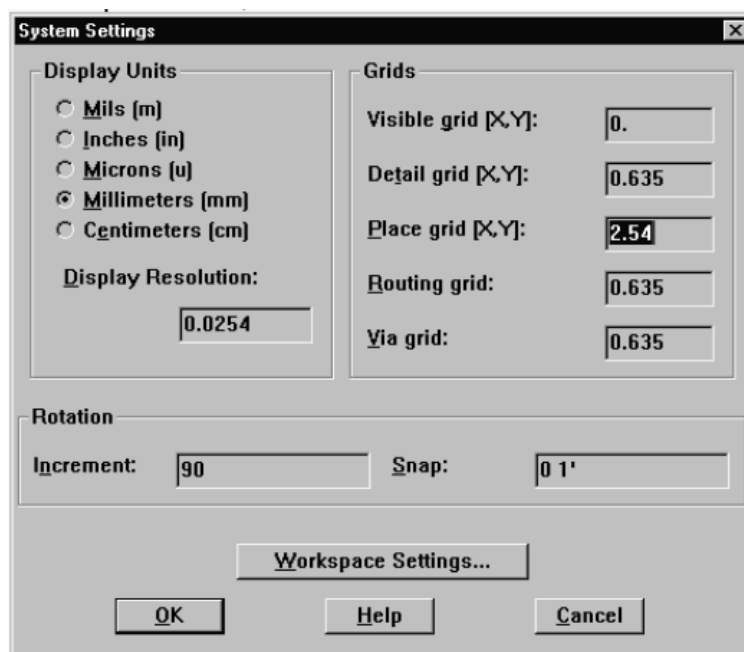


Fig.6.5.8. Fereastra System Settings

Pentru definirea conturului placii, se alege optiunea Tool/Obstacle/New, apoi in fereastra Design, se da clic-dreapta mouse; din meniul derulant se selecteaza Properties, apare fereastra Edit Obstacle. Proprietatile din fereastra Edit Obstacle (fig.6.5.9) folosite la definirea conturului sunt:

- Obstacle name: numele obstacolului, generat implicit de program;
- Obstacle Type: tipul obstacolului, din meniul derulant care apare la selectia optiunii se va alege tipul de obstacol Board outline ;
- Obstacle Layer: stratul pe care se defineste obstacolul (conturul placii), din meniul derulant care va aparea la selectia optiunii se va alege stratul Global Layer, deoarece se vrea o definire a dimensiunilor placii pe toate straturile definite .

Dupa ce s-au setat proprietatile obstacolului de tip Board outline se inchide fereastra Edit Obstacle definindu-se in fereastra Design conturul placii printr-o simpla tragere a mous-ului.

Proiectarea pentru fabricație – Design for manufacturing

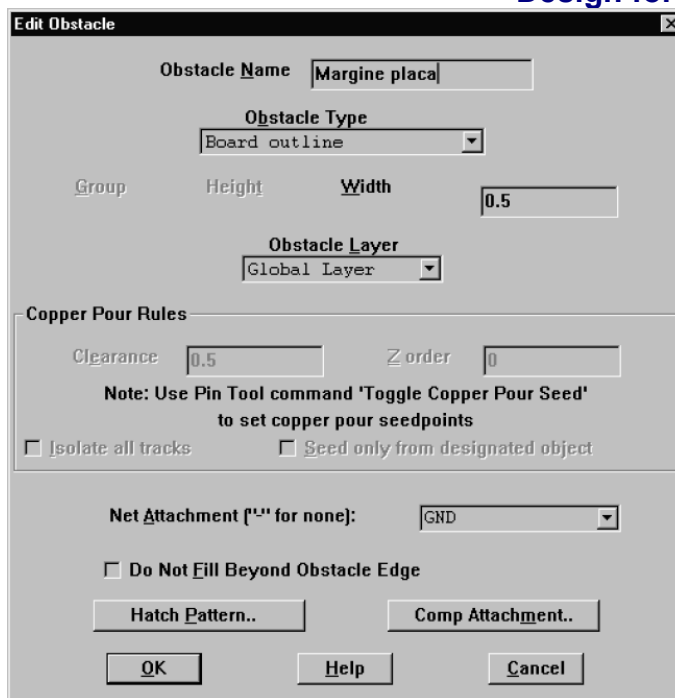


Fig.6.5.9. Fereastra Edit Obstacle

Masurarea dimensiunilor cablajului se face folosind optiunea Dimension din meniul Tool.

La selectia optiunii View/Database Spreadsheet/Layers, apare o fereastra definita sub forma unui tabel care contine toate straturile disponibile. Semnificatia numelor coloanelor este:

- Layer name – numele stratului;
- Layer Hotkey – tasta de acces rapid la stratul respectiv;
- Layer NickName – numele prescurtat al stratului;
- Layer Type – tipul stratului;
- Mirror Layer – stratul vazut in oglinda al stratului curent.

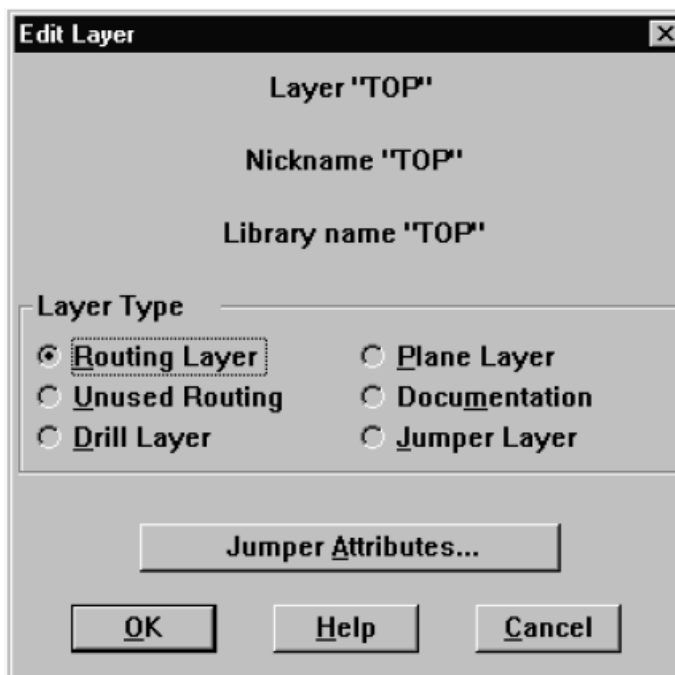


Fig.6.5.10. Fereastra Edit Layer

Proiectarea pentru fabricație – Design for manufacturing

La selectia unei celule de pe coloana Layer Type, prin dublu click al mousului, apare fereastra Edit Layer (fig.6.5.10) de unde se pot alege straturile ce vor fi utilizate.

Regulile de spațiere globala pentru pastile, trasee și gauri de trecere se definesc în fereastra Design: View – Database Spreadsheet – Strategy – Route Spacing.

În tabelul respectiv, pentru editarea unui strat se execută dublu-click în câmpul cu numele său.

Pentru a vizualiza sau modifica varianta implicită, a stivei de pastile, se selectează opțiunea Padstacks din baza de date Database Spreadsheet, meniul View. Pentru vizualizarea bazei de date care conține "net-urile" existente în cablaj se selectează View – Database Spreadsheet – Nets (fig.6.5.12), de unde se poate modifica dimensiunile traseelor pentru fiecare în parte sau pentru toate odată.

Net Name	Color	Width	Routing	Share	Weight	Recon Rule
		Min Con Max	Enabled			
/RD		0.30	Yes	Yes	50	Std
12V		1.00	Yes	Yes	50	Std
AI0		0.30	Yes	Yes	50	Std
AI1		0.30	Yes	Yes	50	Std
AI2		0.30	Yes	Yes	50	Std
AO0		0.30	Yes	Yes	50	Std
AO1		0.30	Yes	Yes	50	Std
AO2		0.30	Yes	Yes	50	Std
BAT		0.30	Yes	Yes	50	Std
CS0		0.00	Yes	Yes	50	Std
CS1		0.30	Yes	Yes	50	Std
CS2		0.30	Yes	Yes	50	Std
CS3		0.30	Yes	Yes	50	Std
CS4		0.30	Yes	Yes	50	Std
CS5		0.30	Yes	Yes	50	Std
CS6		0.30	Yes	Yes	50	Std
CS7		0.30	Yes	Yes	50	Std
CS8		0.30	Yes	Yes	50	Std
CS9		0.30	Yes	Yes	50	Std

Fig.6.5.12. Fereastra Nets

Dacă rutarea a fost făcută la dimensiunea implicită a neturilor și se dorește o redimensionare a lățimii unui traseu, se selectează din Tool bar opțiunea Edit Segment Mode. Din fereastra Design se selectează traseul respectiv făcând click dreapta cu mouseul pe traseu, iar din meniul care apare se alege opțiunea Change Width, putându-se edita noua valoare pentru lățime în câmpul New Width.

Modificarea setărilor implicite legate de definirea culorilor se face alegând opțiunea Color din meniul Options.

Amplasarea componentelor

Poziționare capsulelor este următoarea etapă în proiectarea cablajului. Ele pot fi plasate individual sau în grup.

- Pentru poziționarea individuală a componentelor, se activează butonul Component Tool din toolbar, sau se alege opțiunea Component – Select Tool din meniul Tool, se execută click-dreapta în fereastra Design și din meniul ce apare se alege Select Any, iar în fereastra de dialog, în câmpul Ref Des, se introduce referința componente, scrisă cu majuscule.

După apăsarea butonului OK, componenta respectivă este selectată ea putându-se poziționa în spațiul definit pentru placă.

- Pentru a poziționa un grup de componente care au același prefix al referinței, se selectează același meniu ca și la poziționarea individuală, iar în câmpul Ref Des se va introduce prefixul grupului de forma Prefix Referință* și numărul de componente din grupul respectiv în câmpul Group Number.

- Pentru a vizualiza întreaga listă cu componentele de poziționat se selectează Tool/Component/Place.

Dacă poziționarea componentelor a fost realizată în continuare se poate trece la rutarea plăcii.

Rutarea

Pentru rutare (trasarea conexiunilor electrice între componente) se poate utiliza autouterul din program sau se poate realiza o rutare manuală. După ce rutarea a fost realizată este necesar o

Proiectarea pentru fabricație – Design for manufacturing

verificare a cablajului în vederea depistării eventualelor erori și corectării acestora. Verificarea prezentei unor erori poate fi realizată accesând din meniul Auto opțiunea DRC.

Dacă există erori în proiectare poate fi vizualizată cauza acestor accesând din bara de meniu Error Tool.

Postprocesare

După ce placa a fost proiectată, dacă se dorește vizualizarea sau generarea fișierelor de post procesare, se poate face utilizând meniul Options, submeniul Post Process, iar setarea proprietăților de post procesare este realizată prin accesarea Post Process Settings (fig.6.5.13).

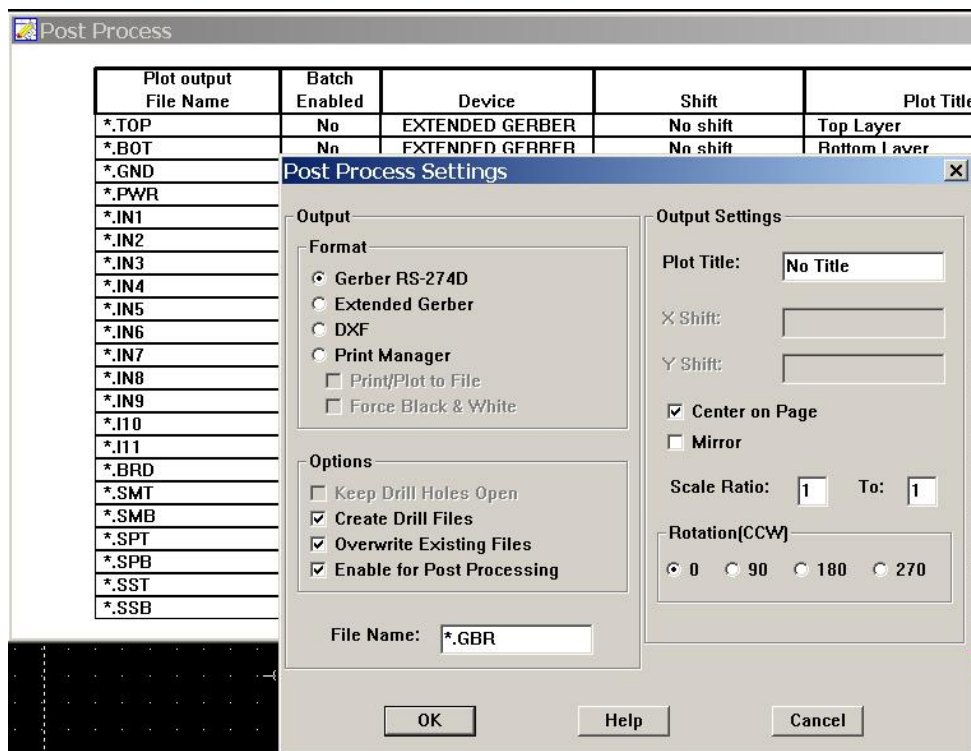


Fig.6.5.13. Ferestrele Post Process și Post Process Settings

În final s-a obținut cablajul din fig.6.5.14.

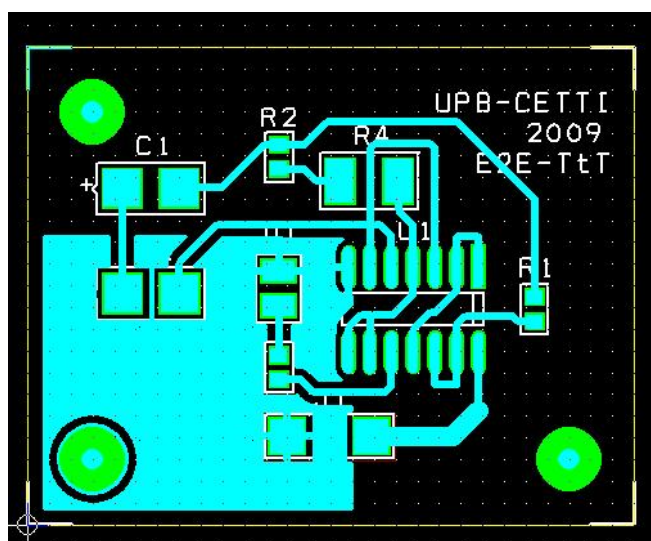


Fig.6.5.14. Cablajul modului electronic