

Norme de protecție a muncii în laboratorul de Electronică Aplicată

Lucrare de laborator 1

Legislația în domeniul securității și sănătății în muncă

În ultimii ani, legislația română în domeniul securității și sănătății în muncă a suferit multe modificări în sensul transpunerii legislației europene în domeniu. Se poate afirma că în acest moment lucrător român este apărut de aceleași prevederi legislative ca și cei din Uniunea Europeană.

- **Constituția României 2003, art. 34 și 41**
- **Legea 53/2003, Codul muncii, art. 171 - 187**
- **Legea securității și sănătății în muncă nr. 319/2006, publicată în Monitorul Oficial al României nr. 646 din 26 iulie 2006**
- **Normele generale de protecție a muncii 2002**
- **Reglementări și bune practici în domeniul securității și sănătății în muncă, 2005**
- **Legea nr. 360/2003 privind regimul substanțelor și preparatelor chimice periculoase**
- **HG nr.971/2006 privind cerințele minime pentru semnalizarea de securitate și/sau de sănătate la locul de muncă**
- **HG nr.1048/2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru utilizarea de către lucrători a echipamentelor individuale de protecție la locul de muncă**
- **HG nr. 1091/2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru locul de muncă**
- **HG nr. 1425/2006 pentru aprobarea Normelor metodologice de aplicare a prevederilor Legii securității și sănătății în muncă nr. 319/2006**

TERMINOLOGIE

Scopul protecției muncii îl constituie prevenirea accidentelor de muncă și a bolilor profesionale prin măsuri menite să elimine, să evite sau să diminueze acțiunea factorilor de risc asupra organismului uman.

Factori - însușiri, stări, procese, fenomene, comportamente proprii elementelor implicate în procesul de muncă și care pot provoca accidente de muncă și/sau boli profesionale.

Factori - însușiri, stări, procese, fenomene, comportamente proprii elementelor implicate în procesul de muncă și care pot provoca accidente de muncă și/sau boli profesionale.

Evenimentul reprezintă orice accident care a antrenat vătămări corporale sau decesul, orice incident periculos care s-a produs pe teritoriul persoanei juridice / fizice sau la orice loc de muncă.

Risc – probabilitatea ca evenimentul de muncă să se producă.

Factori de risc – cauze potențiale ale accidentelor de muncă și bolilor profesionale. După producerea acestor evenimente negative, factorii de risc se transformă în cauze ale accidentelor și bolilor profesionale.

Factor periculos – factor de risc a cărui acțiune asupra executantului duce, în anumite condiții, la accidentarea acestuia.

Factor nociv – factor de risc a cărui acțiune asupra executantului duce, în anumite condiții, la îmbolnăvirea acestuia.

Pericol – situație, întâmplare care pune sau poate pune în primejdie existența sau integritatea angajatului.

NORME DE PROTECȚIA MUNCII ÎN LABORATOARELE ȘCOLARE

Laboratoarele școlare sunt locurile în care studenții sunt mult expuși riscurilor cauzate de existența reactivilor chimici, ustensilelor de laborator și aparatelor electrice. Se vor avea în vedere următoarele reguli generale:

- **Instrucțiunile scrise să fie afișate la loc vizibil și regulile de securitate evidențiate;**
- **Instrucțiunile de securitate să fie prezentate verbal și comunicate la începutul fiecărui experiment;**
- **Elaborarea unui set de Fișe tehnice de securitate pentru reactivii chimici periculoși folosiți astfel încât proprietățile fizico-chimice și toxicologice, efectele asupra sănătății, măsurile de protecție necesare la manipularea lor și procedurile de urgență să fie cunoscute;**
- **Laborantul trebuie să aibă un comportament exemplar din punct de vedere al securității;**
- **Să existe o supraveghere suficientă a elevilor în orice moment;**
- **Trebuie purtat echipamentul individual de protecție și îmbrăcămintea de lucru adecvate;**
- **Aparatura electrică să fie verificată și întreținută în mod regulat, aparatele electrice să aibă împământare;**
- **Reactivii chimici și ustensilele de laborator să fie depozitați în locuri sigure pentru a preveni utilizarea lor neautorizată;**
- **Laboratoarele școlare să fie ventilate și iluminate corespunzător, să aibă un nivel adecvat de umiditate, spațiu suficient și să fie curate;**
- **Pardoselile să fie bine întreținute, păstrate curate pentru reducerea riscurilor de alunecare și împiedicare;**
- **Să fie asigurată dotarea corespunzătoare pentru prim ajutor pentru utilizare în cazul unui eveniment sau situație de urgență.**
- **Să fie asigurate măsurile și mijloacele de prevenire a incendiilor.**

SEMNE DE AVERTIZARE



Pentru studenti:

- **Materialele didactice, reactivii chimici și ustensilele folosite în laboratoarelor școlare se vor utiliza numai sub supravegherea profesorului/laborantului.**
- **Nu vor introduce obiecte în prizele electrice.**
- **Vor avea grijă de mobilierul și mijloacele didactice din dotarea laboratoarelor.**

Stdenti	
Factori de risc	Pericol
• Pardoseală denivelată • Apă (sau alt lichid) împrăștiat pe pardoseală (suprafețe alunecoase) • Ghivece de flori pe suporturi nefixate • Calorifere nestabile • Iluminat insuficient, neuniform • Mobilier impropriu (bănci sau scaune neadaptate) • Ventilație insuficientă • Lucrul cu aparatura și reactivii de laborator • Cabluri electrice agățate sub banci	• de alunecare • de cădere la aceeași înălțime • de lovire • de lovire • de disconfort și scăderea randamentului școlar • de dobândire a unor afecțiuni musculo-scheletice, a pozițiilor incorecte abordate • de contactare a unor boli contagioase • de rănire, tăiere, înțepare, arsură termică sau chimică • de împiedicare

Normele de Protectie a Muncii in Laboratorul de Electronica Aplicata

1. In laborator nu se intra decat insotit de laborant.
2. Aparatura nu se utilizeaza inainte de a primi instructiuni de la laborant.
3. Aparatura electronica nu se porneste fara acordul laborantului.
4. Jocurile si/sau glumele cu orice fel de aparatura sunt complet interzise.
5. Nu se efectueaza miscari bruste cu sau fara aparatura din dotare in laborator.
6. Aparatura se utilizeaza doar in parametri normali si nu se va incerca fortarea acesteia in vederea obtinerii unor rezultate mai bune.
7. Efectuarea montajelor la mesele de lucru nu se va incepe decat cu intreruptoarele de alimentare inchise.
8. Pentru a evita deteriorarea consumatorilor alesi si a accidentele cauzate de acestea, se va urmari ca tensiunea de alimentare sa corespunda cu tensiunea nominala a consumatorilor.
9. Dupa inceperea lucrarii la montajul aflat sub tensiune se interzice atingerea cu mana a partilor neizolate.
10. Se vor lega la pamant toate partile metalice ale instalatiei utilizate.
11. Nu se va incerca niciun fel de operatiune de modificare/reparare a aparaturii. Orice defectiune se sesizeaza laborantului.
12. La aparitia oricarui defect pe durata efectuarii unui montaj, se anunta imediat laborantul.
13. Sub nicio forma nu se va atinge partea metalica a letconului, chiar daca acesta este oprit - exista posibilitatea sa fie inca fierbinte.
14. Nu se scutura letconul in jurul altor persoane.
15. Este interzisa atingerea simultana cu ambele maini a partilor metalice aflate sub tensiune.
16. Nu se va sta cu ochii in fumul degajat la lipire - pericol de orbire.
17. Intre doua lipituri cu letconul, acesta va fi plasat in suportul special destinat pentru el (nu se lasa pe masa sau pe alte materiale - pericol de topire)
18. Orice modificare a montajului se va face dupa scoaterea lui de sub tensiune.
19. Deconectarea consumatorilor aflati in sarcina se va face numai de la sursa de alimentare.
20. In cazul in care in montajul lucrarii sunt incluse condesatoare, este interzis a se atinge chiar si dupa scoaterea lor de sub tensiune, deoarece condesatoarele continua sa ramana incarcate. De aceea dupa terminarea lucrarii, condesatoarele se vor descarca scurtcircuitand terminalele prin atingerea cu un conductor metalic. Operatia se va repeta de 2-3 ori pana la descarcarea completa.
21. La sfarsitul lucrarii toata aparatura trebuie inchisa.
22. La terminarea lucrarii nu se va incepe desfacerea montajului decat dupa ce se vor opri intreruptoarele de alimentare astfel incat nicio borna a aparatului si niciun conductor care face parte din montaj sa nu se afle sub tensiune.

Au luat la cunostinta si au fost de acord cu Normele de Protectie a Muncii in cadrul

Laboratorului de Electronica Aplicata:

Nr. Crt.	Nume si Prenume	Grupa	Data	Semnatura
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				

17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

TEHNICI CAD PENTRU MODULE ELECTRONICE

LUCRAREA DE LABORATOR nr. 2-3

Noțiuni introductive privind pachetul software OrCAD

I. Scopul lucrării: Scopul lucrării de laborator nr. 2-3 este de a realiza o introducere în generarea CAD (Computer Aided Design) a schemelor electronice utilizând sistemul de proiectare ORCAD. Vor fi învățate elemente fundamentale pentru utilizare acestui sistem, taste și comenzi importante, citirea și salvarea unor structuri schematice.

II. Aspecte teoretice

1. Componente OrCAD și structura generală a blocului Capture

Mediul de proiectare OrCAD este un software din categoria Computer Aided Design (CAD) creat pentru a ajuta inginerii electroniști în toate etapele necesare dezvoltării unui echipament electronic: proiectare, simulare, realizarea schemei electrice și realizarea cablajului imprimat al echipamentului.

OrCAD conține mai multe blocuri software dedicate unei activități specifice. Cele mai importante și mai des utilizate blocuri sunt:

- PSpice – permite simularea modului în care funcționează o schemă electronică.
- Capture – este folosit pentru a realiza schema electrică a unui echipament electronic.
- Layout – este folosit pentru proiectarea cablajului unui echipament electronic.

Proiectarea structurilor schematice în cadrul mediului de proiectare Orcad se realizează prin intermediul blocului intitulat *Orcad Capture*, bloc ce reprezintă un mediu de tip SCM (Schematics) extrem de performant prin capabilitățile, bibliotecile și organizarea structurată sub formă de proiecte. Configurația acestui bloc este prezentată în figura 1.1.

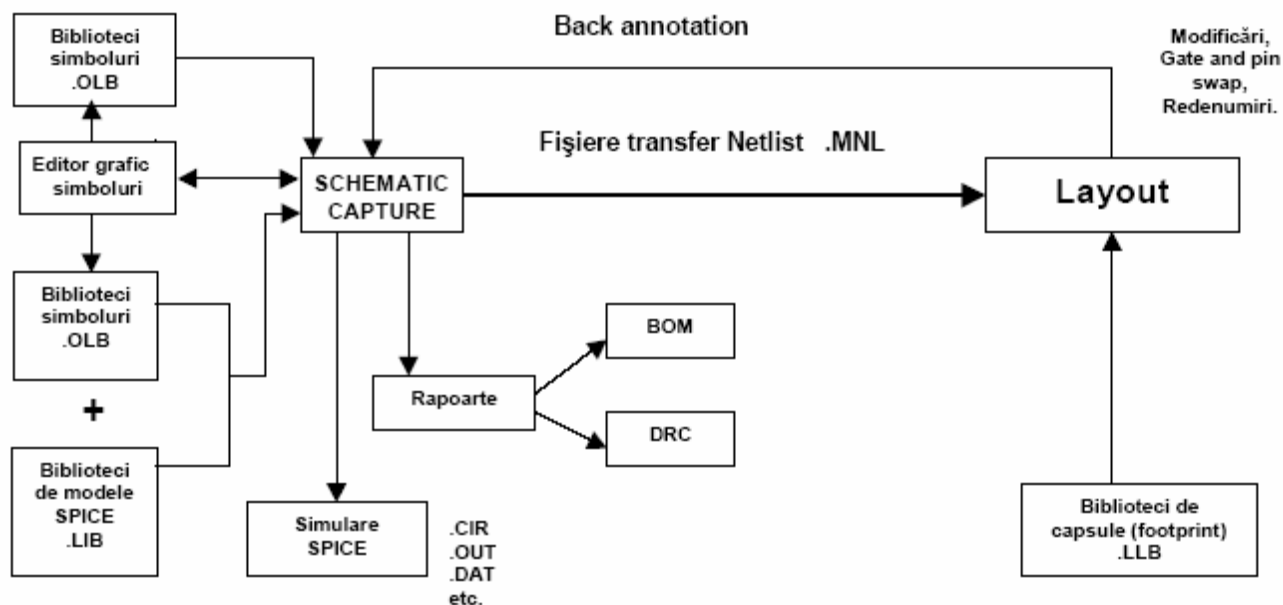


Fig. 1.1 Schema-bloc a mediului de realizare a schemelor electronice (sistemul ORCAD).

Programul *Capture* afișează la pornire o fereastră numită fereastra sesiunii de lucru *Session Frame*, fereastră din care se efectuează toate operațiile necesare procesării schemei electronice. În această fereastră se află permanent prezentă fereastra *Session Log* în care sunt furnizate informații sub formă de text despre acțiunile efectuate, fiind utilă în special în cazul apariției unor erori.

La deschiderea unui *Design*, apare o altă fereastră numită fereastra de gestiune a proiectului – *Project Manager Window*, denumirea în limba engleză care se va prefera în continuare. Fereastra *Project Manager* (figura 1.2) este utilizată pentru a avea o privire generală asupra resurselor implicate în proiectul curent, afișând resursele grupate pe categorii sau foldere (directoare). Resursele includ: directoare cu scheme (Schematic Folders), pagini schemă (Schematic Pages), biblioteci de componente (Part Libraries), componente (Parts), fișiere VHDL, rapoarte generate, de exemplu listă de conexiuni (Netlist) sau listă de materiale (Bill of Materials) precum și alte articole legate de simularea electrică (modele, stimuli) sau de limbajul VHDL (fișiere VHDL).

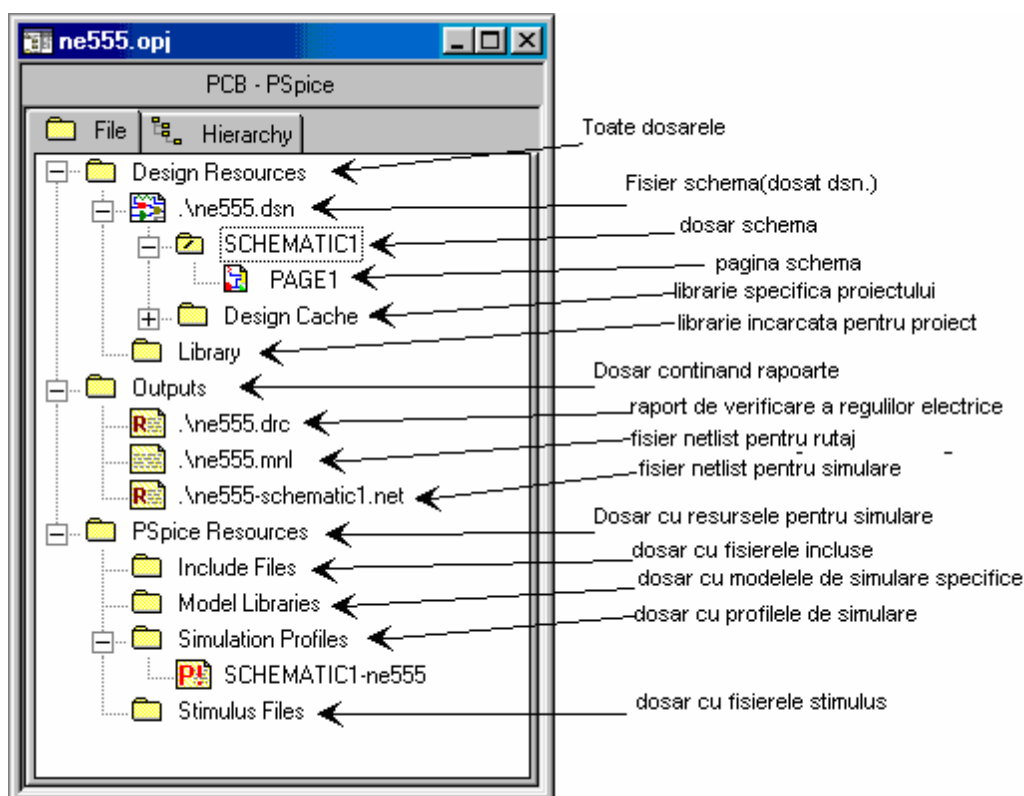


Fig. 1.2 Fereastra “project manager”

Asociat cu fereastra *Project Manager*, este fișierul de tip proiect (*.OPJ). Acest fișier ASCII păstrează conexiunea logică spre un fișier tip “design” (*.DSN) și alte resurse asociate. Fișierul Design, fișier ce primește la început același nume ca proiectul, poate conține mai multe *Foldere* (directoare) schematice care, la rândul lor, pot conține mai multe pagini (foi) schemă. Totodată, un fișier design conține așa numitul *Design Cache*, o bibliotecă locală care conține copii ale tuturor simbolurilor utilizate în paginile cu scheme din Design. Astfel este posibil să se utilizeze fișierele Design pe alte calculatoare chiar dacă bibliotecile nu sunt actualizate.

La crearea unui proiect nou, fișierul design conține o singură pagină schemă numită *PAGE1*, iar în Design Cache există un singur element, *Title Block*, care este indicatorul de desen (cartușul) asociat paginii.

2. Crearea unui proiect nou

Din meniul *File* se alege opțiunea *New -> Project*. În acest moment va apărea fereastra *New Project* prezentată în figura 1.3.

În fereastra *New Project* se introduce numele proiectului. Se alege apoi tipul de proiect nou care se dorește a fi creat. Deoarece la această etapă nu dorim simularea schemei, putem alege *PC Board Wizard* sau *Schematic*, diferențele în structura proiectului fiind nesemnificative între cele două opțiuni.

După ce se introduce directorul unde va fi creat proiectul, se confirmă cu *OK*, și se urmărește dialogul aferent ferestrelor noi deschise anulând alte opțiuni, de simulare sau de adăugare de biblioteci.

La final, apare fereastra *Project Manager*, ca în figura 1.2. După crearea proiectului se pot schimba numele fișierelor proiect sau design sau denumirile folderelor sau ale paginilor schematice.

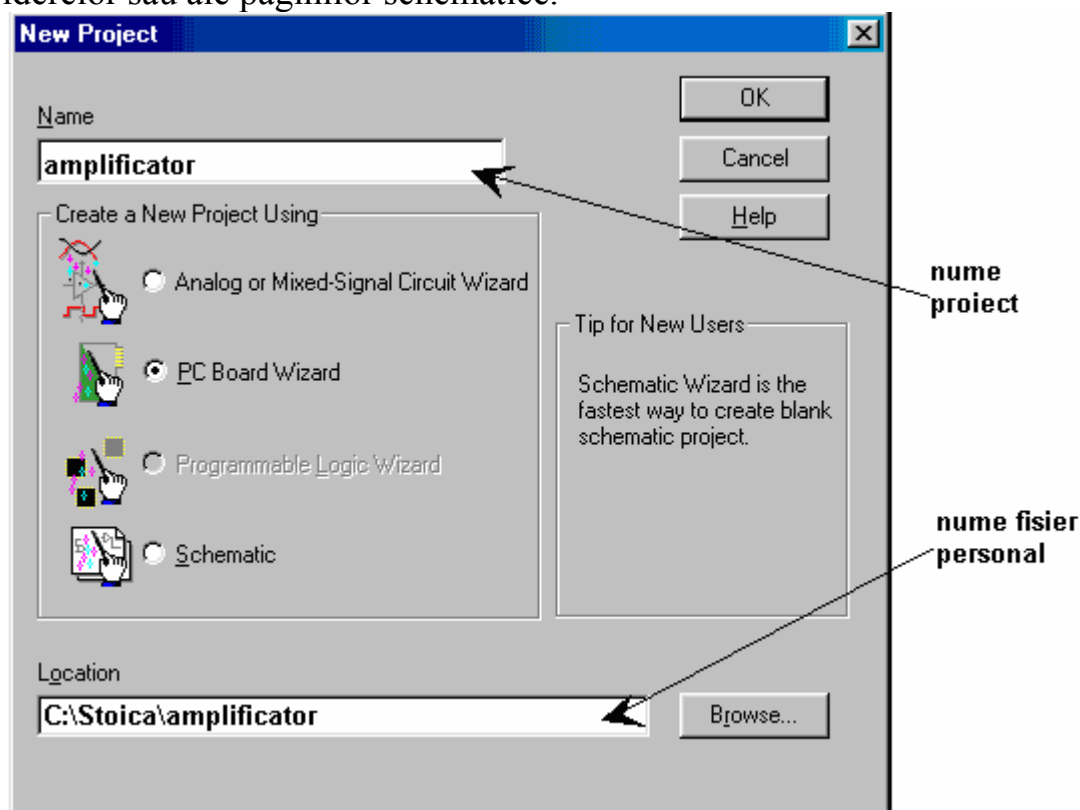


Fig. 1.3 Fereastra New Project

Începerea editării se face prin dublu click pe pagina schemă dorită sau prin selecția paginii și cu butonul dreapta mouse deschizând meniul pop-up și selectând *Edit Page*. Se deschide fereastra editorului de scheme ce conține un chenar și indicatorul corespunzător.

Pentru lucrul efectiv se utilizează:

- comenzile din cadrul meniurilor;
- butoanele din bara cu unelte a programului *Capture toolbar* și din paleta cu unelte *Tool Palette*;
- comenzile din meniul pop-up ce apar la apăsarea butonului dreapta mouse.

Comenzile din meniuri sunt active în funcție de acțiunile întreprinse și de ceea ce este selectat. În mod similar meniul pop-up are un conținut diferit în funcție de context. Cele două bare cu unelte (toolbars) sunt flotante (dockable), adică se pot deplasa și în alte poziții, fiind și reconfigurabile ca formă. La plasarea cursorului pe butoane este afișată o legendă cu denumirea acestuia (tool tips). Pozițiile inițiale ale barelor sunt cele din figura 1.4.

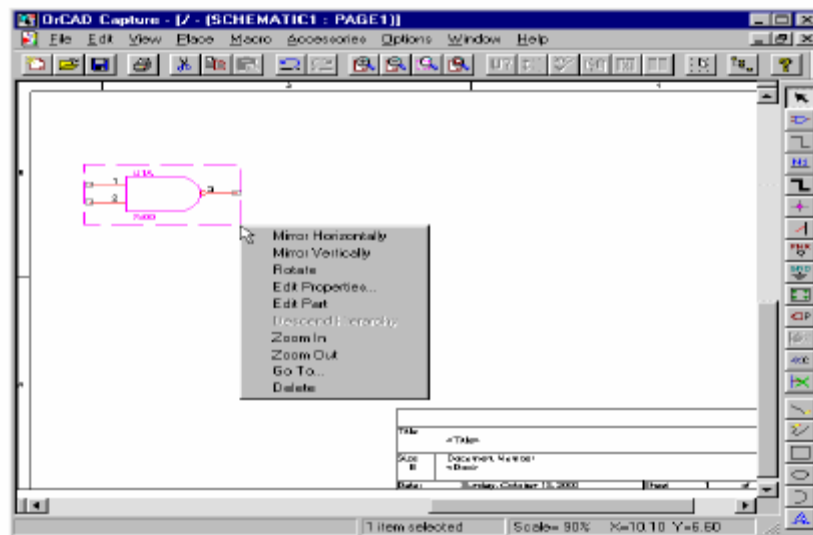


Fig. 1.4 Arie de lucru, part plasat și meniu contextual deschis pentru operații diverse cu respectivul articol

Semnificațiile instrumentelor din bara din partea dreaptă sunt prezentate în figura 1.5.

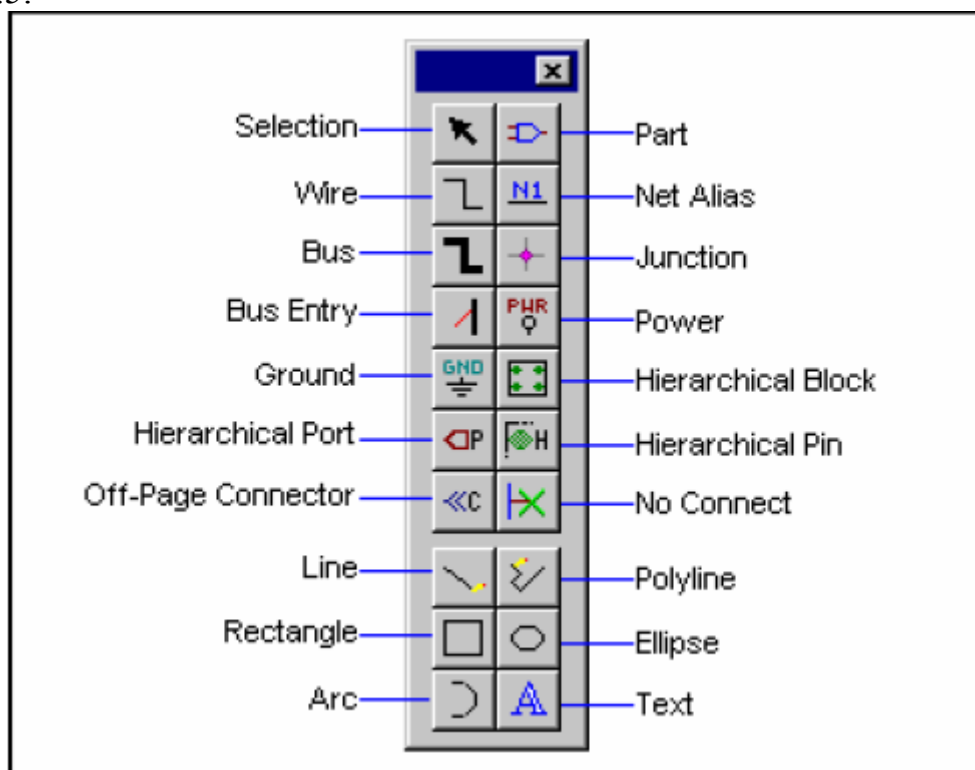


Fig. 1.5 Bara de unelte corespunzătoare articolelor electronice și neelectronice des utilizate

În partea de jos a ecranului (figura 1.4) se află bara de stare a programului – status bar. În această zonă se afișează mesaje ale programului, se oferă informații despre articolele selectate și despre factorul de zoom, iar în partea dreaptă sunt afișate coordonatele cursorului.

3. Unități de lucru

Programul Capture poate lucra cu două unități: inch și milimetri. Alegerea unităților se face:

- în pagina schemă: Options Schematic Page Properties;
- în fereastra Project Manager -> Options -> Design Template -> Page Size.

Efectul setărilor din fereastra *Project Manager* este activ numai după crearea unui design nou sau a unei pagini schemă nouă.

4. Deschiderea și salvarea fișierelor

Se pot deschide fișierele proiect sau design cu *Open Project* și *Open Design*. Se pot deschide simultan mai multe proiecte, fiecare cu fereastra Project Manager proprie. Se pot muta sau copia fișiere între proiecte după modelul din Windows Explorer.

Salvarea se face cu Save, sau Save As. Salvarea proiectului duce la salvarea tuturor resurselor. Salvarea din interiorul unei pagini schemă duce la salvarea paginii curente sau a tuturor paginilor din folderul ce conține pagina curentă și nu duce la salvarea proiectului sau a altor foldere schematice. Ieșirea din program se face închizând proiectul cu *File Close Project* sau *File Exit*.

Afișarea articolelor și modificarea culorilor se face cu comanda *Preferences* a meniului *Options*. În acest tablou se află listate articolele utilizate în program și o cutie cu culorile în care sunt afișate, precum și o casetă de control (Print) de unde se bifează sau nu dacă respectivul articol va fi tipărit la imprimantă sau plotter. Schimbarea unei culori se face printr-un click pe bara colorată asociată articolului, acțiune care deschide o fereastră de selecție a culorilor sau permite definirea unor culori noi (figura 1.6).

Anumite articole pot fi setate ca invizibile alocându-le aceeași culoare ca fondul planșei de desen (Background). Elementele grafice de desen: liniile, poliliniile și arcele au culoarea precizată în tabloul *Preferences*, tab-ul *Miscellaneous*. Dacă culoarea în acest tablou este setată pe poziția default, atunci ele vor avea culorile din tabloul *Colors/Print*.

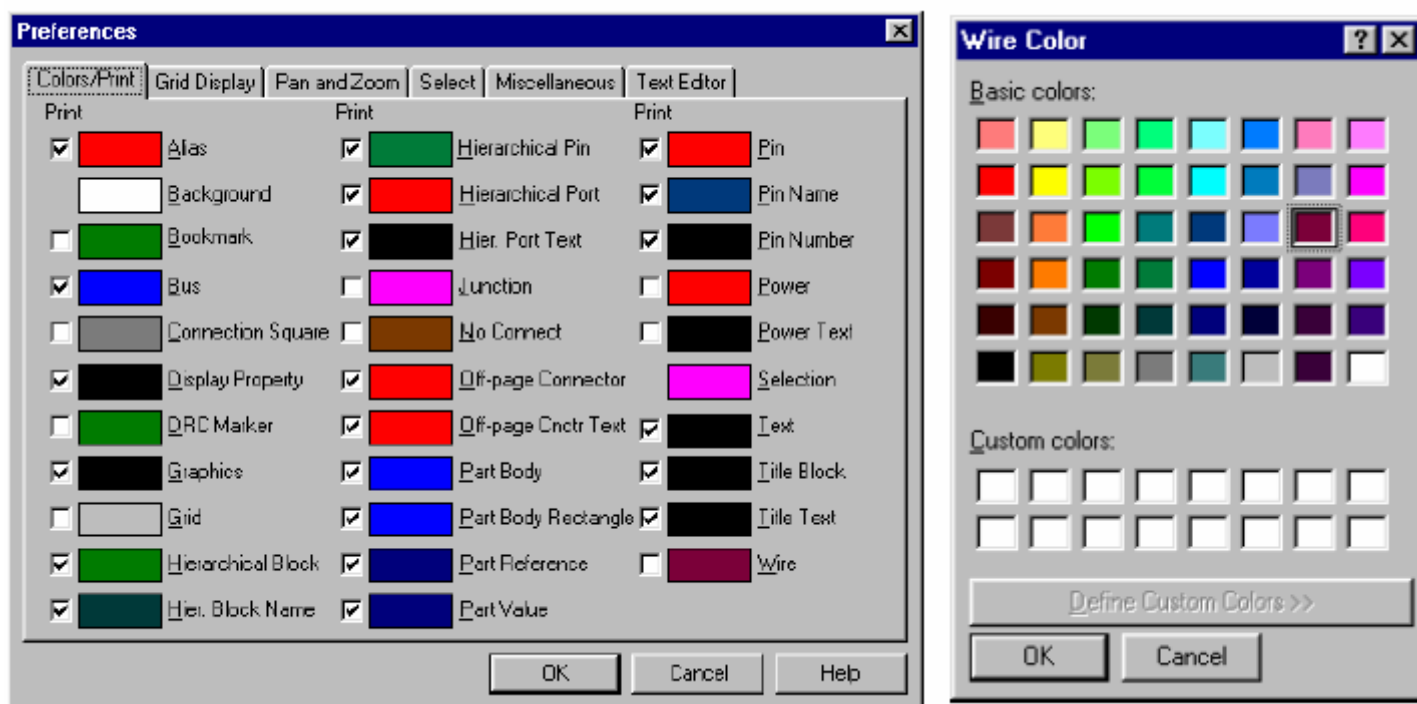


Fig. 1.6 Lucrul cu culori în mediul ORCAD

5. Grile și unități

Programul Capture permite setarea și afișarea unei grile de ghidare. Pasul grilei este determinat de valoarea parametrului *Pin-to-Pin spacing*. Afișarea grilei este controlată din meniul View Grid, din tabloul Options -> Preferences -> Colors/Print sau din tabloul Options -> Preferences -> Grid Display. Din acest tablou se poate afișa sau nu grila, se poate alege stilul grilei: puncte sau linii (rețea), sau se poate controla deplasarea cursorului. Mișcarea cursorului se face în punctele grilei, atunci când este selectată căsuța *Pointer snap to grid*. În caz contrar deplasarea cursorului se face cu un pas egal cu 1/10 din valoarea grilei. Se poate comuta mai ușor între cele două stări utilizând butonul *snap-to-grid*  din bara cu unelte.



Parametrul Pin-to-pin spacing controlează dimensiunea cu care apar simbolurile în planșa de desen, distanța minimă dintre terminale fiind egală cu valoarea Pin-to-pin spacing. Valoarea parametrului Pin-to-pin spacing odată fixată pentru o pagină schemă nu mai poate fi modificată. O încercare de a utiliza elementele plasate în pagină este copierea lor în altă pagină ce conține setarea dorită.

Valori uzuale pentru *Pin-to-pin spacing* sunt 0,1 inch (100mil) sau 0,05 inch (50 mil). Facem observația că din punct de vedere al scopului propus, adică realizarea circuitului imprimat, acest parametru nu are nici o relevanță, el fiind important pentru aranjarea în pagină a schemei electronice tipărite.

6. Macrocomenzi în ORCAD

Pentru a ușura anumite comenzi repetitive de editare, programul Capture permite înregistrarea unei secvențe de comenzi sub numele de macro-comandă sau pe scurt macro. Macrocomenzile din Orcad sunt relative la ultima acțiune desfășurată și nu la punctul de coordonate unde au fost înregistrate. Execuția lor se rezumă la fereastra de editare curentă și comenzile care duc la alte ferestre, de exemplu deplasarea în ierarhie sau editarea de simboluri, nu sunt posibile.



Comanda Undo poate să nu mai fie activă după execuția unui macro. Așadar trebuie acordată atenție deosebită la înregistrarea unui macro pentru ca să nu transformăm utilizarea lor din ceva ajutător în ceva supărător.

Macrocomenzile sunt stocate pe disc sub forma unor fișiere ASCII ce respectă sintaxa din programul Visual Basic, fiind posibil a fi editate cu un editor de texte.

Pentru înregistrarea unui macro:

1. Se face click în aria de lucru pentru precizarea coordonatelor (locului) la care va începe înregistrarea.
2. Din meniul *Macro* se alege *Record*. Pe ecran apare paleta cu trei butoane.
3. Se desfășoară operațiile de editare care se doresc a fi înregistrate. Se poate utiliza butonul *Pause* pentru a opri temporar înregistrarea, reluarea înregistrării fiind posibilă apăsând din nou pe *Pause*. Butonul drept din paletă permite înregistrarea unei comenzi în modul “cu dialog” adică valorile introduse în anumite câmpuri nu sunt salvate odată cu macro-ul ci la execuția macro-ului se vor introduce valorile dorite. Ieșirea din acest mod de înregistrare se face apăsând din nou butonul respectiv.
4. Se oprește înregistrarea cu butonul *Stop Recording*.

Dacă macro-ul nu este configurat, este considerat ca temporar și nu este salvat pe disc. Se poate utiliza numai cel mai recent macro temporar înregistrat prin comanda *Play* din meniul *Macro*.

Exemplu:

1. Din meniul *Macro* se alege *Configure*. Se selectează macro-ul înregistrat. De obicei ultimul macro înregistrat are numele *TmpMacro*. Se apasă *Save*. Fereastra de dialog *Macro Name* apare pe ecran. În căsuța *Macro Name* se introduce numele pe care vrem să îl dăm macro-ului. Trebuie avut în vedere să nu utilizăm nume rezervate ale programului (vezi Help).

2. Pentru asignarea unor taste de comandă a execuției se apasă tastele respective după ce se face click în căsuța *Keyboard Assignment*. Dacă se dorește asignarea unei comenzi la grupul de taste CTRL 2 se vor tasta literele C,

T, R, L apoi semnul + și cifra 2. În mod similar se procedează dacă se dorește utilizarea tastelor ALT sau SHIFT sau combinații ale acestora.

3. Dacă se dorește ca macro-ul să apară în meniul Macro al programului se introduce textul respectiv în căsuța *Menu Assignment*. Pentru a recunoaște mai ușor macro-ul se recomandă introducerea unui text informativ în căsuța *Description*. Se tastează OK. Apare fereastra *Save As*. Se alege fișierul cu extensia .BAS și calea de destinație și apoi *Save*. Ieșirea din fereastra *Configure Macro* se face cu *Close*.

III. Desfășurarea laboratorului

1. Se crează un proiect nou în OrCAD Capture.
2. Se schimbă denumirea directorului schematic implicit din „SCHEMATIC1” în „Emițător” și se adaugă două noi directoare schematice: „Receptor” și „Alimentare”. Directoarele „Emițător” și „Receptor” vor avea câte două pagini schematice iar directorul „Alimentare” va avea o singură pagină.
3. Să se modifice culorile astfel încât corpul componenței să fie roșu, numerele de pin – verzi și terminalul – maro.
4. Să se înregistreze și să se salveze un macro pentru plasarea unui condensator. Macro-ului i se asociază taste de comandă și va apărea în meniul Macro. Se rulează apoi macro-ul pentru a observa efectul.
5. La fel ca punctul anterior dar macro-ul va avea ca efect plasarea unui tranzistor și se va utiliza modul „cu dialog”.

TEHNICI CAD PENTRU MODULE ELECTRONICE

LUCRAREA DE LABORATOR nr. 4-5

Transferul din blocul OrCAD Capture în blocul OrCAD Layout

I. Scopul lucrării: Scopul lucrării de laborator nr. 4-5 este de a prezenta modul în care se face transferul unei scheme electronice în blocul de proiectare a circuitului imprimat OrCAD Layout.

II. Aspecte teoretice

1. Atribuirea automată de nume componentelor

De multe ori când se realizează scheme electrice, mai ales dacă acestea sunt complicate, utilizatorul nu acordă atenție numelui atribuit componentelor și se poate ajunge în situația greșită ca mai multe componente să fie identificate prin același nume. Rezolvarea acestor situații se face cu ajutorul comenzii „Annotate” din blocul Capture. Efectul comenzii este redenumirea automată a componentelor după niște reguli bine stabilite astfel încât să nu existe două componente cu același nume.

Comanda „Annotate” este accesibilă din meniul „Tools” numai când fereastra de management a proiectului este activă iar în cadrul ei este selectat fișierul principal .dsn, un dosar schemă sau o pagină schemă. Alegerea acestei comenzi determină apariția ferestrei din figura 5.1.

În cadrul acestei ferestre se pot seta mai multe opțiuni. Astfel, se poate alege ce elemente se modifică: întregul proiect sau doar selecția curentă. De asemenea, se poate selecta modul în care să se facă actualizarea denumirii componentelor. Se recomandă o primă utilizare cu opțiunea <<Reset part references to „?”>> care are ca efect resetarea tuturor denumirilor. După această etapă se reia comanda „Annotate” dar de data aceasta cu selectarea opțiunii „Incremental reference update”.

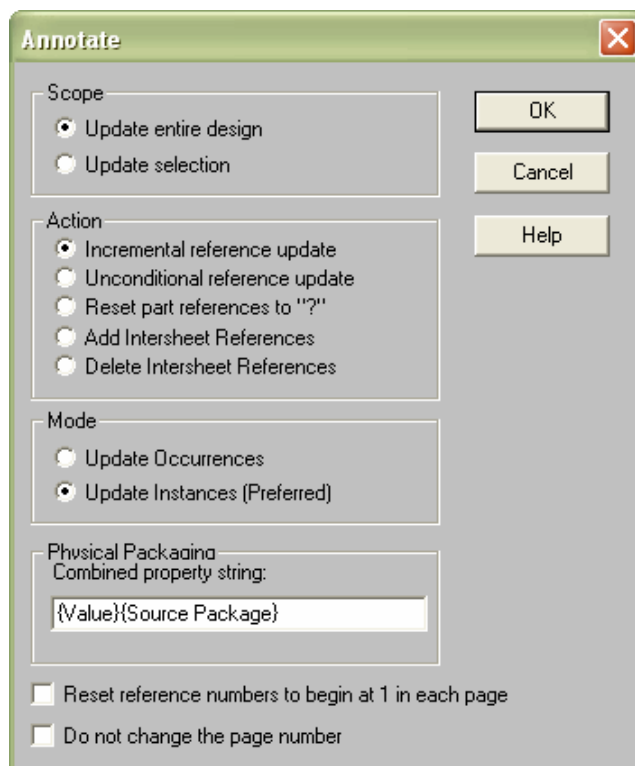


Fig. 5.1 Fereastra „Annotate”

2. Verificarea regulilor electrice

După generarea completă a schemei (și salvarea acesteia) utilizatorul trebuie să parcurgă cu succes procedura de verificare electrică a structurii proiectate. Aceasta este o etapă importantă în fluxul de postprocesare deoarece informează proiectantul asupra unor elemente de neclaritate (*warnings*) sau erori grave (*errors*) care au fost identificate în cadrul proiectului realizat.

Atenționările și erorile sunt plasate într-o matrice (numită *ERC* – *Electrical Rules Check*) care conține pe linii și pe coloane diverse tipuri electrice de terminale aparținând componentelor și dispozitivelor electronice reale (figura 5.2). La intersecția lor sistemul de proiectare poate lăsa câmp liber (nu sunt probleme), poate plasa un “W” (etichetă care atenționează că în locul unde se plasează marker-ul ar putea fi o problemă) sau un “E” (etichetă care avertizează că în locul unde se plasează marker-ul este problemă de interconectare gravă).

Utilizatorul poate interveni în matricea ERC dar se sugerează ca acest lucru să nu se facă de către începători deoarece pot apărea atenționări false sau, mai grav, pot fi omise avertizări în cazul unor erori electrice fără dubiu.

Procedura de verificare, numită *Design Rules Check*, este o procedură configurabilă printr-o comandă de tip tablou. Ea se găsește în meniul “Tools” și este disponibilă doar în cazul în care este selectat design-ul în fereastra de management a proiectului (figura 5.3).

În cadrul acestui tablou utilizatorul trebuie să specifice dacă se verifică întregul proiect sau nu, dacă are loc o verificare propriu-zisă sau doar o operație de ștergere a marker-ilor DRC sau dacă se dorește procesarea unor anumite tipuri de articole sau rapoarte. Utilizatorul poate selecta caseta privind

vizualizarea raportului obținut și își poate alege calea unde acesta să fie salvat (extensia fișierului este *.drc*).

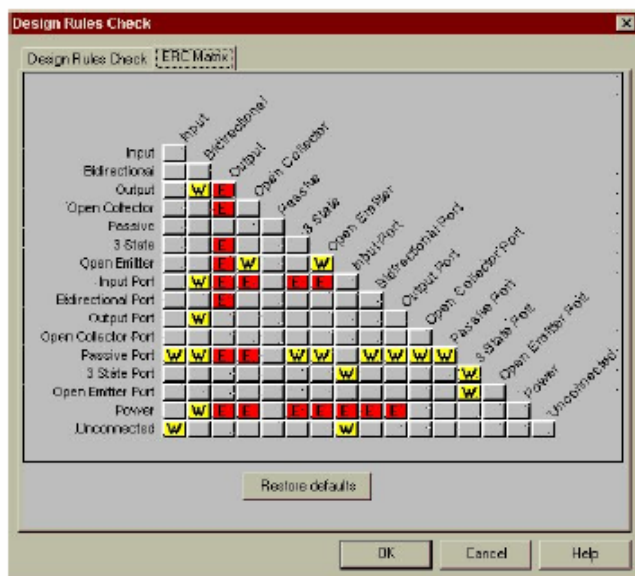


Fig. 5.2 Tabloul matricei erorilor electrice (ERC matrix)

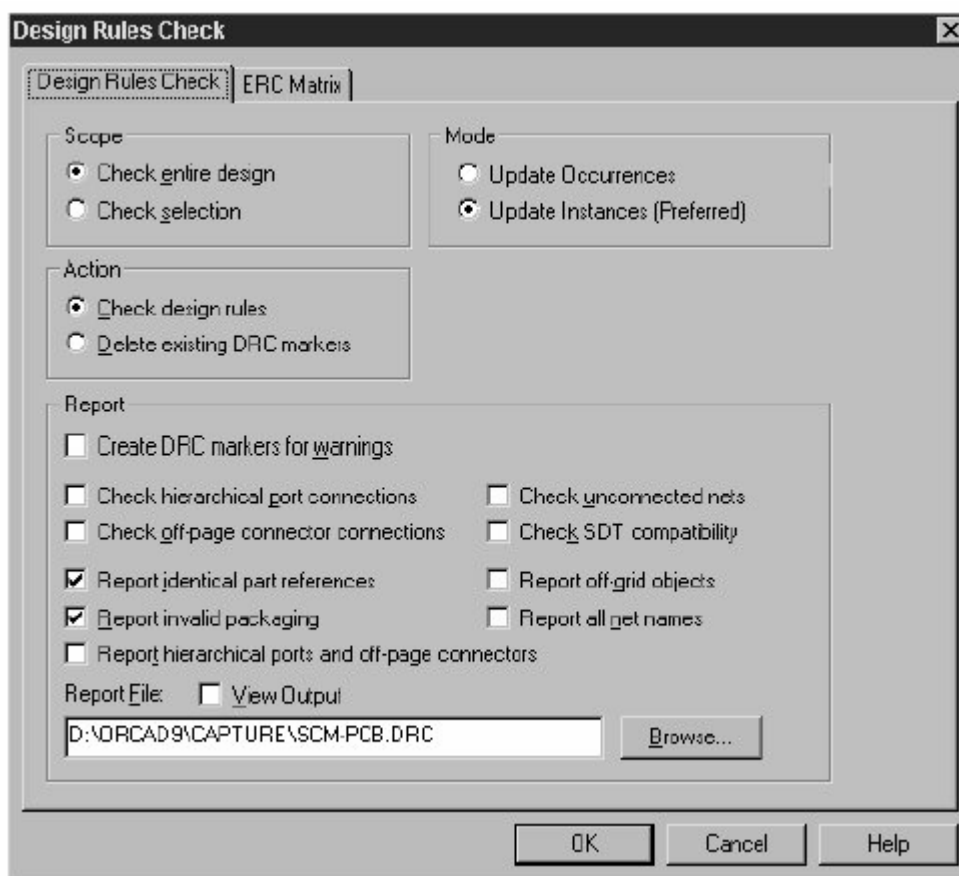


Fig. 5.3 Tabloul procedurii DRC

3. Generarea listei de aprovizionare

OrCAD Capture permite generarea automată a listei de aprovizionare pentru o schemă. Aceasta se face prin intermediul comenzii „Bill of Materials” care se găsește în meniul „Tools” și este activă doar în cazul în care este selectat design-ul în fereastra de management a proiectului. Selectarea comenzii determină apariția ferestrei din figura 5.4. În această fereastră se bifează „View Output” și se lasă restul de opțiuni la valorile implicite.

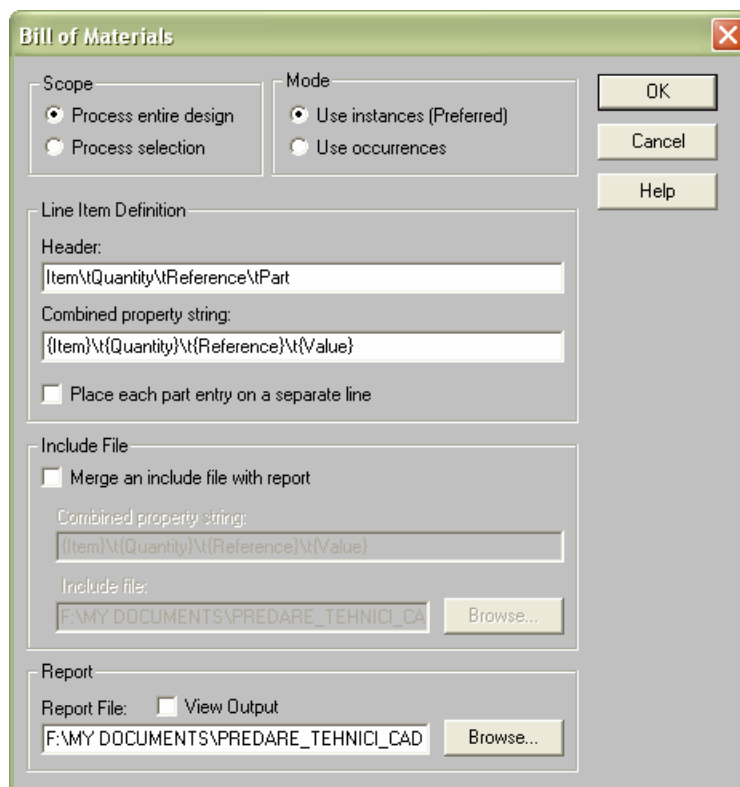


Fig. 5.4 Fereastra „Bill of Materials”

4. Generarea listelor de transfer și importul în blocul Layout

Comanda „Create Netlist” din meniul „Tools” permite generarea unor fișiere specializate destinate interfațării blocului Capture cu alte blocuri de proiectare. Obiectele incluse în „netlist” sunt doar obiectele „cu terminale” și conexiunile electrice.

Una dintre cele mai importante postprocesări ale schemei electrice este transferul în blocul Layout în vederea realizării cablajului. Etapele acestui transfer sunt următoarele:

a. din meniul „Tools” se alege comanda „Create Netlist” care este activă doar în cazul în care este selectat design-ul în fereastra de management a proiectului.

„Create Netlist” (figura 5.5) este o comandă de tip tablou multi-tab. Tab-ul utilizat pentru generarea listelor de transfer spre blocul Layout este intitulat „Layout” și crează un fișier cu extensia .mnl care este salvat pe hard-disk pe calea specificată de zona „Netlist File”. Opțiunile de postprocesare conțin

posibilitatea rulării procedurii ECO și specificarea unității de măsură a diverselor proprietăți de utilizator.

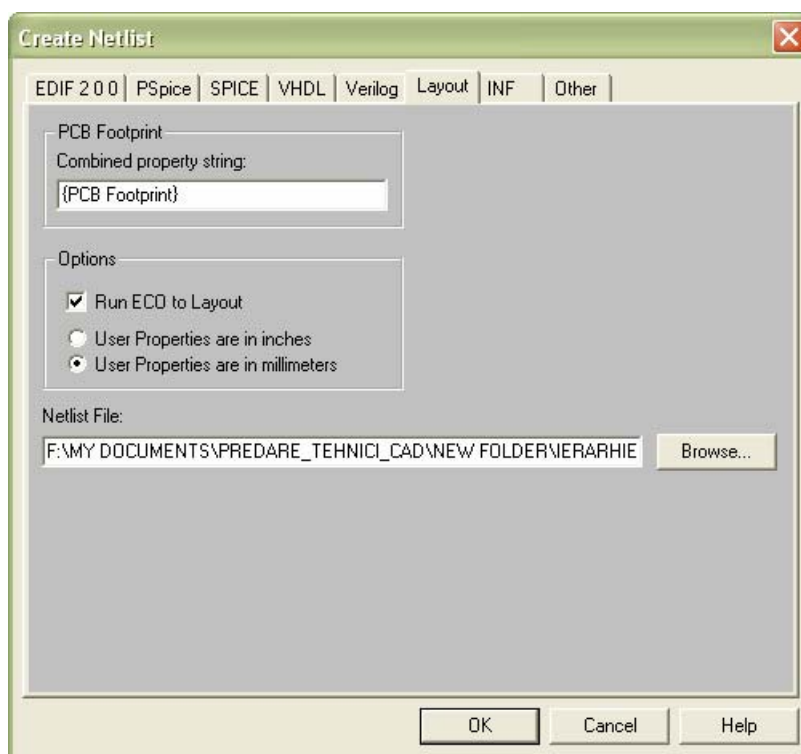


Fig. 5.5 Tabloul comenzii “Create netlist” (tab-ul Layout)

- b. se deschide blocul “Layout” și se alege comanda “New”.
- c. se încarcă un fișier „*template*” (.tpl, .tch), fișier ce reprezintă un șablon pentru configurarea proiectării în blocul PCB. Fișierele de tip „*template*” sunt uzual fișiere goale de proiectare care au predefinite layer-ele de lucru, stivele de pastile, regulile privind spațierile, strategiile de plasare a componentelor și rutare a traseelor de interconectare sau chiar grilele de proiectare. Sunt ignorate informațiile cu privire la culori, componente, capsule, arbori de conexini, obstacole, texte și altele. Fișierele de acest tip sunt în strânsă corelație cu tehnologia de fabricație a plăcilor de circuit imprimat și ghidează utilizatorul în faza de proiectare PCB. În cadrul laboratorului se va utiliza numai template-ul “metric.tch”.
- d. încărcarea fișierului de transfer (*.mnl) prin căutarea și selectarea sa într-o fereastră de tip Windows și apăsarea butonului *Open*.
- e. salvarea fișierului PCB (fișier care va avea extensia .max) și vizualizarea rezultatului. În aria de lucru utilizatorul poate observa componentele (de fapt capsulele acestora), conexiunile transferate și numele/tipul componentelor electronice (figura 5.6).

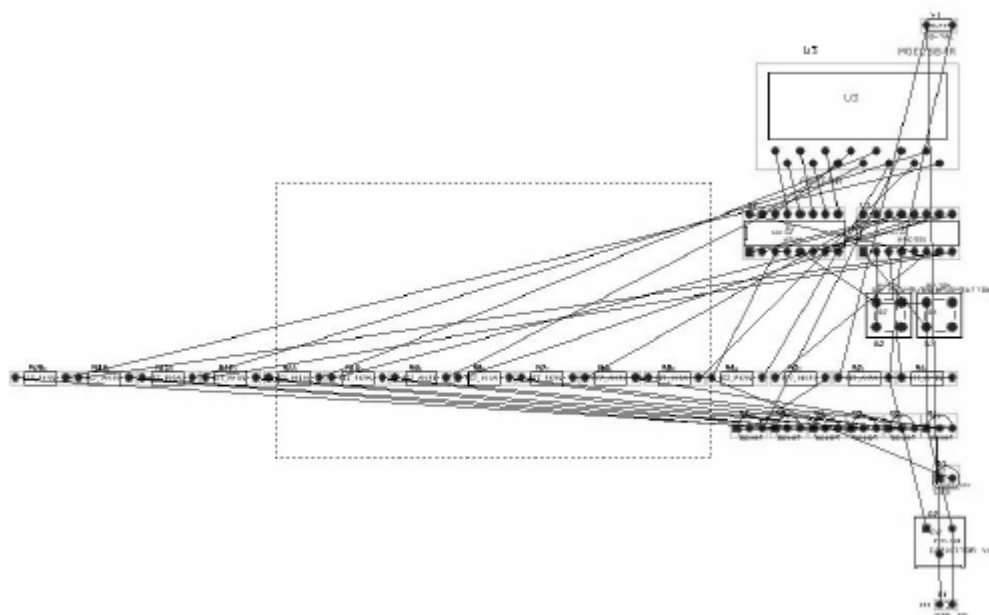


Fig. 5.6 Componente și conexiuni transferate în aria de lucru PCB

În cazul în care transferul se blochează din cauza faptului că există neconcordanțe sau lipsuri pe parcursul fazei de alocare a capsulelor potrivite unor part-uri, sistemul de proiectare afișează în fereastra de import (figura 5.7) un tablou de selecție a modalităților pe care utilizatorul le are la dispoziție pentru a depăși această situație. În general se alege “Link existing footprint to component” și se caută în bibliotecile de capsule o capsulă care să satisfacă cerințele de proiectare (în special în ceea ce privește numărul de pini).

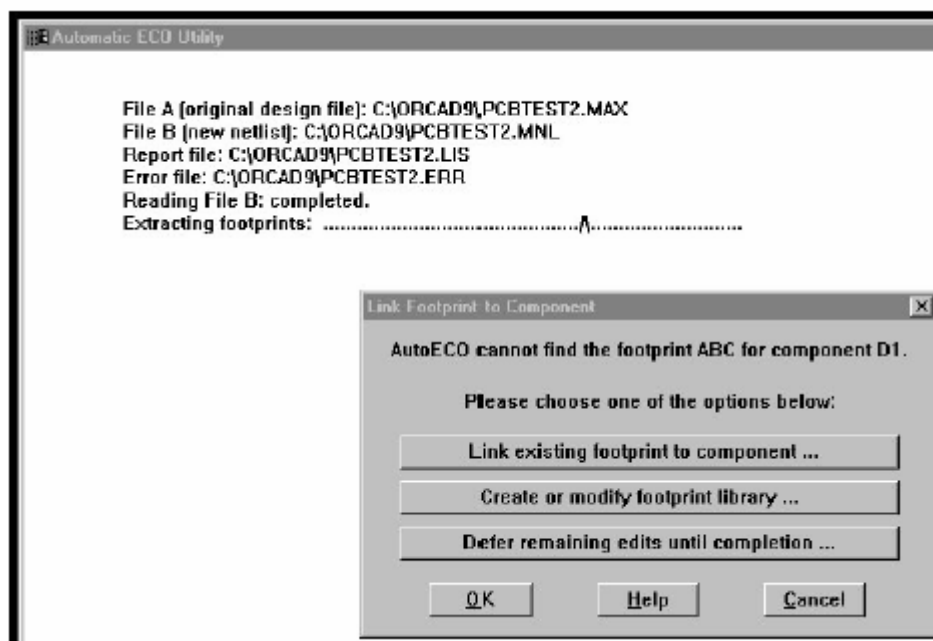


Fig. 5.7 Vizualizarea derulării procedurii de import în PCB

III. Desfășurarea laboratorului

1. Se crează un proiect nou în OrCAD Capture.
2. Se desenează schema din figura 5.8 și se parcurg următoarele etape:
 - se verifică regulile electrice
 - se generează lista de aprovizionare
 - se face transferul schemei electrice în blocul Layout.

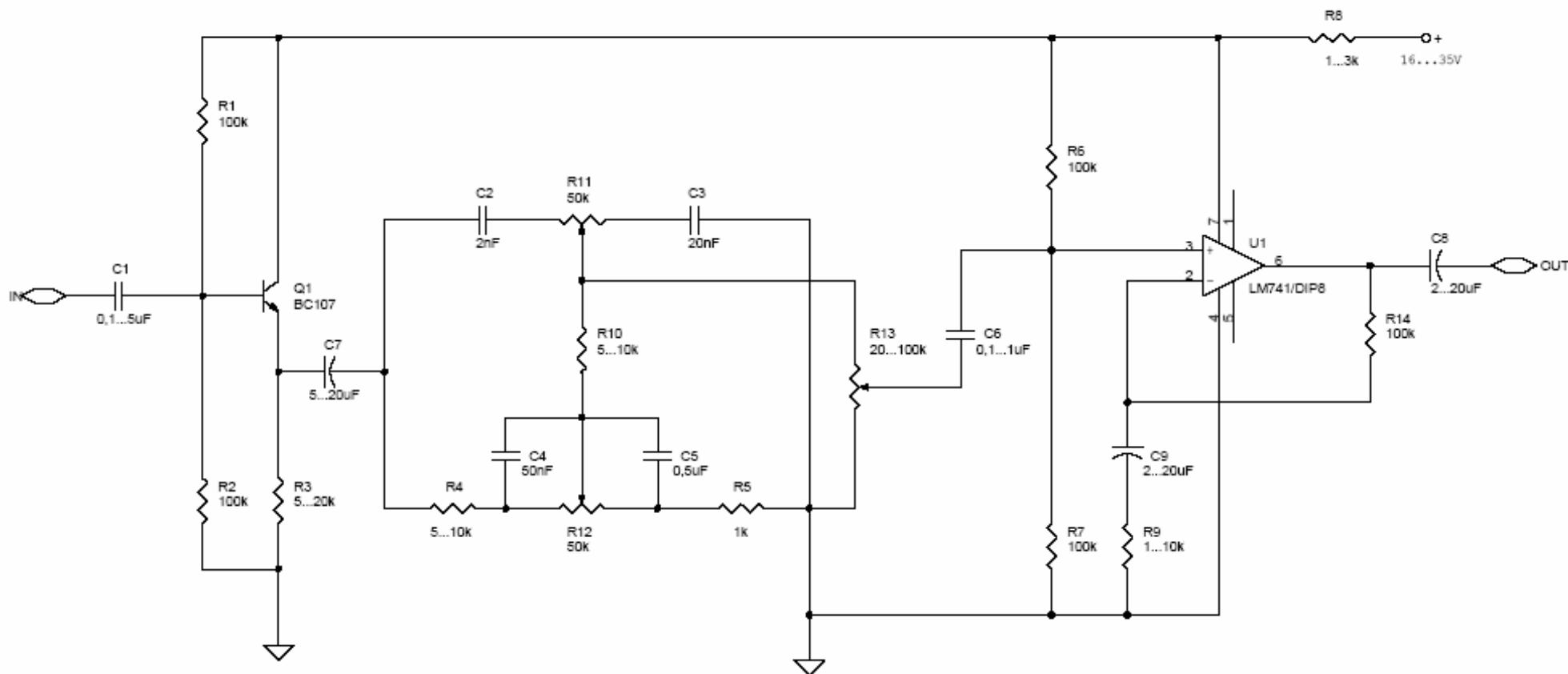


Fig. 5.8

TEHNICI CAD PENTRU MODULE ELECTRONICE

LUCRAREA DE LABORATOR nr. 6-7

Construirea plăcii de circuit imprimat în blocul OrCAD Layout

I. Scopul lucrării: Scopul lucrării de laborator nr. 6-7 este de a prezenta etapele necesare pentru definirea elementelor unei plăci de circuit imprimat în OrCAD Layout.

II. Aspecte teoretice

1. Transferul din blocul Capture în blocul Layout

Reamintim etapele necesare pentru transferul unei scheme electrice din blocul Capture în blocul Layout:

- în Capture se activează fereastra de management a proiectului și se selectează fișierul principal care are extensia .dsn;
- din meniul „Tools” se alege comanda „Create Netlist”. Din fereastra care apare se selectează tab-ul „Layout” unde se aleg opțiunile „Run ECO to Layout” și „User properties are in milimeters”. Se va memora locația unde se salvează fișierul-rezultat de tip .mnl;
- dacă nu există greșeli în schema electrică, execuția pasului anterior are ca efect generarea unui fișier .mnl care va fi afișat în fereastra de management a proiectului;
- se deschide blocul Layout și se execută comanda „New”;
- se încarcă un fișier „*template*” (.tpl, .tch), fișier ce reprezintă un șablon pentru configurarea proiectării în blocul PCB. Uzual se va lucra cu șablonul „metric.tch”;
- încărcarea fișierului de transfer (*.mnl) generat în blocul Capture;
- se salvează fișierului PCB care va avea extensia .max. Rezultatul final trebuie să fie o fereastră de tipul celei din figura 6.1. În cazul în care transferul se blochează din cauza faptului că există neconcordanțe sau lipsuri pe parcursul fazei de alocare a capsulelor potrivite unor part-uri, se alege din fereastra de import opțiunea “Link existing footprint to component” și se caută în bibliotecile de capsule o capsulă care să satisfacă cerințele de proiectare (în special în ceea ce privește numărul de pini).

În acest moment în blocul Layout au fost transferate componentele schemei electrice (reprezentate prin capsule) și conexiunile electrice dintre acestea așa cum au fost definite în blocul Capture. Etapele următoare de proiectare constau în definirea elementelor plăcii de circuit imprimat și rutarea conexiunilor electrice.

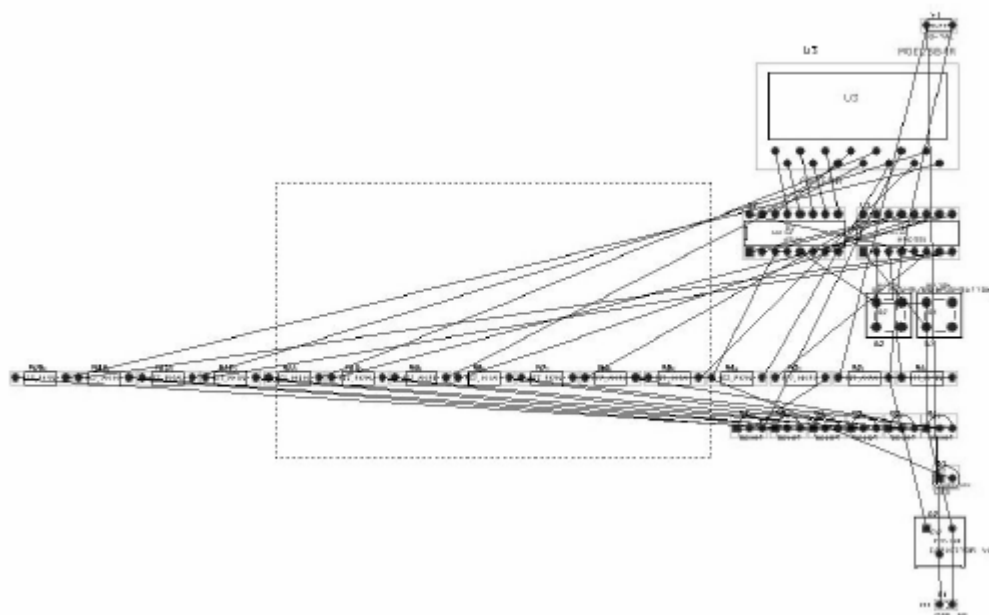


Fig. 6.1 Componente și conexiuni transferate în aria de lucru PCB

2. Noțiuni de bază în blocul Layout

În continuare vor fi definite cele mai importante noțiuni cu care operează blocul de proiectare OrCAD Layout.

Denumirea *net* desemnează o conexiune electrică realizată între doi sau mai mulți pini. Fiecare net are asociată o lățime a traseelor corespunzătoare.

Denumirea *track* se referă la o trasă (traseu sau rută) realizată pe plăcuța de circuit imprimat.

Termenul *layer* desemnează un strat pe care se realizează rutarea traseelor (layer electric) sau care conține diverse informații privind plăcuța de circuit imprimat (layer neelectric). OrCAD Layout permite realizarea de plăcuțe cablate monostrat sau multistrat. Un exemplu de layer neelectric este cel care conține gabaritul de plasare al componentelor.

Denumirea *via* se referă la găurile de trece de pe un layer electric pe altul.

Pinii componentelor se regăsesc sub denumirea *pin* și sunt grupați sub formă de *padstacks* – stive de paduri. Fiecare pin are asociat un padstack care definește forma și dimensiunea pinului pentru fiecare layer. Setările asociate layer-elor electrice se referă de fapt la dimensiunea pastilei de cupru corespunzătoare unui pin iar setările asociate layer-elor *DRILLDRAWING* și *DRILL* definesc dimensiunea găurii corespunzătoare pinului respectiv. Pinii componentelor SMD au dimensiuni nedefinite (undefined) pentru layer-ele *DRILLDRAWING* și *DRILL*.

Un *obstacol* (obstacle) reprezintă orice contur care poate fi desenat în aria de proiectare. Pentru a crea un obstacol se alege *Obstacle Tool*  din bara de instrumente situată în partea superioară a ferestrei de lucru.

Există mai multe tipuri de obstacole, fiecare având o anumită funcție. Cele mai uzuale sunt:

- board outline – definește conturul plăcii de circuit imprimat. Nu poate exista decât un singur obstacol de acest tip în cadrul unui circuit imprimat.

- place outline – definește gabaritul de plasare al unei componente.
- detail – definește un contur cu utilizare generică.
- copper area – definește o zonă din plăcuța de circuit imprimat care este acoperită cu cupru.
- route keepout – definește un contur în care este interzisă plasarea de trasee (rute).

Termenul *footprint* (capsulă sau amprentă) reprezintă o colecție de obstacole (obligatoriu unul de tip „place outline”), texte și padstacks care definește fiecare componentă utilizată pe plăcuța de circuit imprimat.

3. Desenarea conturului plăcii de circuit imprimat

Etapele care trebuie parcurse pentru desenarea conturului plăcii de circuit imprimat sunt:

- se alege *Obstacle Tool*  din bara de instrumente situată în partea superioară a ferestrei de lucru;
- se execută click dreapta în aria de lucru și din meniul contextual se alege opțiunea *New*. Se execută din nou click dreapta și se alege opțiunea *Properties*. În acest moment va apărea o fereastră de tipul celei din figura 6.2;
- în câmpul “Obstacle Name” se introduce un nume sugestiv, de exemplu “contur_PCB”, la “Obstacle Type” trebuie să se aleagă “Board Outline”, la “Width” se alege valoare lățimii iar la “Obstacle Layer” stratul *Global Layer* deoarece conturul de placă se află amplasat pe layerul generic *Global* și nu doar pe unul sau altul dintre straturile electrice sau neelectrice. Se acceptă cu OK, după care se poate genera conturul la forma și dimensiunile dorite.

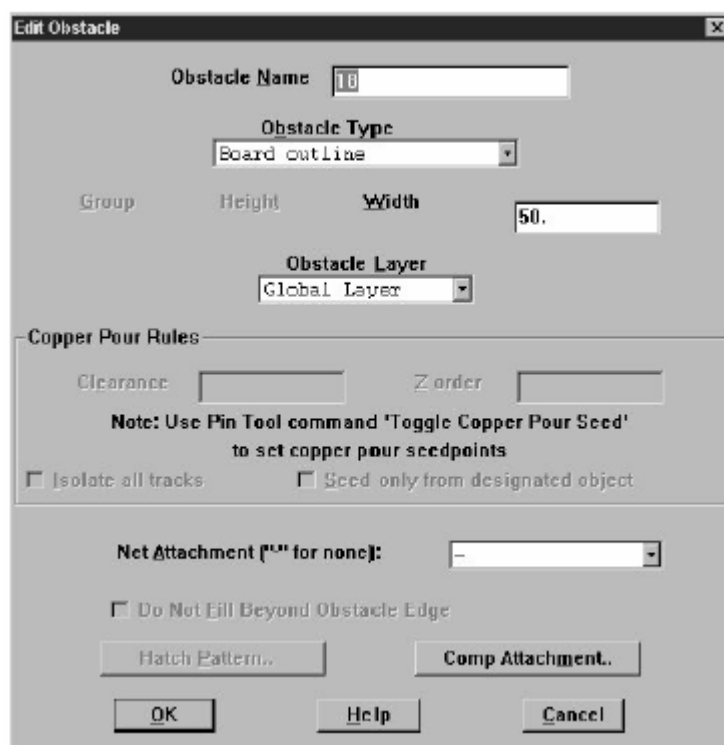


Fig. 6.2 Fereastra Edit Obstacle

Editarea ulterioară a conturului desenat se poate face accesând tabela *Obstacles* prin intermediul comenzii *View Spreadsheets*  din bara de instrumente.

4. Plasarea componentelor

Pentru a plasa componentele trebuie mai întâi selectată comanda *Component Tool*  din bara de instrumente. Se recomandă de asemenea activarea *Reconnect Mode*  și *DRC* .

Comanda *Reconnect Mode* determină recalcularea în timp real a conexiunilor dintre componente pe măsură ce acestea sunt deplasate.

Comanda *DRC* determină apariția unui contur întrerup în interiorul căruia se verifică automat regulile de izolare. În acest caz componentele nu pot fi deplasate decât în interiorul acestui contur care poate fi mutat prin deplasarea zonei de lucru.

După selectarea comenzilor menționate mai sus, componentele se pot deplasa cu ajutorul mouse-ului prin operațiuni de tip “Pick & Place”. Rotirea unei componente se face prin apăsarea tastei *R*. De asemenea, componentele pot fi oglindite de pe o față pe alta prin executarea unui click dreapta pe componentă și selectarea opțiunii “Opposite”.

După terminarea plasării, este posibil să se imobilizeze componenta folosind opțiunile *Lock* sau *Fix* din meniul contextual click dreapta. Comanda de blocare *Lock* este utilizată ca o fixare temporară care poate fi ușor anulată atunci când programul solicită acest lucru. O componentă fixată cu comanda *Fix* nu mai poate fi selectată direct în aria de lucru cu mouse-ul. Pentru a defixa componenta este necesară intervenția în fereastra “Edit Component” prin intermediul tablei “Components”.

După ce au fost plasate toate componentele, se poate verifica fezabilitatea rutajului prin afișarea grafului de densitate. Astfel, din meniul „View” se alege „Density Graph” și apoi „Fine”. Se va afișa un grafic de tipul celui din figura 6.3. Dacă domină culoarea închisă (negru, albastru), rutajul este realizabil și plasarea componentelor este corectă. În schimb, dacă domină culoarea roșie rutajul va fi dificil și deci vor trebui plasate din nou componentele. Revenirea la fereastra de lucru normală se face prin selectarea opțiunii „Design” din meniul „View”.

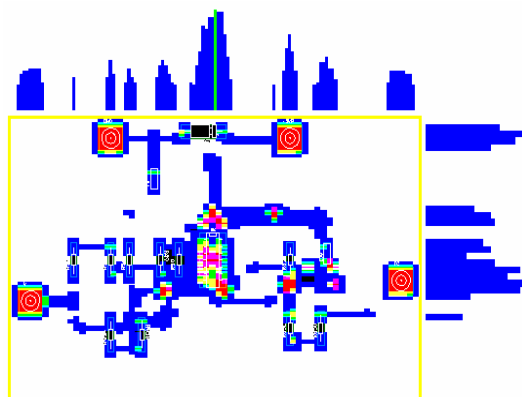


Fig. 6.3 Exemplu de grafic de densitate

O metodă mai avansată de plasare a componentelor este cea interactivă.

Astfel, din meniul contextual, făcând click dreapta în aria de lucru, fără selectarea vreunei componente, se alege “Queue For placement” adică generarea unei cozi de așteptare pentru plasare. Pe ecran apare fereastra “Component Selection Criteria” (figura 6.4) din care se precizează criteriile de selecție a componentelor pentru a forma coada de plasare. Criteriile după care se poate face selecția componentelor sunt:

- numele componentei utilizând câmpul *Ref Des*. Dacă acest câmp este lăsat necompletat atunci nu este restricționată selecția componentelor. Se poate selecta o singură componentă tastând numele său sau se pot selecta mai multe componente utilizând caracterele “wildcard” asterisc “*” și semnul întrebării “?”.

- capsula, editând câmpul *Footprint Name*.
- grupul căruia îi aparțin componentele, utilizând câmpul *Group Number*.
- numărul de pini utilizând câmpurile *Minimum Pins* sau *Maximum Pins*.

În fereastră mai există trei căsuțe de selecție: *Exclude placed*, *Exclude locked* și *Exclude fixed* care, dacă sunt selectate, exclud de la selecție componentele plasate, blocate și respective fixate.

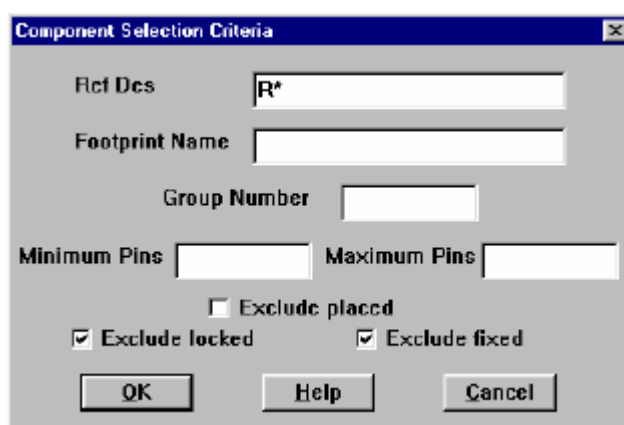
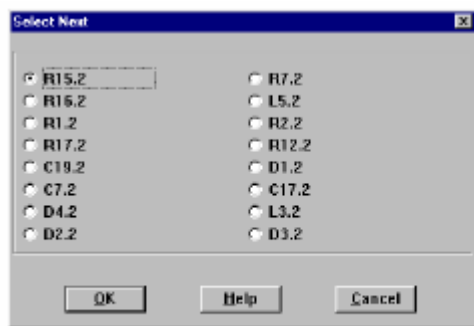


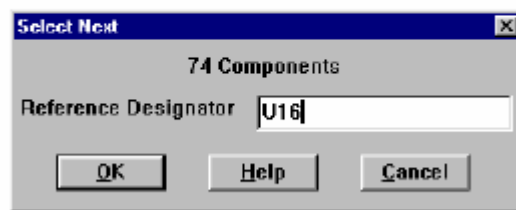
Fig. 6.4 Fereastra de selecție „Component Selection Criteria”

Se confirmă cu OK și se închide astfel fereastra. Din meniul “Edit” sau din meniul contextual se alege “Select Next” (se poate apăsa direct tasta *N*).

Ordinea de plasare a componentelor sugerată de program poate fi modificată utilizând comanda “Place” din meniul contextual. În urma selecției se deschide fereastra “Select Next”, din care pot fi vizualizate, în ordine, componentele care urmează a fi plasate (figura 6.5). Este posibil să se selecteze o altă componentă decât cea aflată la rând pentru plasare.



(a)



(b)

Fig. 6.5 Fereastra “Select Next”

(a) dacă numărul de componente este mai mic de 30, (b) pentru număr de componente mai mare de 30

III. Desfășurarea laboratorului

1. Să se proiecteze montajul din figura 6.6, fără a realiza rutarea. Plăcuța de circuit imprimat va avea o formă rectangulară cu dimensiunea 10cm x 7cm. Tranzistorul Q1 este în capsulă TO220 și în jurul lui trebuie să rămână un spațiu liber cu dimensiunea 1,5cm x 1,5cm. Tranzistoarele Q2...Q5 sunt în capsulă TO92.

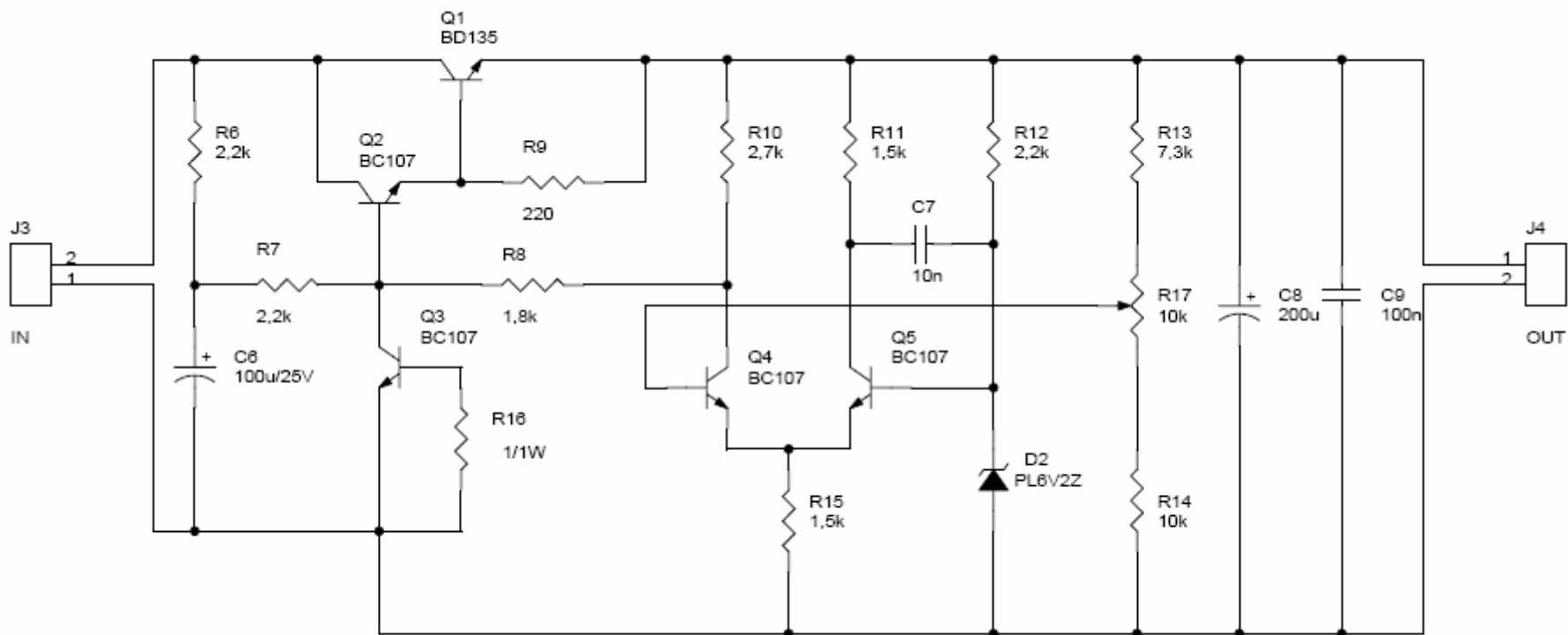


Fig. 6.6

TEHNICI CAD PENTRU MODULE ELECTRONICE

LUCRAREA DE LABORATOR nr. 8-9

Rutarea unei plăci de circuit imprimat în blocul OrCAD Layout – partea I

I. Scopul lucrării: Scopul lucrărilor de laborator nr. 8-9 este de a prezenta modalitățile prin care se poate realiza rutarea conexiunilor electrice de pe o plăcuță de circuit imprimat în OrCAD Layout. În cadrul lucrării nr. 7 se vor discuta etapele pregătitoare pentru rutare și modalitățile de rutare manuală.

II. Aspecte teoretice

1. Pregătirea proiectului pentru rutare

În fluxul de proiectare a circuitului imprimat, după operația de plasare a componentelor pe placa virtuală intervine operația de realizare efectivă a structurii de interconectare, operație numită și rutare. Prin rutare înțelegem transformarea conexiunilor în trasee de cupru (track, trace, route). La realizarea rutelor trebuie urmărite diferite principii care îmbină cerințele de proiectare electrică cu cele de natură tehnologică.

Modalitățile de realizare a rutării în programul Orcad Layout sunt prezentate în figura 7.1. Se observă că există mai multe opțiuni. Rutele se pot realiza automat sau se poate alege varianta rutării manuale a plăcii. Rezultate mai bune pot fi utilizate prin combinarea rutării manuale cu cea automată adică prin utilizarea procedeeilor de rutare interactivă. Se poate ruta automat întreaga placă sau se poate alege varianta rutării unei anumite porțiuni (DRC/Route Box) sau numai a conexiunilor atașate unei anumite componente.

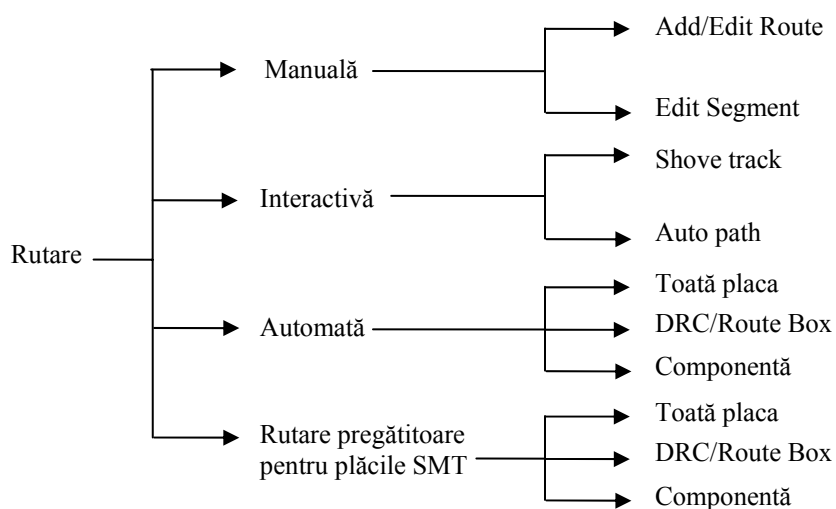


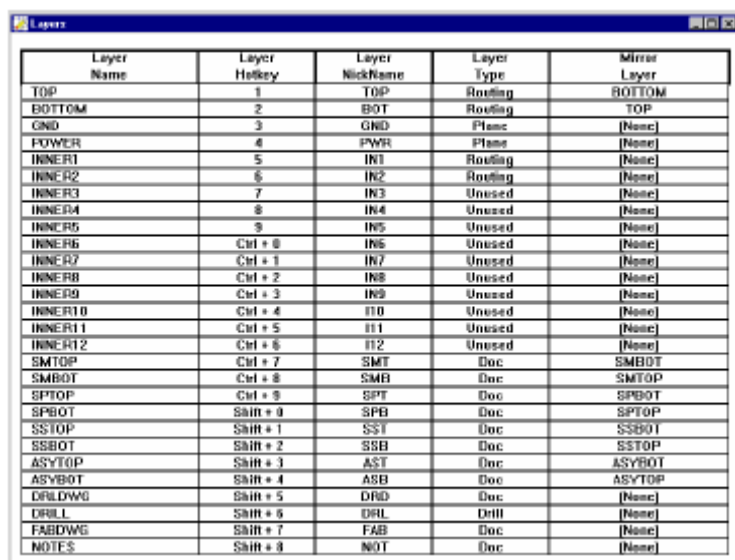
Fig. 7.1 Posibilități de rutare în OrCAD Layout

Înainte de începerea rutării trebuie realizate o serie de etape pregătitoare, astfel:

- definirea layerelor în mod corespunzător ca fiind active pentru rutare sau inactive;
- definirea găurilor de trecere;
- verificarea și alocarea proprietăților net-urilor;
- verificarea definirii corecte a spațiilor din cadrul plăcii.

Pentru a verifica structura de **layer**e utilizată în fișierul de lucru se utilizează tabela “Layers” care se deschide acționând comanda *Spreadsheet* din bara cu unelte. Din această tabelă se pot trece în revistă și se pot edita anumiți parametri legați de numele layerelor, tipul lor și layerarele de oglindire ale acestora.

Tabela “Layers” este prezentată în figura 7.2. Editarea parametrilor din tabelă se face din fereastra “Edit Layer” care se deschide selectând un layer și alegând apoi *Properties* din meniul contextual. Fereastra “Edit Layer” este prezentată în figura 7.3.



Layer Name	Layer Hierarchy	Layer NickName	Layer Type	Mirror Layer
TOP	1	TOP	Routing	BOTTOM
BOTTOM	2	BOT	Routing	TOP
GND	3	GND	Plane	(None)
POWER	4	PWR	Plane	(None)
INNER1	5	IN1	Routing	(None)
INNER2	6	IN2	Routing	(None)
INNER3	7	IN3	Unused	(None)
INNER4	8	IN4	Unused	(None)
INNER5	9	IN5	Unused	(None)
INNER6	Ctrl + 0	IN6	Unused	(None)
INNER7	Ctrl + 1	IN7	Unused	(None)
INNER8	Ctrl + 2	IN8	Unused	(None)
INNER9	Ctrl + 3	IN9	Unused	(None)
INNER10	Ctrl + 4	IN10	Unused	(None)
INNER11	Ctrl + 5	IN11	Unused	(None)
INNER12	Ctrl + 6	IN12	Unused	(None)
SMTOP	Ctrl + 7	SMT	Doc	SMTBOT
SMTBOT	Ctrl + 8	SMB	Doc	SMTOP
SPTOP	Ctrl + 9	SPT	Doc	SPTBOT
SPTBOT	Shift + 0	SPB	Doc	SPTOP
SSTOP	Shift + 1	SST	Doc	SSTBOT
SSTBOT	Shift + 2	SSB	Doc	SSTOP
ASYTOP	Shift + 3	AST	Doc	ASYBOT
ASYBOT	Shift + 4	ASB	Doc	ASYTOP
DRILDWG	Shift + 5	DRD	Doc	(None)
DRILL	Shift + 6	DRL	Doc	(None)
FABDWG	Shift + 7	FAB	Doc	(None)
NOTES	Shift + 8	NOT	Doc	(None)

Fig. 7.2 Tabela “Layers”

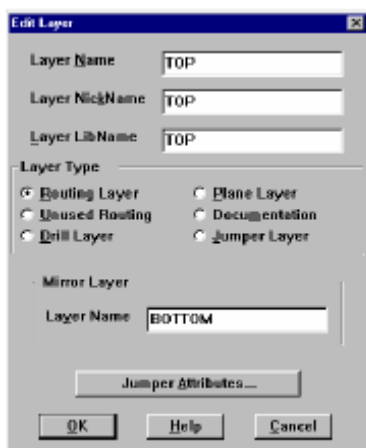


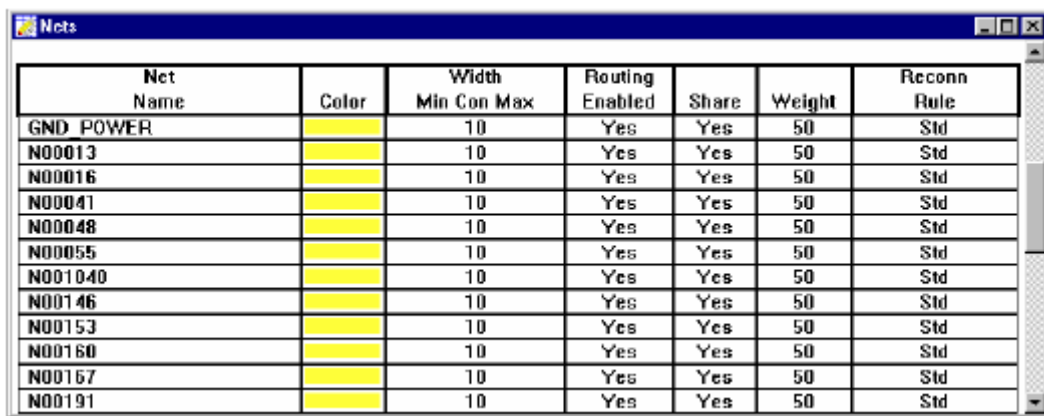
Fig. 7.3 Fereastra “Edit Layer”

O scurtă descriere a tuturor layerelor utilizate implicit de Layout este prezentată în tabelul de mai jos.

Nume layer (pseudonim/ nickname)	Descriere	Descriere layer (în engleză)
TOP (TOP)	Fața cu componente sau stratul superior	Component layer sau Top layer
BOT (BOT)	Fața cu lipituri sau stratul inferior	Solder layer sau Bottom layer
INNER (INNER)	Toate straturile interne utilizate pentru rutare	Inner routing layers
PLANE (PLANE)	Plane de masă sau de alimentare	Power and Ground planes
SMTOP (SMT)	Masca de lipire pe stratul superior	Soldermask top
SMBOT (SMB)	Masca de lipire pe stratul inferior	Soldermask bottom
SPTOP (SPT)	Strat utilizat pentru definirea suprafeței disponibile la depunerea pastei de lipire pe stratul superior	Solderpaste top
SPBOT (SPB)	Strat utilizat pentru definirea suprafeței disponibile la depunerea pastei de lipire pe stratul inferior	Solderpaste bottom
SSTOP (SST)	Masca de inscripționare pe stratul superior	Silkscreen top
SSBOT (SSB)	Masca de inscripționare pe stratul inferior	Silkscreen bottom
ASYTOP (AST)	Strat utilizat la realizarea desenului de asamblare pentru stratul superior	Assembly top
ASYBOT (ASB)	Strat utilizat la realizarea desenului de asamblare pentru stratul inferior	Assembly bottom
DRLDWG (DRD)	Desen de găurire	Drill drawing
DRILL (DRL)	Layer fictiv utilizat la definirea tipului găurilor și a mărimii acestora	Drill holes and sizes
FAB_DWG (FAB)	Strat ce conține desene utilizate în fabricație	Fabrication drawing
NOTES (NOT)	Strat ce conține desene utilizate la realizarea documentației	Documentation

Găurile de trecere (vias-urile) se modifică în tabela “Padstacks”. În mod implicit o singură gaură de trecere este definită și anume VIA1, fiind lăsate nedefinite restul de 15, de la VIA2 la VIA16. Este posibil să se aloce o anumită gaură de trecere pentru un anumit net sau pentru o anumită categorie de nets.

Proprietățile **net-urilor** se pot modifica din tabela omonimă (figura 7.4). Pentru modificarea unui parametru din tabela “Nets” este necesar să se selecteze una sau mai multe net-uri listate în prima coloană (Net Name) și să se aleagă din meniul contextual comanda Properties pentru a afișa fereastra de dialog “Edit Net” prezentată în figura 7.5.



Net Name	Color	Width Min Con Max	Routing Enabled	Share	Weight	Reconn Rule
GND_POWER		10	Yes	Yes	50	Std
N00013		10	Yes	Yes	50	Std
N00016		10	Yes	Yes	50	Std
N00041		10	Yes	Yes	50	Std
N00048		10	Yes	Yes	50	Std
N00055		10	Yes	Yes	50	Std
N001040		10	Yes	Yes	50	Std
N00146		10	Yes	Yes	50	Std
N00153		10	Yes	Yes	50	Std
N00160		10	Yes	Yes	50	Std
N00167		10	Yes	Yes	50	Std
N00191		10	Yes	Yes	50	Std

Fig. 7.4 Tabela “Nets”



Edit Net

Net Name: GND_POWER

Net Attributes

☒ Routing Enabled ☒ Share Enabled ☐ Highlight

☒ Retry Enabled ☒ Shove Enabled ☐ Test Point

Group: 0 Weight: low med high 50

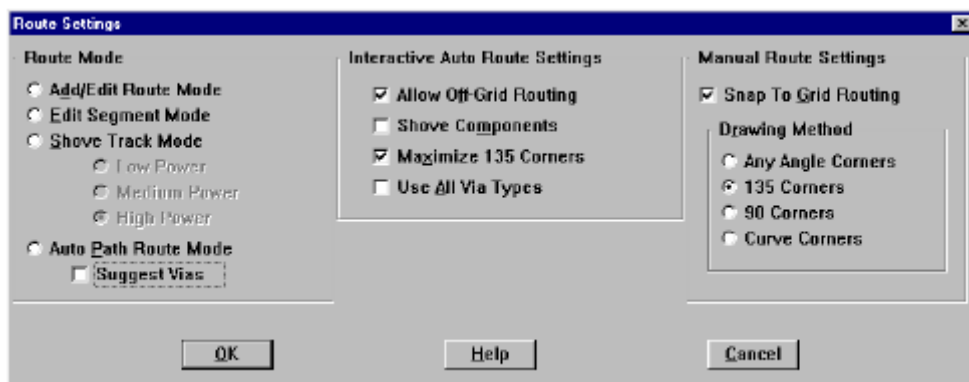
Min Width: 20. Conn Width: 20. Max Width: 20.

Buttons: Net Layers..., Net Reconn..., Width By Layer..., Net Spacing..., OK, Help, Cancel

Fig. 7.5 Fereastra “Edit Net”

Spațierile se definesc din tabela “Route Spacing” care se deschide alegând comanda *Spreadsheet* urmat de *Strategies, Route Spacing*. Aici există șase categorii de spațieri, obținute pentru a defini distanțele dintre trasee, pini și găurile de trecere.

Modul de acțiune al comenzilor de rutare în programul Layout poate fi gestionat din fereastra “Route Settings” (figura 7.6) care se deschide alegând opțiunea omonimă din meniul “Options”.



Route Settings

Route Mode

- ☐ Add/Edit Route Mode
- ☐ Edit Segment Mode
- ☐ Shove Track Mode
 - ☐ Low Power
 - ☐ Medium Power
 - ☐ High Power
- ☐ Auto Path Route Mode
 - ☐ Suggest Vias

Interactive Auto Route Settings

- ☒ Allow Off-Grid Routing
- ☐ Shove Components
- ☒ Maximize 135 Corners
- ☐ Use All Via Types

Manual Route Settings

- ☒ Snap To Grid Routing

Drawing Method

- ☐ Any Angle Corners
- ☒ 135 Corners
- ☐ 90 Corners
- ☐ Curve Corners

Buttons: OK, Help, Cancel

Fig. 7.6 Fereastra “Route Settings”

2. Rutarea manuală în modul *Add/Edit Route*

Rutarea manuală se realizează cu ajutorul a două comenzi, *Add/Edit Route* și *Edit Segment*, ambele având butoane în bara cu instrumente.

Modul de lucru *Add/Edit Route* se utilizează pentru a crea noi trasee prin transformarea conexiunilor în rute. Este posibilă și editarea unor rute existente prin plasarea cursorului pe un colț sau pe un segment al acestora.

Modul de lucru *Edit Segment* este utilizat pentru a muta segmente ale rutelor existente, crearea de segmente noi sau ștergerea anumitor segmente. Prin utilizarea tastei ALT în timpul rutării se poate începe un segment de rută pornind de pe unul existent, al aceleiași net, procedeul de ramificație fiind cunoscut ca rutare în "T".

Intrarea în modul de lucru *Add/Edit Route* se face apăsând butonul *Add/Edit Route Mode*  din bara cu unelte sau alegând din meniul "Tool" comanda *Track* urmată de *Select Tool*. Comanda se poate utiliza pentru a crea noi trasee sau a le edita pe cele existente, fără a le distruge, prin selecția unui colț (vertex). Dacă se selectează un traseu parțial rutat, se poate continua editarea adăugând un singur segment la un moment dat, la unghiuri de 45° sau 90°.

Procedura de lucru pentru rutare este următoarea:

- se activează modul *Add/Edit Route*;
- se selectează conexiunea pe care dorim să o rutăm. Cursorul se schimbă într-o cruce mai mică (stare activă) și conexiunea devine atașată de cursor. Se deplasează cursorul și se observă apariția rutei care pornește din padul (pinul) cel mai apropiat de punctul de selecție. Modul de generare a segmentelor de rută este diferit în funcție de setările din fereastra "Route Settings". În cazul selecției opțiunilor *135 Corners* sau *90 Corners*, programul realizează automat un traseu compus din două segmente care formează între ele unghiuri de 135° (45°) sau de 90°, respectiv. În cazul opțiunii *Any Angle Corners* se generează un singur segment de rută.
- un clic (sau SPACE) introduce un colț în traseul rutei. Se continuă deplasarea cursorului pentru a desena segmente suplimentare de rută. Un segment deja rutat poate fi șters prin poziționarea cursorului pe segment și apăsarea tastei Delete.
- găurile de trecere se introduc automat în locul unde s-a realizat "clic" dacă se comandă schimbarea layerului. Pentru schimbarea layerului se poate tasta direct numărul său sau se poate alege din lista aflată sub bara cu unelte. Dacă după realizarea clic-ului cursorul a mai fost deplasat, introducerea găurii de trecere are loc la coordonatele colțului, oarecum în urma cursorului. Deci, atenție, întâi faceți clic, apoi imediat introduceți via.
- se face un clic pe padul de oprire pentru a termina rutarea. Cursorul își schimbă forma în cea obișnuită, cruce mai mare, și este gata pentru a ruta altă conexiune. Dacă ruta nu a fost finalizată se poate încerca *Finish* din meniul contextual care termină ruta în mod automat sau tasta ESC care lasă ruta în stadiul existent, incompletă.

3. Rutarea manuală în modul Edit Segment

Modul de lucru *Edit Segment* permite editarea rutelor existente prin deplasarea segmentelor dar și crearea unora noi, dacă se selectează o conexiune. Se poate intra în modul *Edit Segment* prin apăsarea butonului *Edit Segment*  din bara cu unelte sau alegând opțiunea *Track Segment, Select Tool* din meniul “Tool”.

Procedeul de lucru în modul *Edit Segment* este similar cu cel din modul *Add/Edit Route*.

III. Desfășurarea laboratorului

1. Să se proiecteze montajul din figura 7.7. Plăcuța de circuit imprimat va avea o formă rectangulară cu dimensiunea 10cm x 4cm. Conectorul de alimentare se va plasa în partea stângă sus iar conectorii de ieșire vor fi amplasați în partea inferioară centrală. Toate trasele au grosimea de 1mm iar toate spațierile sunt la 1,5mm.

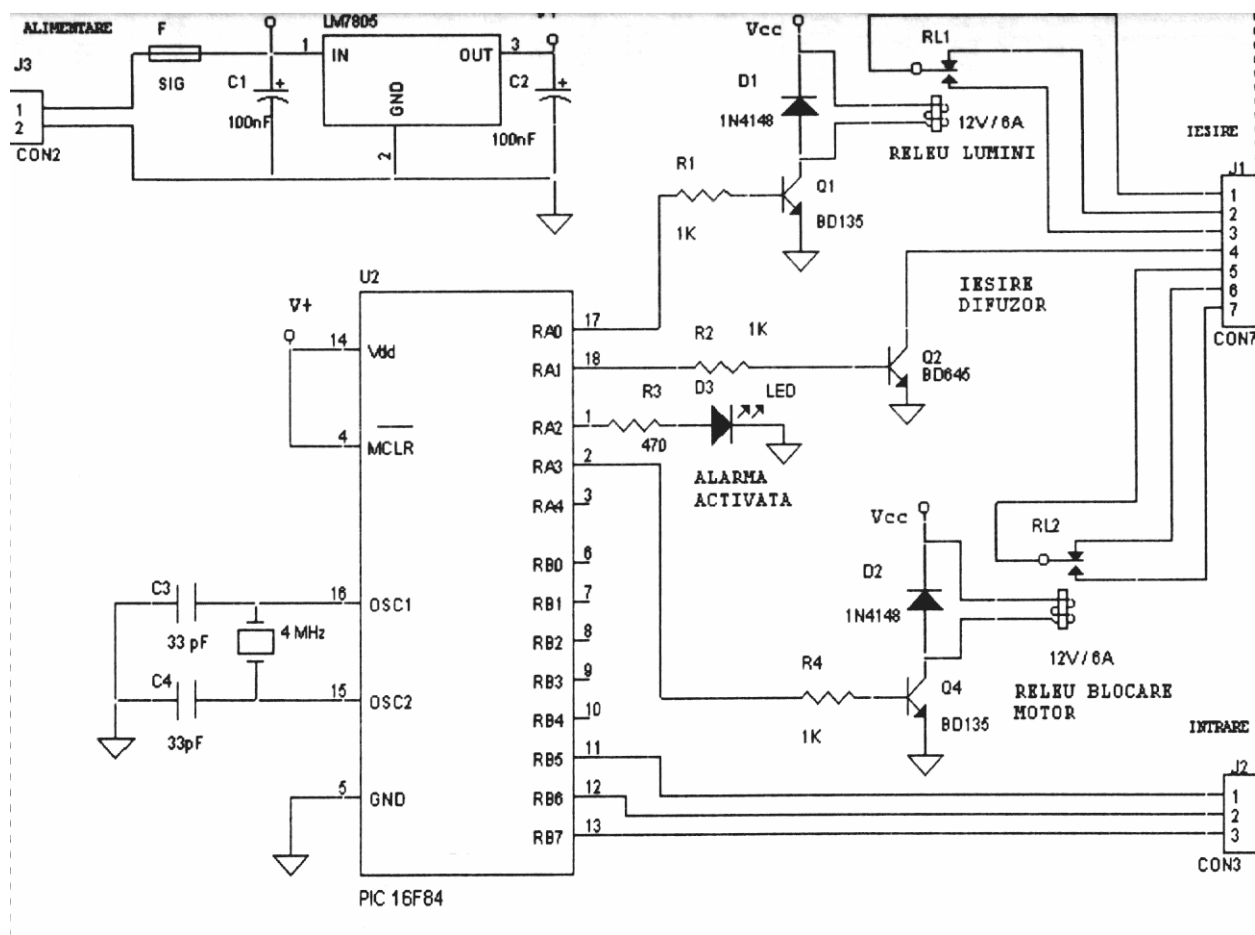


Fig. 7.7

IV. Tema de casă

1. Să se proiecteze montajul din figura 7.8. Forma și dimensiunile plăcuței de circuit imprimat sunt date în figura 7.9 (dimensiunile sunt în cm). Trasele vor avea o grosime de 0,7mm iar toate spațierile vor avea valoarea 1mm.

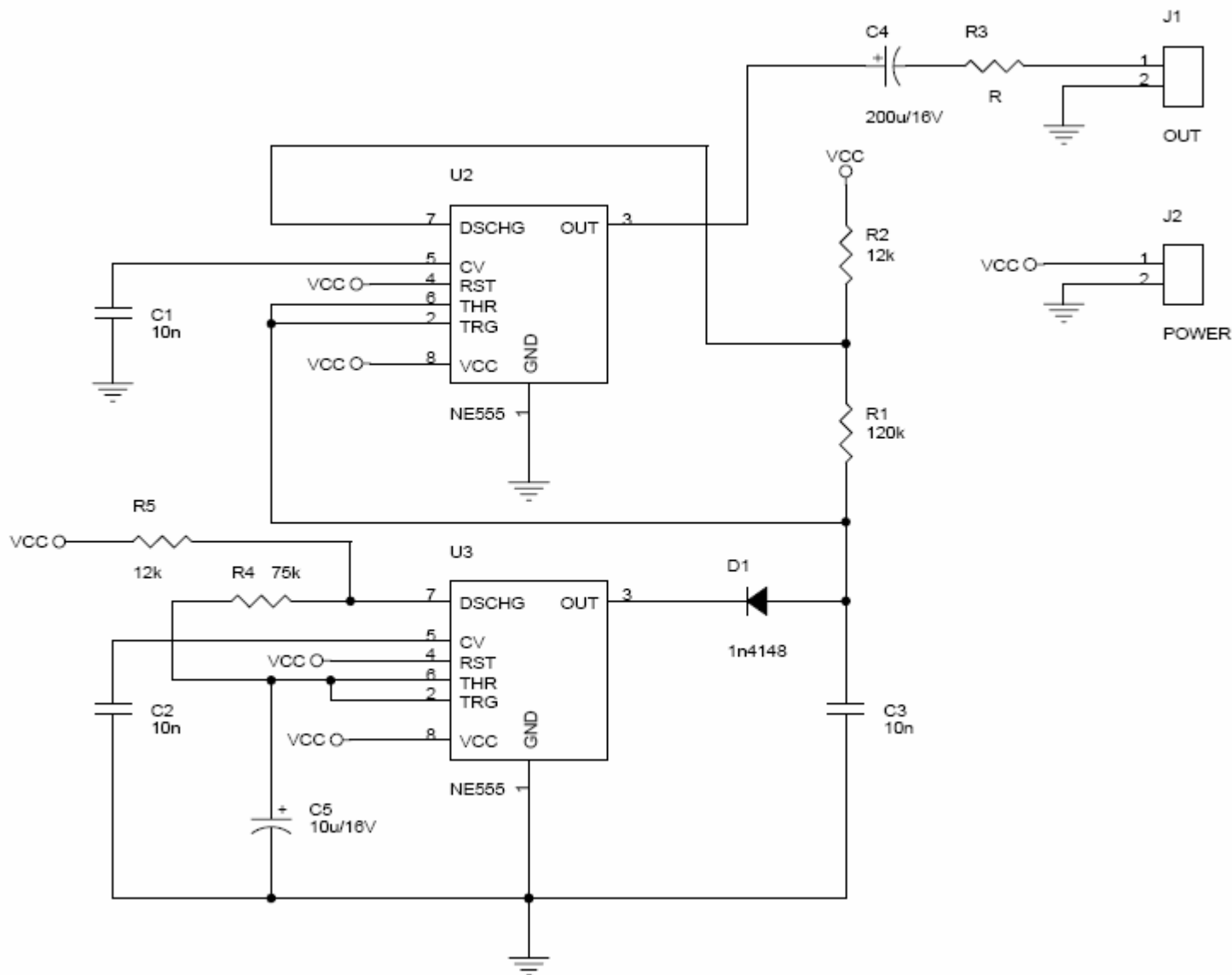


Fig. 7.8

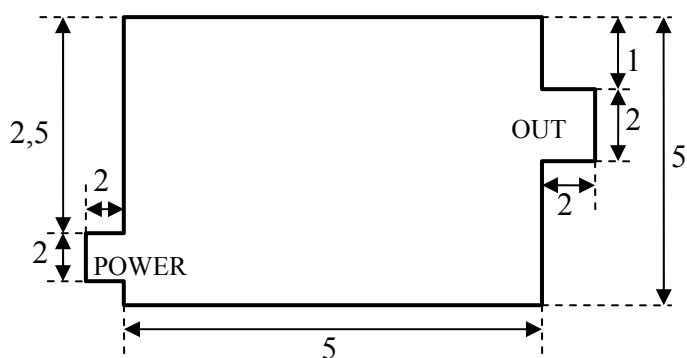


Fig. 7.9

TEHNICI CAD PENTRU MODULE ELECTRONICE

LUCRAREA DE LABORATOR nr. 10-11

Rutarea unei plăci de circuit imprimat în blocul OrCAD Layout – partea II

I. Scopul lucrării: Scopul lucrărilor de laborator nr. 10-11 este de a prezenta modalitățile prin care se poate realiza rutarea conexiunilor electrice de pe o plăcuță de circuit imprimat în OrCAD Layout. În cadrul lucrării nr. 8 se vor discuta modalitățile de rutare interactivă și automată precum și modul în care poate fi printat cablajul sau alte fețe utile.

II. Aspecte teoretice

1. Pregătirea proiectului pentru rutare

Înainte de a începe o operație de rutare interactivă sau automată este obligatoriu să se parcurgă o serie de etape pentru a seta programul Layout conform necesităților circuitului imprimat care se proiectează.

Rutarea interactivă sau automată presupune două categorii de setări pregătitoare.

Prima categorie conține aceleași etape ca în rutarea manuală: definirea layerelor în mod corespunzător ca fiind active pentru rutare sau inactive, definirea găurilor de trecere, verificarea și alocarea proprietăților net-urilor și verificarea definirii corecte a spațiilor din cadrul plăcii.

A doua categorie este formată din următoarele etape:

- definirea ariei DRC;
- editarea parametrilor de baleiaj la rutare;
- editarea parametrilor de rutaj în cadrul layer-elor.

Definirea ariei DRC

Utilizând aria (sau conturul) DRC se poate defini regiunea în care se dorește să înceapă procesul de rutare. Programul de rutare automată și cele două procedee de rutare interactivă rulează numai în aria DRC. La rutarea manuală programul face un zoom, centrând aria DRC pe ecran.

Dacă chenarul DRC nu este vizibil se apasă butonul *Online DRC* din bara cu unelte și apoi se apasă butonul *Refresh All*.

Din meniul “View” se alege opțiunea “Zoom DRC/Route Box” sau se apasă tasta “B”. Cursorul își modifică forma într-un “Z”. Se descrie un contur dreptunghiular cu dimensiunea dorită pentru aria DRC. La eliberarea butonului mouse-ului programul face un zoom, centrând aria DRC în ecranul de lucru.

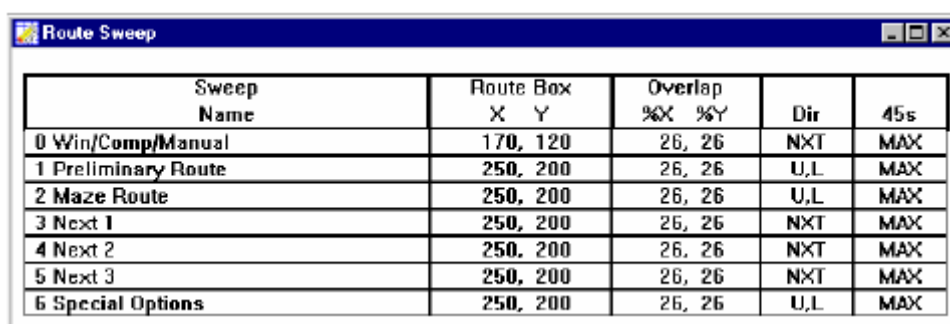
Mutarea ariei DRC se face alegând opțiunea “Zoom DRC/Route Box”. Se face un clic în aria de lucru, în vecinătatea zonei unde dorim să fie centrul ariei

DRC. Aria DRC se centrează pe cursor și se “agață” de acesta, fiind posibilă deplasarea acesteia în zona dorită unde se plasează prin clic. Pentru mutarea ariei DRC fără a face zoom se alege opțiunea “Zoom DRC/Route Box” și se mută cursorul în zona unde dorim să fie centrul ariei DRC. Se tastează “*”. Conturul DRC se centrează la nivelul cursorului.

Editarea parametrilor de baleiaj la rutare

Un proces de baleiere (“sweep”) reprezintă deplasarea ferestrei active de rutare pe întreaga suprafață a plăcii în vederea realizării unui procent de rutare complet. Parametrii care trebuie setați în mod uzual sunt mărimea ferestrei DRC și direcția de baleiere.

Se deschide mai întâi tabela *Route Sweep* (figura 8.1) care se lansează din meniul “Options”, alegând “Route Strategies” și apoi “Route Sweeps”.



Sweep Name	Route Box X Y	Overlap %X %Y	Dir	45s
0 Win/Comp/Manual	170, 120	26, 26	NXT	MAX
1 Preliminary Route	250, 200	26, 26	U,L	MAX
2 Maze Route	250, 200	26, 26	U,L	MAX
3 Next 1	250, 200	26, 26	NXT	MAX
4 Next 2	250, 200	26, 26	NXT	MAX
5 Next 3	250, 200	26, 26	NXT	MAX
6 Special Options	250, 200	26, 26	U,L	MAX

Fig. 8.1 Tabela „Route Sweep”

Setările pentru *Sweep 0* influențează procesul de rutare în mod interactiv sau în modul de rutare manuală. Programul de rutare automată utilizează setările definite pentru *Sweep 1* până la *Sweep 6*.

Sweep 1 (rutare preliminară) realizează rutarea traseelor de tip “Memory” sau apropiate de acestea și a traseelor care pot fi rutate direct, cu forme simple. Pentru plăcile SMT poate fi folosit ca să realizeze “degajarea” spațiului prin rutarea unui scurt segment la o gaură de trecere (numit “stub”).

Sweep 2 (Maze Route – rutare tip labirint) face ca programul să ducă trasee încercând diverse căi. Se utilizează facilitățile de “shove” și “retry”. Se încearcă rutarea până aproape de 100% în fiecare fereastră de rutare după care se trece la fereastra următoare.

Sweep 3, 4 și 5 (Next1, Next 2 și Next3) se utilizează după ce programul a efectuat o baleiere completă a plăcii și de regulă după ce procentul de rutare este mai mare de 93%.

Prima fază de tip *Next* face o reluare ciclică a conexiunilor rămase, încercând finalizarea rapidă a plăcii, fără să încerce să finalizeze rute extrem de dificile, lăsându-le pentru pașii următori. La această fază de tip *Next* nu se urmărește o direcție principală și una secundară de deplasare a ferestrei ci se utilizează “Route Next Connection”. Ca urmare, programul caută conexiunile nerutate centrând fereastra de rutare în jurul fiecărei conexiuni. Dacă după rularea primei treceri de tip *Next* mai există conexiuni nerutate se poate rula încă o trecere de tip *Next* utilizând una dintre celelalte două treceri rămase. Dacă

după două treceri de tip *Next* procentul de rutare este mai mic de 95% se va trece la modificarea plasării sau la reducerea severă a lăţimii traseelor, a spaţiilor şi a grilei de rutare.

O altă variantă de strategie care se poate utiliza este lansarea după *Maze 1* a unei treceri *Maze 2* cu o grilă mai mică, cu un factor mergând până la 1/3.

Sweep 6 (opţiuni speciale) are ca scop să ruteze cât mai mult fără găuri de trecere, să reducă numărul de găuri de trecere şi să netezească sau să îndrepte colţurile (“smoothing”), optimizând astfel structura de interconectare generată anterior.

Pentru editarea opţiunilor fazelor de baleiere se utilizează fereastra de dialog *Sweep Edit* (figura 8.2) care se deschide prin dublu click pe rândul de interes.



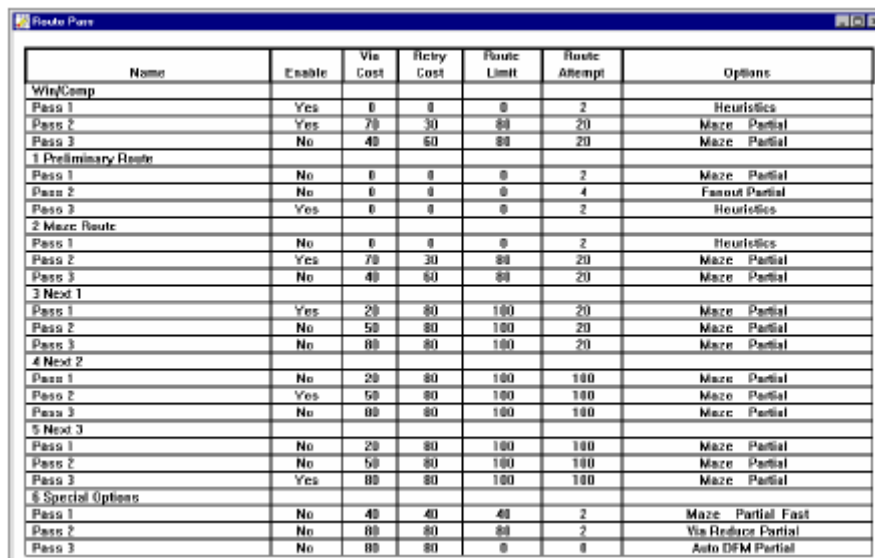
Fig. 8.2 Fereastra de dialog „Sweep Edit”

La realizarea procesului de baleiere, programul împarte placa în arii egale, pe linii şi pe coloane. Numărul de linii şi coloane rezultat depinde de mărimea ferestrei (conturului) de rutare - DRC Box. Din tabloul “Sweep Edit” se specifică modul de baleiere, pe linii sau pe coloane. Opţiunea *Route Next Connection* determină ca fereastra activă să sară la conexiunea următoare, fără a ţine seama de o anumită ordine.

Se recomandă lansarea programului de rutare automată din zonele cele mai dense a plăcii identificate prin examinarea graficului de densitate. De asemenea, se recomandă utilizarea unei dimensiuni maxime a ferestrei DRC, atât cât permite memoria calculatorului. Se obţin rezultate mai bune dacă fereastra DRC acoperă întreaga placă, programul găsind cele mai bune traiectorii de rutare.

Procentul de suprapunere a ferestrelor (Overlap %) determină spaţiul utilizat de programul de rutare pentru a reface anumite rute atunci când se mută de la o fereastră la alta. Se recomandă utilizarea valorii implicite de 26%. Un procent de suprapunere prea mic poate duce la existenţa multor rute parţiale iar un procent prea mare duce la un timp de calcul mărit deoarece se încearcă rerutarea inutilă a unor rute.

A doua colecție de parametri care controlează procesul de rutare o constituie cea legată de tabela *Route Passes* care se deschide din meniul “Options” alegând “Route Strategies” și apoi “Route Pass” (figura 8.3). Din această tabelă se pot activa sau dezactiva procesele de baleiere “sweep” precum și trecerile în cadrul fiecărui proces.

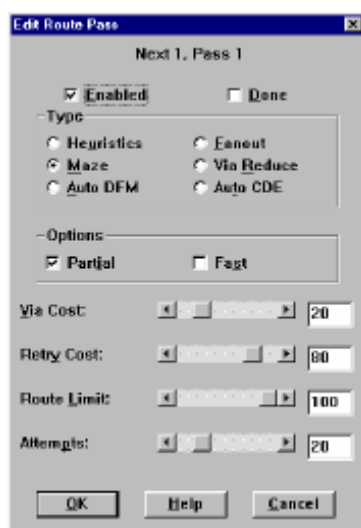


Name	Enable	Via Cost	Retry Cost	Route Limit	Route Attempts	Options
WinComp						
Pass 1	Yes	0	0	0	2	Heuristics
Pass 2	Yes	70	30	80	20	Maze Partial
Pass 3	No	40	60	80	20	Maze Partial
1 Preliminary Route						
Pass 1	No	0	0	0	2	Maze Partial
Pass 2	No	0	0	0	4	Fanout Partial
Pass 3	Yes	0	0	0	2	Heuristics
2 Maze Route						
Pass 1	No	0	0	0	2	Heuristics
Pass 2	Yes	70	30	80	20	Maze Partial
Pass 3	No	40	60	80	20	Maze Partial
3 Next 1						
Pass 1	Yes	20	80	100	20	Maze Partial
Pass 2	No	50	80	100	20	Maze Partial
Pass 3	No	80	80	100	20	Maze Partial
4 Next 2						
Pass 1	No	20	80	100	100	Maze Partial
Pass 2	Yes	50	80	100	100	Maze Partial
Pass 3	No	80	80	100	100	Maze Partial
5 Next 3						
Pass 1	No	20	80	100	100	Maze Partial
Pass 2	No	50	80	100	100	Maze Partial
Pass 3	Yes	80	80	100	100	Maze Partial
6 Special Options						
Pass 1	No	40	40	40	2	Maze Partial Fast
Pass 2	No	80	80	80	2	Via Reduce Partial
Pass 3	No	80	80	0	0	Auto DFM Partial

Fig. 8.3 Tabela „Route passes”

Se observă că la fiecare proces de baleiere sunt prevăzute trei treceri (“pass”). Aceste treceri (reluări) sunt utilizate ca alternative și sunt gândite pentru a fi utilizate câte una la un moment dat.

De obicei nu se obține o îmbunătățire prin rularea mai multor treceri ale unui proces de baleiere a plăcii. Fereastra “Edit Route Pass” (figura 8.4) se deschide prin dublu click pe linia de interes a tabelui.



Next 1, Pass 1

☒ Enabled ☐ Disabled

Type:

☐ Heuristics ☐ Fanout

☒ Maze ☐ Via Reduce

☐ Auto DFM ☐ Auto CDE

Options:

☒ Partial ☐ Fast

Via Cost:

Retry Cost:

Route Limit:

Attempts:

OK Help Cancel

Fig. 8.4 Fereastra „Edit Route Pass”

Editarea parametrilor de rutaj în cadrul layer-elor

Tabela *Route Layer* (figura 8.5) se deschide din meniul “Options” alegând “Route Strategies” și apoi “Route Layers”. Din tabela *Route Layer* se determină dacă un layer este activ sau nu pentru rutare în cadrul fiecărui ciclu de baleiere. Se determină de asemenea direcția majoritară de rutare și se stabilesc anumiți parametri legați de costuri. Editarea acestor valori se face din fereastra “Edit Layer Strategy” (figura 8.6).



Sweep/Layer Name	Enabled	Cost	Direction	Between
Win/Comp/Manual				
TOP	Yes	50	20 Vert.	30
BOTTOM	Yes	50	80 Horz.	30
1 Preliminary Route				
TOP	Yes	50	20 Vert.	0
BOTTOM	Yes	50	80 Horz.	0
2 Maze Route				
TOP	Yes	50	20 Vert.	30
BOTTOM	Yes	50	80 Horz.	30
3 Next 1				
TOP	Yes	50	49 Vert.	0
BOTTOM	Yes	50	51 Horz.	0
4 Next 2				
TOP	Yes	50	49 Vert.	0
BOTTOM	Yes	50	51 Horz.	0
5 Next 3				
TOP	Yes	50	51 Horz.	0
BOTTOM	Yes	50	49 Vert.	0
6 Special Options				
TOP	Yes	50	49 Vert.	0
BOTTOM	Yes	50	51 Horz.	0

Fig. 8.5 Tabela „Route Layer” când sunt active două layere pentru rutare

Layer Cost determină o preferință a layerelor pentru a fi utilizate pentru rutare. În mod implicit tuturor layerelor li se acordă o valoare de 50. Un cost mai redus face ca acel layer să fie preferat pentru rute. Un cost mai ridicat va duce la evitarea pe cât posibil a layerului respectiv.

Primary Direction determină “polarizarea” layerelor, adică specificarea unei direcții prioritare (majoritare) pentru rute. Pentru layerele cu direcție verticală se alocă o valoare între 0 și 49 iar pentru cele orizontale o valoare între 51 și 100. Cu cât valoarea este mai apropiată de 50 cu atât programul va avea o libertate mai mare de a trasa rute în orice direcție în layerul respectiv.

Between Pins configurează costurile asociate cu trecerea rutelor printre pastile cu centrele situate la mai puțin de 2,54mm. Aceste setări acționează în special în cazul în care direcția primară (a rutelor) este perpendiculară cu axa majoritară de plasare a circuitelor integrate. Valoarea implicită este de 30 pentru procedeele de baleiere Win/Comp și Maze Route. Costul “Between Pins” este setat la valoarea zero pentru procedeul de baleiere “Next” pentru ca programul să găsească căi pentru rutele rămase, inclusiv printre pinii circuitelor.

Din considerente tehnologice uneori se evită ducerea traseelor printre pini apropiați dar trebuie avut în vedere că o valoare excesiv de mare a costului, de exemplu 100, nu va permite rutarea conexiunilor spre componente uzuale cum ar fi conectoarele sau capsule PGA.



Fig. 8.6 Fereastra “ Edit Layer Strategy”

2. Rutarea interactivă în modul *Shove Track*

Intrarea în modul de lucru *Shove Track* se face apăsând butonul *Shove Track Mode* din bara cu unelte. Modul de lucru este similar cu cel de la rutarea manuală în modul *Add/Edit Route*, fiind posibilă rutarea unei singure conexiuni la un moment dat. Diferența este că în modul de lucru *Shove Track* programul împinge rutele existente din calea rutei aflată în editare.

3. Rutarea interactivă în modul *Auto Path*

Intrarea în acest mod de lucru se face atunci când se selectează butonul corespunzător din bara cu unelte. Când se selectează o conexiune sau un pin programul sugerează un traseu posibil pentru rută. Pe măsură ce cursorul se deplasează ruta își schimbă poziția. Prin apăsarea butonului stânga mouse se plasează ruta sugerată utilizând facilitățile “push and shove”, eliberând astfel calea prin deplasarea rutelor vecine. Dacă se folosește modul de lucru *Auto Path* cu opțiunea *Suggest Vias* din dialogul “Route Settings”, programul afișează poziția probabilă a găurilor de trecere, găuri care vor fi eliminate în versiunea finală a rutei, dacă nu sunt necesare.

O rutare rapidă a unei conexiuni se face printr-un dublu click pe o conexiune, programul rutând respectiva conexiune în mod automat.

4. Rutarea automată

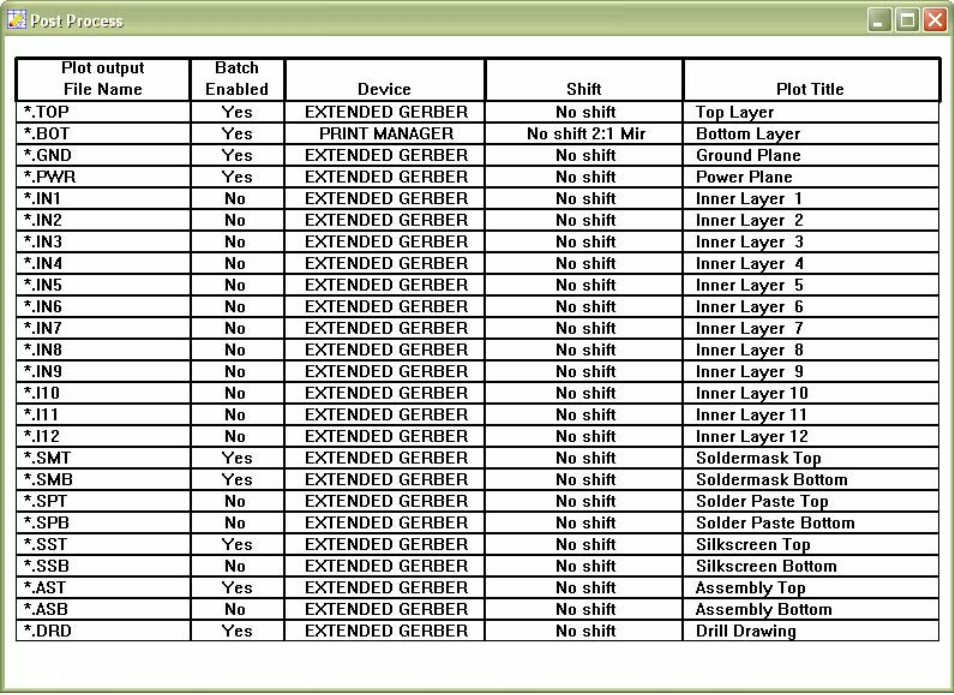
Rutarea automată se poate aplica la trei categorii de articole: *Board*, *DRC/Route Box* și *Component*. Ea se realizează selectând comanda “Autoroute” din meniul “Auto”, apoi una din opțiunile de mai sus. Rutarea depinde extrem de mult de o configurare corectă și riguroasă a parametrilor. De cele mai multe ori rutarea este îmbunătățită spectaculos dacă activitățile pregătitoare nu sunt uitate sau tratate superficial.

Alte comenzi importante care se găsesc în meniul “Auto” sunt: “Unroute Segment” – utilizată pentru a șterge segmentele rutate anterior, “Unroute board”

– pentru ștergerea tuturor traseelor de pe plăcuță și “Unroute Net” pentru ștergerea tuturor rutelor din conexiunea selectată.

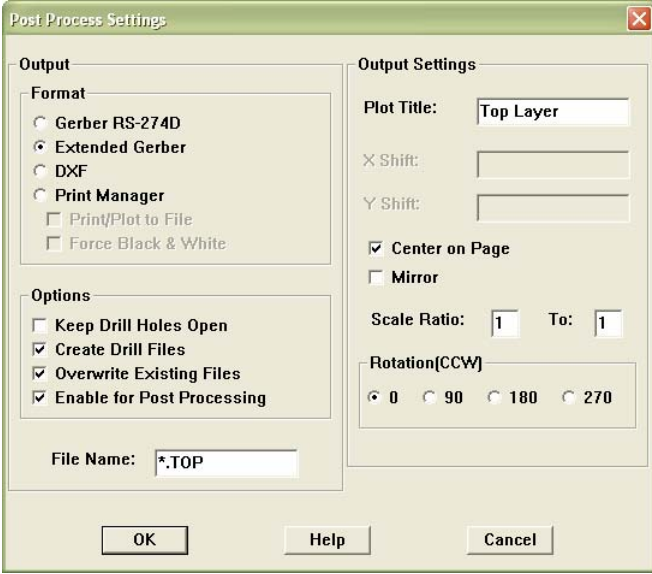
5. Printarea cablajului sau a altor fețe utile

Printarea cablajului sau a altor fețe utile presupune mai întâi realizarea unor setări pregătitoare. În acest scop se accesează meniul „Windows” și se selectează fereastra „Post Process” care este prezentată în figura 8.7. Se poate observa că fereastra conține o tabelă cu toate layer-ele proiectului. Setările se vor face individual pentru fiecare layer care se printează. În acest scop se execută dublu click pe linia corespunzătoare layer-ului ceea ce determină apariția ferestrei „Post Process Settings” prezentată în figura 8.8.



Plot output File Name	Batch Enabled	Device	Shift	Plot Title
*.TOP	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Top Layer
*.BOT	Yes	PRINT MANAGER	No shift 2:1 Mir	Bottom Layer
*.GND	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Ground Plane
*.PWR	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Power Plane
*.IN1	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 1
*.IN2	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 2
*.IN3	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 3
*.IN4	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 4
*.IN5	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 5
*.IN6	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 6
*.IN7	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 7
*.IN8	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 8
*.IN9	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 9
*.I10	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 10
*.I11	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 11
*.I12	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 12
*.SMT	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Soldermask Top
*.SMB	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Soldermask Bottom
*.SPT	No	EXTENDED GERBER	No shift	Solder Paste Top
*.SPB	No	EXTENDED GERBER	No shift	Solder Paste Bottom
*.SST	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Silkscreen Top
*.SSB	No	EXTENDED GERBER	No shift	Silkscreen Bottom
*.AST	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Assembly Top
*.ASB	No	EXTENDED GERBER	No shift	Assembly Bottom
*.DRD	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Drill Drawing

Fig. 8.7 Fereastra “Post Process”



Post Process Settings

Output

Format

☐ Gerber RS-274D

☒ Extended Gerber

☐ DXF

☐ Print Manager

☐ Print/Plot to File

☐ Force Black & White

Options

☐ Keep Drill Holes Open

☒ Create Drill Files

☒ Overwrite Existing Files

☒ Enable for Post Processing

File Name: *.TOP

Output Settings

Plot Title: Top Layer

X Shift:

Y Shift:

☒ Center on Page

☐ Mirror

Scale Ratio: 1 To: 1

Rotation(CCW)

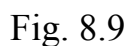
☒ 0 ☐ 90 ☐ 180 ☐ 270

OK Help Cancel

Fig. 8.8 Fereastra „Post Process Settings”

După ce au fost selectate opțiunile dorite, se închide fereastra și se execută click dreapta pe layer-ul respectiv. Din meniul contextual se alege *Plot to Print Manager* ceea ce determină apariția unei ferestre clasice de printare.

1. Să se proiecteze montajul din figura 8.9. Plăcuța de circuit imprimat va avea o formă pătrată cu dimensiunea 5cm x 5cm. Conectorul de alimentare se va plasa în partea stângă sus iar conectorii de ieșire vor fi amplasați în partea inferioară centrală. Toate trasele au grosimea de 1mm iar toate spațierile sunt la 1.5mm.



TEHNICI CAD PENTRU MODULE ELECTRONICE

LUCRAREA DE LABORATOR nr. 12-13

Crearea de capsule în blocul OrCAD Layout

I. Scopul lucrării: Scopul lucrării de laborator nr. 12-13 este de a prezenta modalitățile prin care se pot realiza capsule noi pentru componente în blocul OrCAD Layout.

II. Aspecte teoretice

Capsulele (footprints) se compun din:

- pastile sau paduri grupate în stive de paduri – padstacks.
- contururi (neelectrice) cum ar fi conturul de plasare a componentei (Place Outline), conturul de pe masca de inscripționare etc.
- texte: numele componentei și valoarea acesteia.

Elementele descrise mai sus pot fi urmărite în figura 9.1.

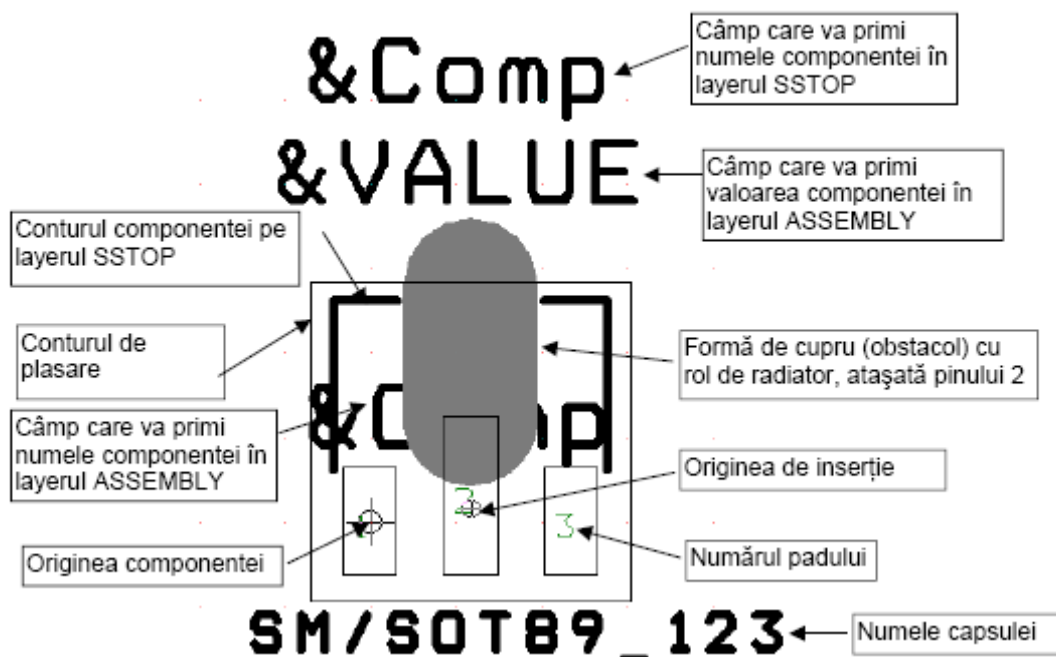


Fig. 9.1 Elementele unei capsule

Originea componentei (Datum) are rol în localizarea componentei.

Originea de inserție este utilizată de mașinile de plasare automată a componentelor reale ca punct de reper pentru capul de plasare.

Câmpurile precedate de simbolul "&", de exemplu "&Comp", sunt origini de nume și vor afișa texte corespunzătoare în pozițiile respective, atunci când componenta se utilizează în blocul Layout.

Conturul de plasare (Place Outline) definește aria rezervată pentru plasarea unei componente, contur utilizat la menținerea spațiilor între componente. De obicei are formă dreptunghiulară. La componente SMD poate fi plasat în layerul *TOP* sau în *BOTTOM* iar pentru componente THT (Through Hole Technology) se utilizează *Global Layer*.

Crearea unei capsule presupune accesarea utilitarului “LIBRARY MANAGER”, din meniul File sau apăsarea butonului corespunzător din bara cu unelte. Se deschide astfel blocul “LIBRARY MANAGER” (în stânga ecranului, figura 9.2) și editorul grafic de capsule asociat numit “FOOTPRINT EDITOR” (în dreapta ecranului, figura 9.2).

În zona *Footprints* a lui “Library Manager” apar listate componentele aflate în biblioteca selectată în zona *Libraries*. Pentru a crea o capsulă nouă se selectează butonul *Create New Footprint*. În fereastra deschisă se introduce numele noii capsule. Se alege totodată sistemul de unități dorit, englezesc sau metric. Se confirmă cu “OK”. Originea componentei, un pad și o serie de texte implicite sunt afișate în fereastra editorului grafic.

Padul (stiva de pad-uri) cu numărul 1 este plasat în punctul de coordonate (0,0). Suprapuse cu padul nr. 1 se află originea componentei – Datum și originea de inserție – Insertion origin. Originea de inerție este utilizată dacă placa de circuit este pregătită pentru o echipare automată cu componente.

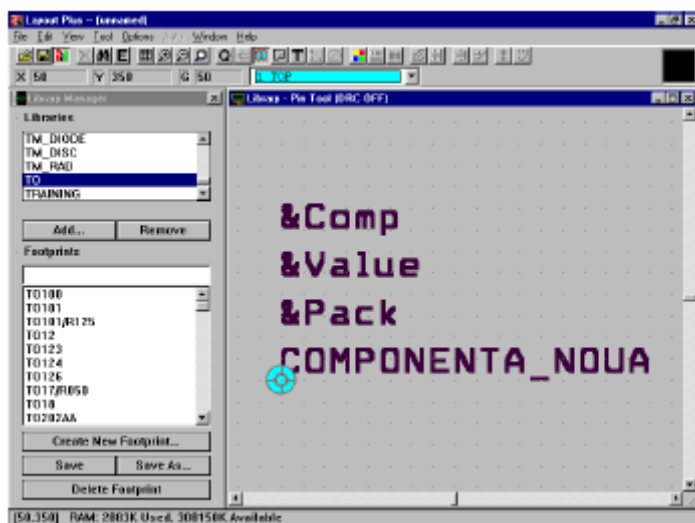


Fig. 9.2 Fereastra de lucru pentru editare capsule

Deplasarea originii se face cu Tool→Dimension→Move Datum. Se face click în punctul de plasare a originii. Se poate muta apoi originea de inserție alegând Click Dreapta→Move Insertion Origin sau Center Insertion Origin.

Deplasarea cursorului și implicit plasarea diverselor articole depinde de alocările privind grilele din tabloul “System Settings” (meniul “Options”). Grila de plasare este utilizată la adăugarea pad-urilor și la deplasarea originilor iar cea de detaliu la adăugarea articolelor de tip obstacol și text.

Se poate trece acum la plasarea pad-urilor în conturul de plasare. Pad-urile pot fi numerice sau alfanumerice și se pot plasa în orice ordine, spre deosebire

de alte programe unde pinii trebuie să fie adăugați în ordine. Numerele (sau numele) pinilor utilizate la simboluri trebuie să corespundă cu cele ale pastilelor deoarece corespondența conexiunilor atașate se face pe baza acestei identități.

În mod implicit programul Layout numerează pad-urile începând de la 1. Pentru poziționarea pad-urilor se începe prin deplasarea padului cu numărul 1. Se apasă butonul *Pin* din bara cu unelte. Se face click în centrul padului 1, pad plasat implicit, care devine astfel selectat și se poate deplasa în poziția dorită. Coordonatele cursorului pot fi observate în zona de jos a ecranului (“status bar”). Urmează adăugarea de alte pad-uri necesare realizării capsulei. Cu mouse-ul în aria editorului grafic se apasă tasta *Insert* care aduce un nou pad atașat cursorului. Noul pad, cu numărul 2, se poziționează în punctul de coordonate dorite prin apăsarea butonului stânga mouse. Pentru plasarea celorlalte pad-uri (pini) se apasă în continuare tasta *Insert*, pinii următori fiind plasați inițial în linie, la o distanță egală cu cea dintre pinul 2 și pinul 1. Se poate alocă aceeași stivă de pad-uri la toți pinii capsulei, ca în cazul unei capsule de rezistor, sau se pot alocă diferite stive de pad-uri utilizând dialogul “Edit Pad” (figura 9.3) ce se deschide prin Click Dreapta→Properties.

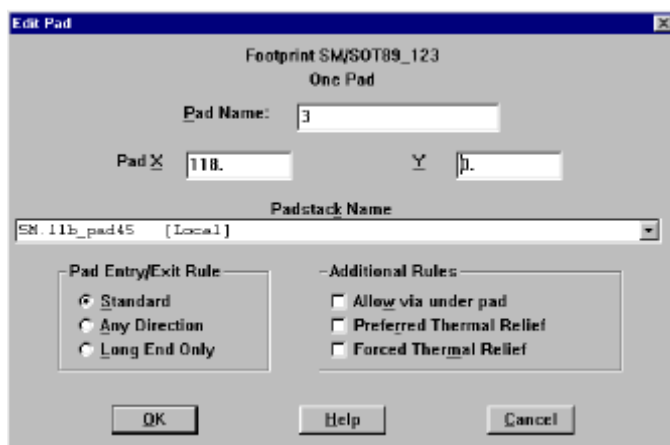


Fig. 9.3 Fereastra „Edit Pad”

La câmpul “Padstack Name” se alege numele dorit din listă. Alături de cele 7 padstackuri T1 – T7 se mai găsesc listate cele disponibile în biblioteca specială PADSTACK.LLB. Aceste pastile au nume sugestive, de ex 40R20 este un pad rotund (Round) cu diametrul de 40 mils și gaura de 20 mils iar 50S26 este un padstack cu formă pătrată (Square) cu diametrul de 56 mils și gaura de 26 mils (1mil=2,54mm).

După definirea padurilor, următoarea operație este desenarea contururilor componentelor. Primul este “Place Outline” care este privit ca un gabarit al componentei și are de regulă o formă rectangulară sau una poligonală simplă.

Procedeul de realizare a conturului este similar cu cel definit pentru alte obstacole: se alege *Obstacle Tool* din bara de instrumente, se execută Click Dreapta→New apoi Click Dreapta→Properties. În fereastra care apare se fac setările necesare și se validează cu „OK”. În acest moment se poate desena conturul cu ajutorul mouse-ului.

În mod similar se pot adăuga și alte obstacole/contururi. Obstacolul tip “Detail” se utilizează pentru contururi ce vor apărea pe masca de inscripționare (Silkscreen) sau alte contururi ce vor apărea în desenele de plantare (de asamblare). Obstacolul tip “Copper” se utilizează pentru a defini arii de cupru atașate componentei. Este posibil să atașăm o zonă de cupru unui pin.

Adăugarea de texte se face selectând butonul *Tool Text* și apoi Click Dreapta→New. Se deschide fereastra “Text Edit” (figura 9.4) în care se scrie textul dorit și se alege dimensiunea sa. De obicei se adaugă texte libere (“free”).

Alte tipuri de texte în fereastra editorului grafic de capsule apar ca locații (câmpuri). Locațiile sunt precedate de caracterul “&”, de exemplu “&Comp” pentru numele componentei (Reference Designator) sau “&Value” pentru valoarea componentei sau “&Pack” pentru denumirea package-ului. La ieșirea din “Library Manager” și utilizarea componentei pe placa de circuit în blocul Layout propriu-zis, locațiile sunt completate cu textele corespunzătoare proprietăților respectivei componente.

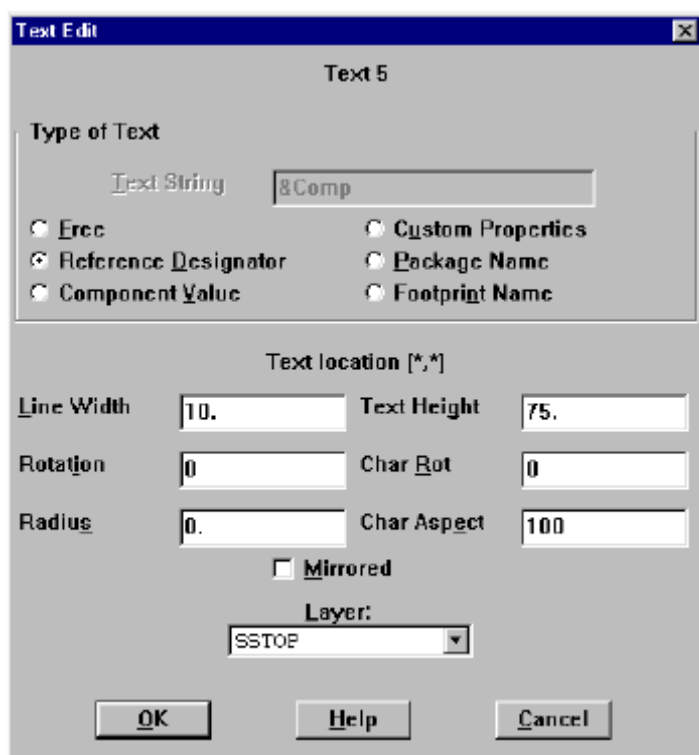


Fig. 9.4 Fereastra „Text Edit”

După ce se crează o capsulă, ea trebuie memorată într-o bibliotecă. În acest scop se apasă butonul *Save* sau *Save As* din partea stânga-jos (vezi figura 9.2) ceea ce determină apariția ferestrei „Save Footprint As” (figura 9.5). Se observă că în această fereastră există butonul *Create New Library* care ne permite să creăm o bibliotecă proprie în care să fie salvată capsula proiectată.

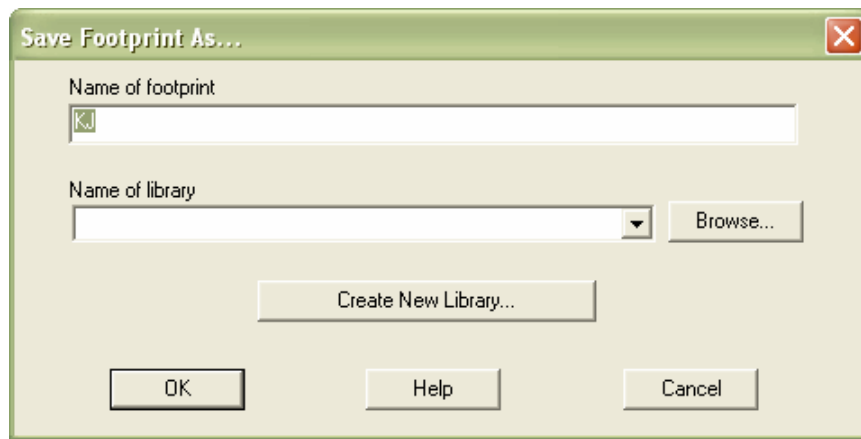


Fig. 9.5 Fereastra „Save Footprint As”

III. Desfășurarea laboratorului

1. Să se proiecteze montajul din figura 9.6. Plăcuța de circuit imprimat va avea o formă pătrată cu dimensiunea 4cm x 4cm. Circuitul integrat va fi plasat pe o margine a plăcii iar capsula acestuia va fi creată conform figurii 9.7. Toate trasele au grosimea de 1mm iar toate spațierile sunt la 1,5mm.

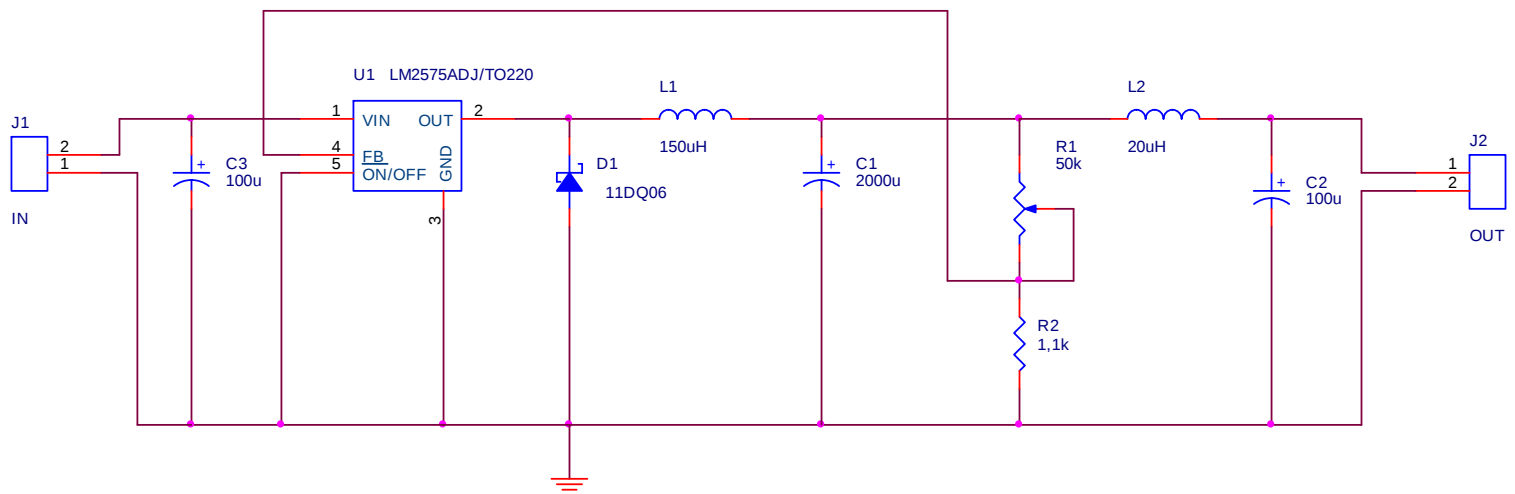


Fig. 9.6

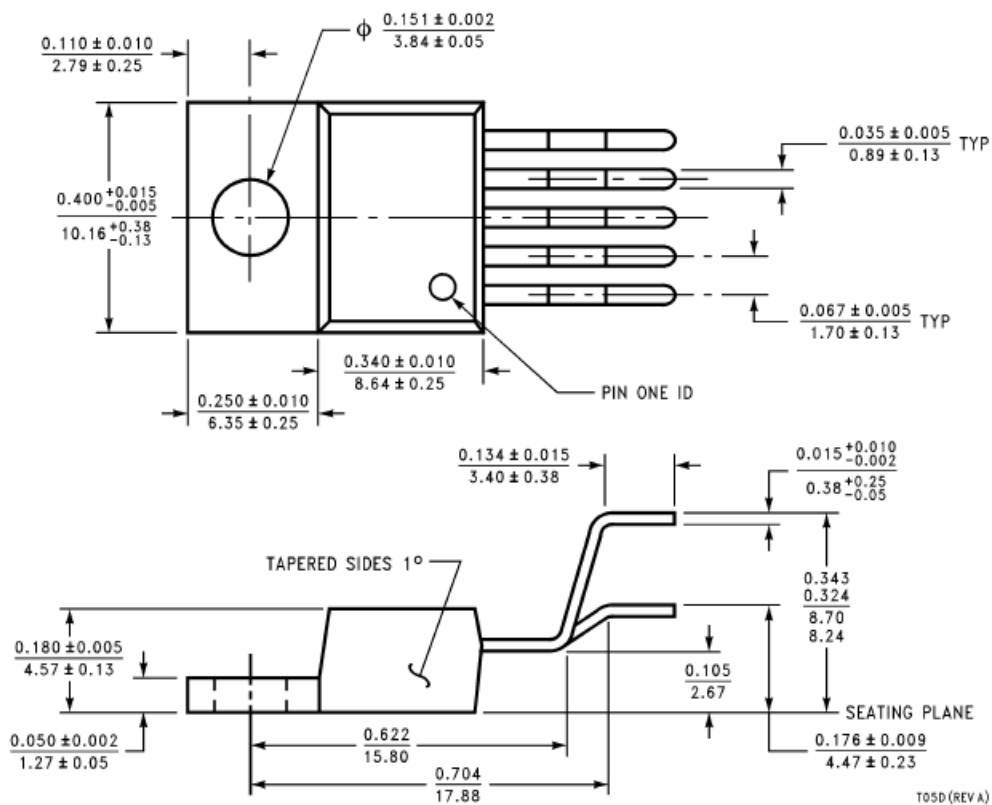


Fig. 9.7

IV. Tema de casă

1. Să se proiecteze montajul din figura 9.8. Plăcuța va avea o formă rectangulară cu dimensiunea 10cm x 6cm. Pe placă se va monta un soclu pentru bateria de 9V realizat conform desenului din figura 9.9. Soclul se va plasa pe una din laturile mai mici ale plăcuței. Circuitul ZN414 poate fi echivalat cu circuitul 7407. Pentru difuzor se va prevedea un conector cu doi pini. Trasele vor avea o grosime de 0,7mm iar toate spațierile vor avea valoarea 1mm.

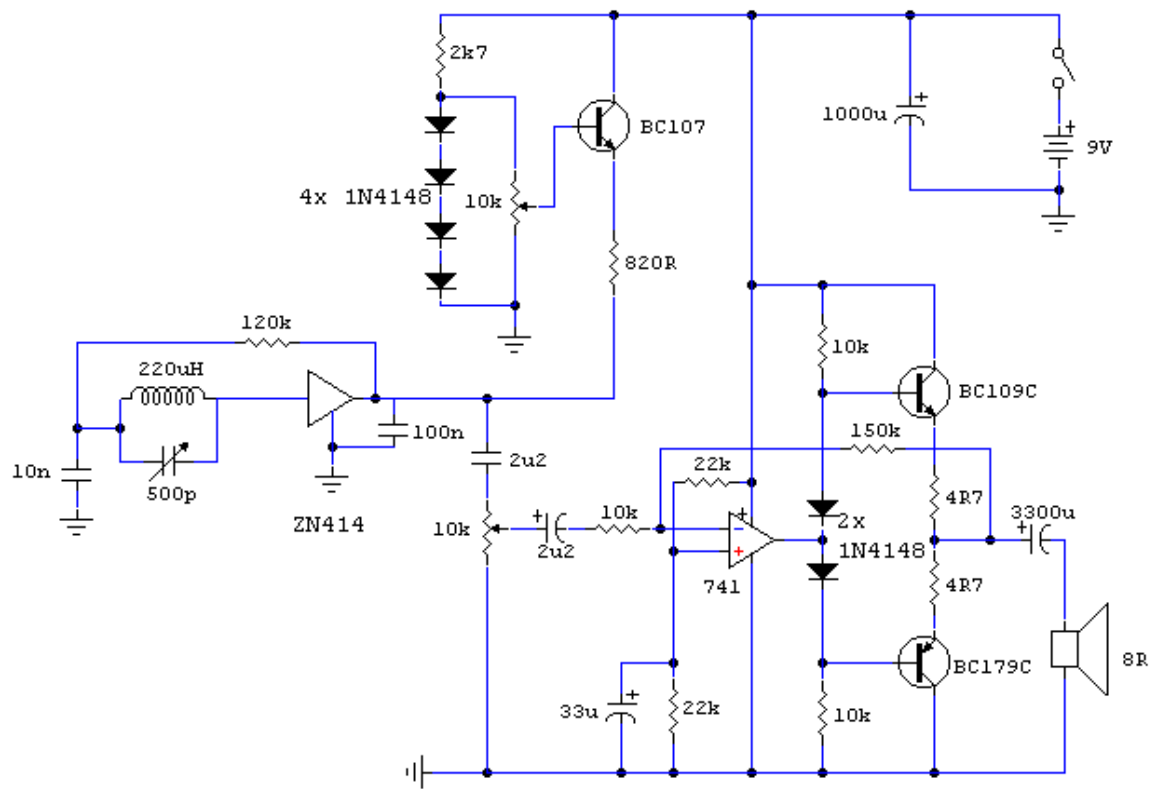


Fig. 9.8

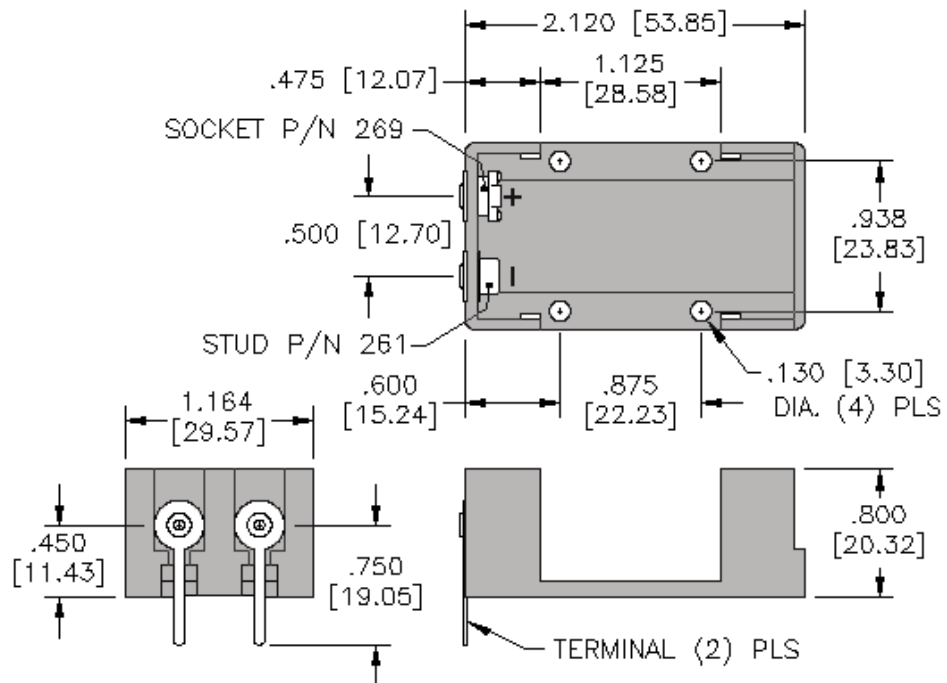


Fig. 9.9