

# TEHNOLOGII DE INTERCONECTARE ÎN ELECTRONICĂ

## **LUCRAREA DE LABORATOR nr. 2** ***METODE DE COMUNICAȚIE PERFORMANTĂ ÎNTRE BLOCURI DE PROIECTARE "CAD" ȘI POSTPROCESĂRI "SCM"***

**Scopul lucrării:** Scopul prezentei lucrări de laborator este de a evidenția avantajele comunicației și schimbului de date între blocurile unui sistem performant de proiectare "CAD", elemente ce permit o tratare integrată, completă și fără erori a întregului flux de proiectare a modulelor electronice, precum și de a introduce studentul în etapele de postprocesare necesar a fi executate la finalizarea proiectelor CAD schematice, etape fără de care este imposibilă parcurgerea întregului lanț de proiectare CAE-CAD-CAM a modulelor electronice.

### **Desfășurarea lucrării**

## **1. Comunicația performantă între blocurile de proiectare CAD ( „Inter-Tool Communication”)**

„INTER-TOOL COMMUNICATION” – comunicația între blocurile sistemelor performante de proiectare "CAD" (figura 1) reprezintă o capabilitate de dată recentă a programelor de proiectare asistată de calculator în domeniul ingineriei electronice, capabilitate ce permite un management performant al resurselor de proiectare și o perfectă corelație între diferitele stadii din cadrul proiectului electronic.

În ceea ce privește comunicația, mai jos sunt prezentate cele trei proceduri de interfațare între blocul de realizare a schemelor electrice (SCM) și cel de realizare a circuitelor imprimabile (PCB)

### **1. ECO (autoECO)**

AutoEco permite transferul proiectului SCM generat în blocul Capture către blocul Layout. De asemenea, AutoECO determină conflictele pin-to-pin care pot apărea datorită pinilor ce lipsesc din capsula alocată (footprint) sau datorită pinilor ce au denumiri diferite în Capture și Layout (exemplu: o dioda poate avea pinii numerotați 1 (anod) și 2 (catod) în Capture și denumiți A și C în Layout, necorelație ce nu permite transferul componente).

AutoECO comunică selectiv informațiile din Capture în Layout sau dintr-un circuit în altul. Cu alte cuvinte, când se transferă informația din Capture în Layout se poate alege opțiunea corespunzătoare din AutoECO pentru a adnota numai datele ce au fost modificate. În acest fel se pot evita erorile de suprascriere a informațiilor ce nu trebuie modificate. Se poate alege oricare din cele două opțiuni din AutoECO care comunică informația între blocurile Capture și Layout.

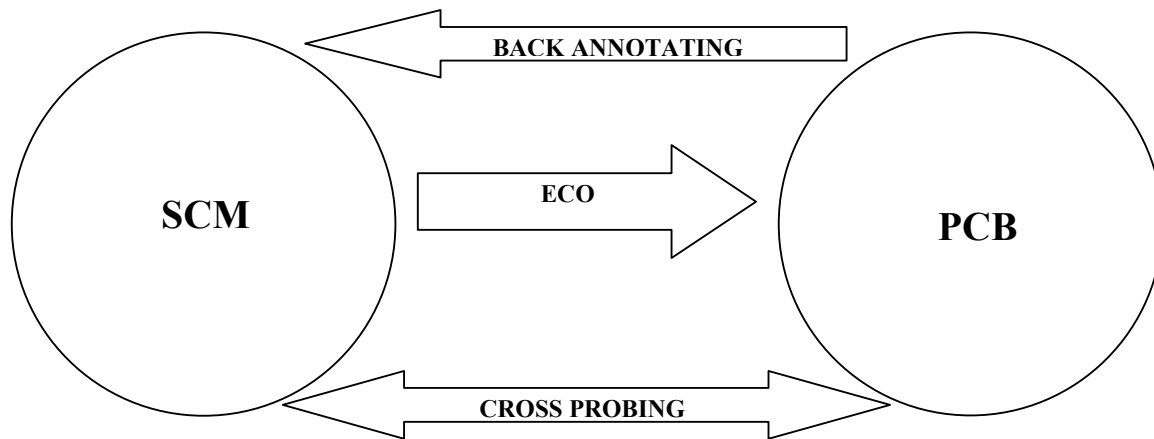


Fig. 1 „INTER-TOOL COMMUNICATION” – comunicația între blocurile sistemelor performante de proiectare ”CAD”

## 2. Cross probing

Cross Probing permite selectarea unuia sau mai multor obiecte în Capture, respectiv Layout, și activarea/vizualizarea obiectelor corespunzătoare acestora în celălalt bloc de proiectare. De exemplu, cu Cross Probing activat, selectând o conexiune dintr-o schemă în Capture se activează/marchează în Layout traseul corespunzător conexiunii electrice din respectiva schemă. Similar se petrec lucrurile și cu celelalte articole de proiectare, cum ar fi part-urile/footprint-urile.

### Setarea Cross Probing în Capture

Pentru folosirea Cross Probing trebuie ca blocurile Capture și Layout să fie simultan deschise și să conțină același proiect electronic. Etapele sunt următoarele:

1. Din meniul **Options** aflat în Capture se alege **Preferences**;
2. Se selectează tab-ul **Miscellaneous**;
3. Se bifează opțiunea **Intertool Communication (ITC)** după care se confirmă (OK).

**Obs:** Cross Probing este automat activat în Layout.

- Cross probing din **Capture** în **Layout**

#### Selectia din Capture

Componentă virtuală  
Poartă logică  
Conexiune electrică  
Arbore de conexiuni  
Pinul unei componente

#### Marcarea în Layout

Componenta (capsula) corespunzătoare  
Componenta (capsula) corespunzătoare  
Întregul traseu PCB  
Toate traseele asociate respectivului arbore  
Componenta (capsula) corespunzătoare

- II. Cross probing din **Layout** în **Capture**

#### Selectia din Layout

Componentă (capsulă)  
  
Traseu  
Pastila (pad-ul) unei componente

#### Marcarea in Capture

Componenta virtuală corespunzătoare (part-ul) sau toate entitățile în cazul unui part cu entități multiple  
Conexiunea corespunzătoare traseului  
Componenta virtuală corespunzătoare (part-ul)

## 3. Back annotating (annotation)

Back Annotating (back-annotation) este o procedură de tip reacție (“feed-back”) din partea unui proiect aflat în faza de proiectare PCB spre stadiul lui anterior (proiect SCM în blocul Capture). Modificările se referă la redenumiri de componente, pini, operații de swap-

are de pini interni, porți interne sau porți externe, etc.. Nu sunt acceptate pentru back-annotation modificările majore (ștergeri de componente, plasări de componente noi, introduceri de conexiuni sau trasee). Transferul informației în proiectul schematic presupune generarea unui fișier special și citirea/importarea acestuia în cadrul blocului Capture.

Pașii de realizare a procedurii **Back annotating** sunt următorii:

1. După efectuarea modificărilor în **Layout** se alege opțiunea **Back-annotated** din meniul **Auto**.

2. Dacă se face o modificare a numelor componentelor, pinilor, etc., se alege Orcad Back-annotation File (\*.SWP) pentru a genera fișierul de actualizare a proiectului SCM. După aceasta se confirmă (OK) pentru crearea fișierului de transfer.

3. Va apărea fereastră de dialog legată de salvarea proiectului în Layout. Este recomandat să fie salvat fișierul \*.MAX cu numele său anterior pentru a fi menținută legătura (link-ul) dintre fișierul din Layout și cel din Capture.

4. În mediul de proiectare Capture, din meniul **Tools** (pe nivelul Project Manager) se alege comanda **Back Annotate**. Va apărea fereastra de dialog **Back Annotate**.

5. Folosind butonul de căutare, se va găsi și selecta fișierul de actualizare din PCB (\*.SWP) creat la punctul 2, după care se confirmă cu OK. Astfel, Capture va actualiza proiectul schematic în conformitate cu modificările făcute în Layout.

Deoarece procedura back-annotation în cazul operațiilor de swap-are de pini interni, porți interne și porți externe este de mare utilitate în proiectele electronice practice, pentru început este important să definim câțiva termeni utilizați:

- **swap** = schimbare a elementelor echivalente între ele;
- **pin** = element de interconectare cu exteriorul al unei componente electronice (terminal);
- **gate** = entitate structurală din cadrul unei componente multi-entitate (poartă, monostabil, bistabil, etc.).

Pentru observarea procesului de swap-are prin procedura back-annotation, în cele ce urmează se va face o prezentare a modului de introducere a datelor necesare, utilizându-se schema electrică din figura 2.

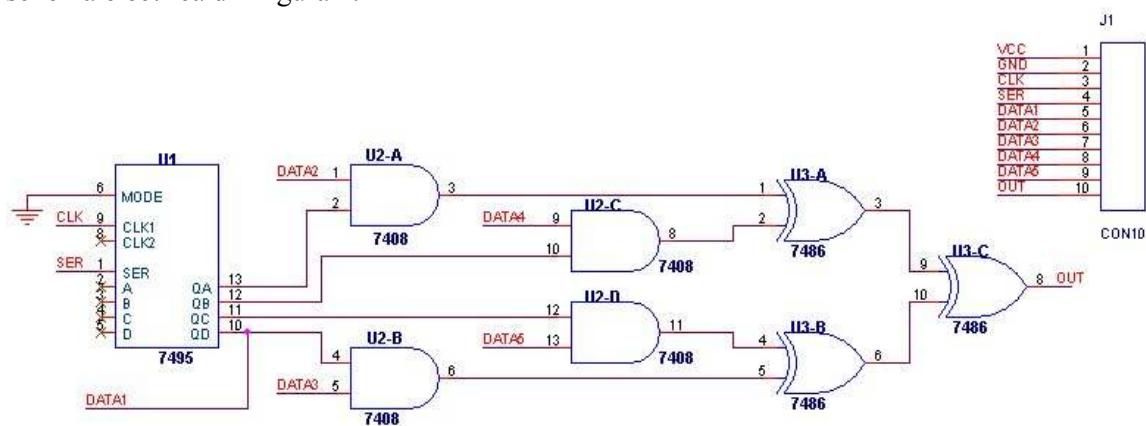
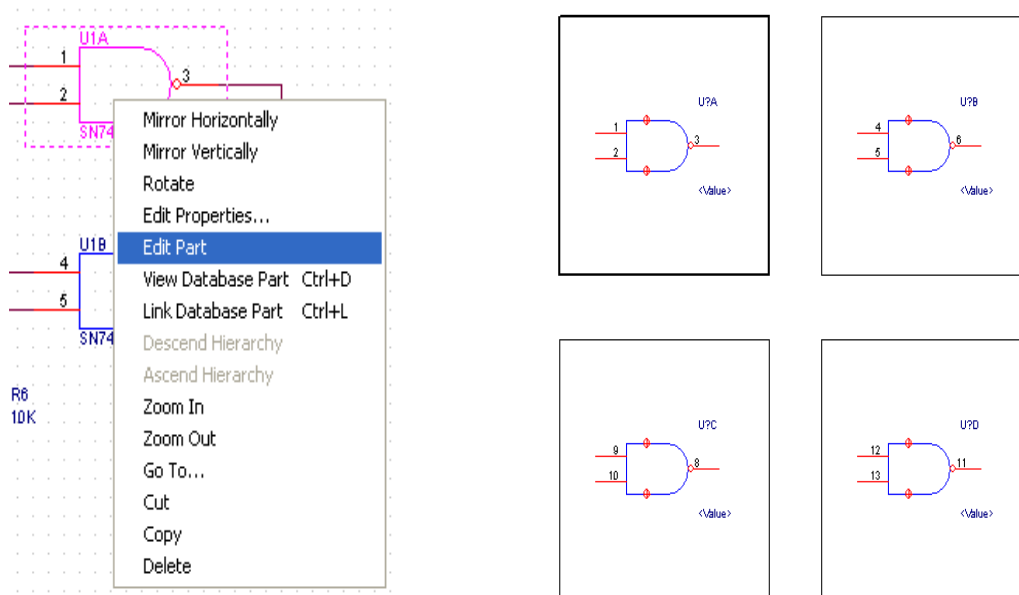


Fig. 2 Schemă electrică utilizată pentru tehnica ITC (procedura back-annotation)

Componentele existente în bibliotecile sistemului de proiectare nu au introdus informațiile pentru echivalențe de pini. De exemplu, la poarta ȘI-NU din figura 2 pinii 1 și 2 sunt echivalenți. La fel se poate spune și despre pinii 4 și 5. Ca urmare, va trebui să introducem aceste informații în part-ul deja realizat.

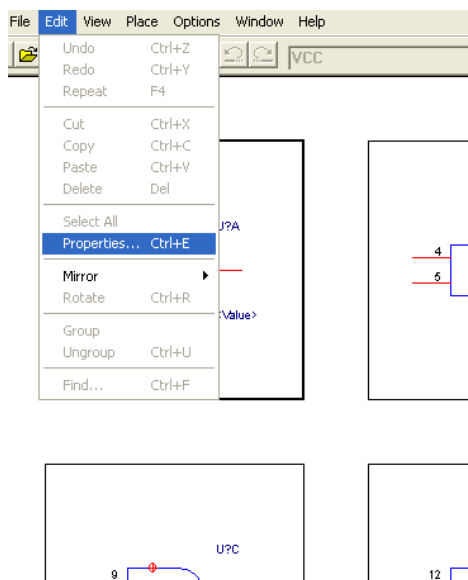
Structura definită de porți independente este realizată prin generarea efectivă a part-ului. Pornind cu **Edit Part** se poate observa, utilizând apoi meniul View/Package, reprezentarea din figura 3.



**Fig. 3** Structura de entități (porți logice - “gates”)

Aceasta indică faptul că în acest package se regăesc patru porți identice. Acestea se pot interschimba între ele (swap) în blocul Layout. Aceasta operație se poate realiza deoarece cele patru entitati sunt electric și funcțional identice. Aceasta informație va putea fi folosită în blocul Layout pentru a face swap de porți.

Continuând, trebuie introduse informațiile despre echivalența de pini. Astfel i se va „spune” programului că pinii 1=2 și că pinii 4=5. Pentru a realiza această operație, din vizualizarea de package în care eram anterior se va apela meniul Edit și de aici Properties (figura 4).



**Fig. 4** Echivalența de pini

În acest moment se va regăsi următoarea fereastră. Urmărind această fereastră se observa că pentru part-ul ales (care corespunde unuia din biblioteca originală a programului) coloana Pin Group nu are nimic completat. În această coloană trebuie introduse numere diferite de 0.

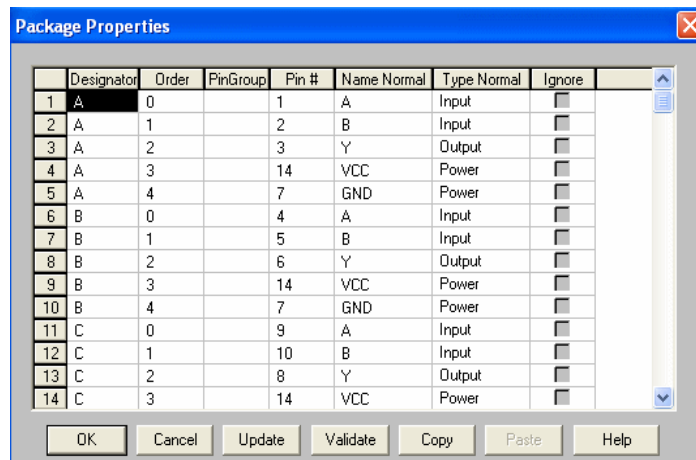


Fig. 5 Proprietățile unui package

Aceste numere diferite de 0 vor face disponibilă operația de swap-are de pini. Astfel se pot defini grupe de pini echivalenți (figura 6) care pot fi schimbați între ei. Pini echivalenți sunt aceia care au valoare identică.

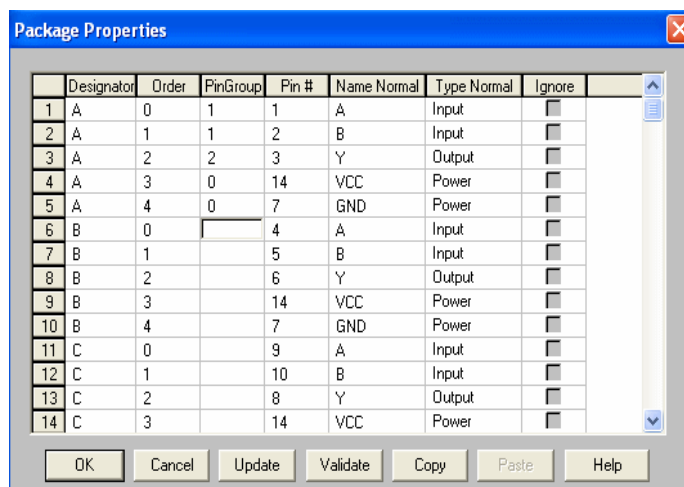


Fig. 6 Gruparea pinilor

La terminarea acestei operații se apasă butonul Validate pentru a se realiza o corectură a datelor introduse. De asemenea, se poate face completarea automată cu cifre acolo unde nu s-a realizat acest lucru. Se va obține o configurație asemănătoare cu cea din figura 7.

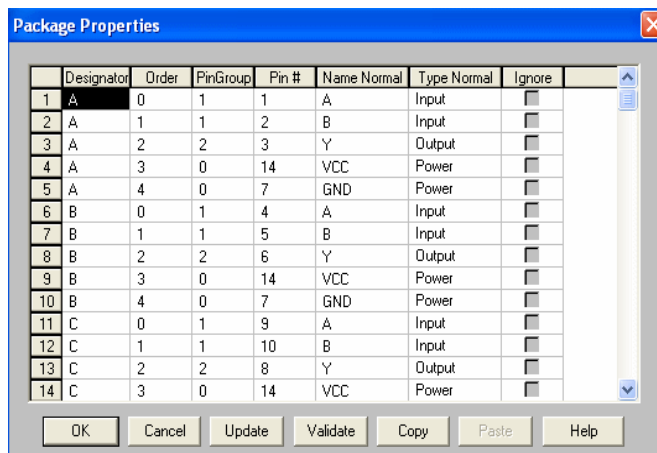


Fig. 7 Configurarea pinilor interni echivalenți

În acest fel se realizează introducerea informațiilor necesare swap-ării de pini și porți. În blocul Layout se poate face o swap-are manuală sau una automată. Cea automată se definește ca o etapă în operația de plasare a componentelor. Se va observa meniul Spreadsheet. Aici, în tabloul comenzii Strategy/Place Pass, se pot defini în câmpul Operation, pentru o anumită etapă, operația Swap Pins care poate să aibă sau nu asociată și operația Swap Gates.

Operația se poate realiza și selectând Pin. Apoi se selectează un pin din componentă și, urmând meniul Tool/Pin/Swap, se va face schimbarea cu un pin echivalent prin selectarea acestuia. În mod identic cu Swap Pin se poate realiza și schimbarea de porți prin selecția unei anumite porți. Se folosește apoi meniul Tools/Gate/Swap și se selectează cea de-a doua poartă.

Și în cazul pinilor și în cel al porților, se realizează transferul modificărilor către schema electrică cu ajutorul procedurii din Layout numită “Back-Annotation”. Se generează astfel un fișier cu extensia .swp care se introduce în proiectul Capture prin “Back annotation” din managerul de proiect.

## 2. Postprocesarea proiectelor SCM generate în sisteme de proiectare CAD

### 2.1 Realizarea copiilor “hardware” și generarea fișierelor HPGL

Realizarea copiilor hard se face prin intermediul comenzii Windows “Print”. Nu este cazul să se facă o explicitare a acesteia deoarece ea este regăsită în toate programele care rulează în sistemul de operare Windows. Este necesar, totuși, să se prezinte pe scurt modalitatea de postprocesare pentru obținerea fișierelor HPGL. În figura 8 este prezentată fereastra de configurare a comenzii “Print”.

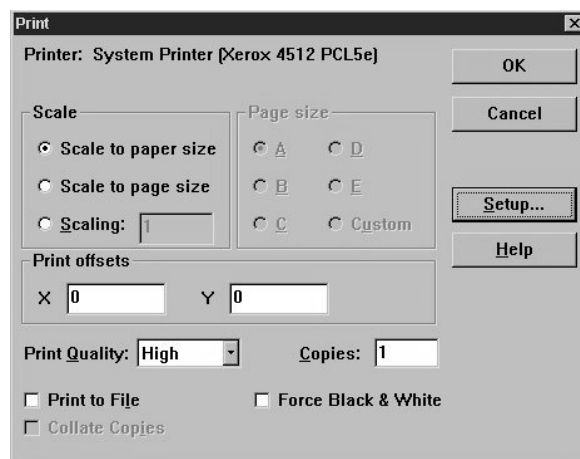


Fig. 8 Fereastra de printare/plotare a sistemului ORCAD

Se pot observa câteva instrucțiuni specifice, cum ar fi “Scale to paper/page size”, “Scaling” sau “Force Black&White”. Dar cea mai importantă în vederea obținerii fișierelor “spool” (\*.spl sau \*.plt) este “Print to file”. Prin intermediul ei utilizatorul poate comanda obținerea unui fișier special de postprocesare (de tipul HPGL, PS, etc.) care să satisfacă cerințele de proiectare și să confere portabilitate structurii realizate.

Pentru obținerea unui fișier HPGL, de exemplu, pașii de postprocesare sunt următorii:

- 1) Selectarea în caseta “Printer” a plotter-ului pentru care se dorește postprocesarea; dacă acesta nu figurează în lista imprimantelor disponibile, se instalează prin procedee specifice Windows.
- 2) Se bifează caseta “Print to file”.

- 3) Se dă comanda “Print” prin apăsarea butonului OK. Dacă plotter-ul a fost corect ales, fișierul de postprocesare va avea structura dorită de utilizator și va putea comanda echipamentul periferic ales. În caz contrar, “adaptarea” fișier-plotter nu se va realiza iar operația de plottare va conduce la rezultate eronate sau se va ajunge la imposibilitatea derulării respectivei operații. De aceea se recomandă ca operația de plottare să fie obligatoriu precedată de cea de vizualizare/editare a fișierelor de postprocesare.

## 2.2 Crearea listei de componente pentru aprovizionare

Lista de componente pentru aprovizionare se obține prin intermediul comenzilor de tipul BILL OF MATERIALS care se găsesc în meniurile REPORTS și TOOLS. Comanda din TOOLS este asemănătoare celei din REPORTS dar este mai puțin elaborată. De aceea se recomandă utilizarea cu precădere a comenzii:

### “CIS” BILL OF MATERIALS

din meniul REPORTS, ce generează fișiere cu extensia **.bom**). În figura 9 este prezentat tabloul acestei comenzi (metoda standard).

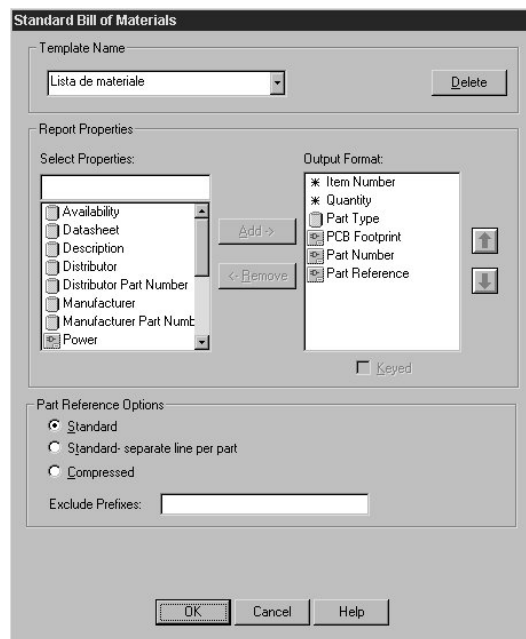


Fig. 9 Tabloul de configurare a listei “standard” de componente

Trebuie specificat faptul că meniul REPORTS este disponibil utilizatorului numai în cazul în care este activă fereastra managerului de proiect și nu atunci când, de exemplu, entitatea de proiectare activă este doar pagina schematică. Lista de componente poate fi creată în două modalități: standard și “Crystal reports”.

Pentru lista standard (figura 9) utilizatorul trebuie să decidă ce informații dorește să conțină respectiva listă. Domeniile tabloului sunt: “Template name” (liste cu nume diferite pot conține articole diferite), “Report properties” (pentru selectarea rubricilor listei) și “Part reference options” (care se referă la modalitățile de prezentare a listei - standard, comprimată, part/line). Cele mai importante rubrici sunt: “Quantity”, “Item number”, “Value”, “PCB Footprint” dar pot fi introduse și alte informații cu privire la fabricantul componentei, tip, descriere, etc.).

Lista de componente de tip “Crystal Reports” este o structură specială care se bazează pe un soft specializat destinat generării de rapoarte (Seagate Tech, Inc) orientate pe client (custom reports). Acest tip de listă poate fi pus în legătură cu programe de baze de date relaționale (de exemplu Access).

**Obs.:** Mai multe informații se pot obține de la adresa de web:  
[www.orcad.com/CIS/crystal.htm](http://www.orcad.com/CIS/crystal.htm)

### 2.3 Rularea procedurii de verificare electrică a structurii schematice

Procedura de verificare electrică a structurii schematice se realizează cu comanda “Design Rules Check” din meniul TOOLS. Comanda este disponibilă utilizatorului doar dacă este activă fereastra managerului de proiect și, în plus, este selectat design-ul ce urmează a fi testat. Verificarea se face în conformitate cu matricea erorilor electrice ERC, fișierul obținut prezentând extensia **.drc**. În figurile 10 și 11 sunt prezentate tabloul procedurii DRC și cel al erorilor electrice ERC.

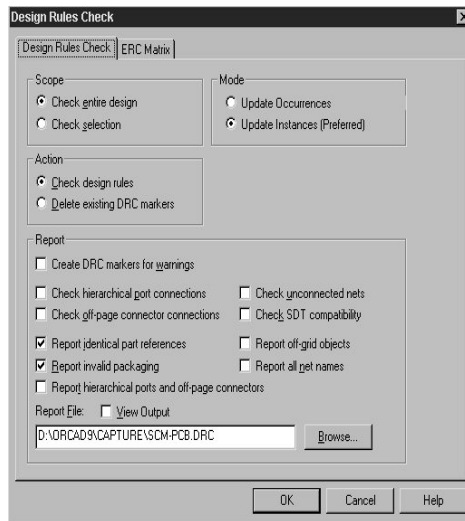


Fig. 10 Tabloul procedurii DRC

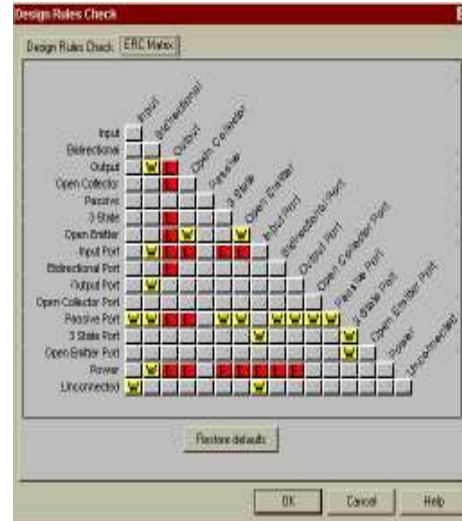


Fig. 11 Tabloul matricei erorilor electrice ERC

Domeniile tabloului procedurii DRC sunt:

⇒ “Scope”:

- check entire design (verificarea întregului design)
- check selection (verificarea unei zone selectate)

⇒ „Mode”:

- Update occurrences (SCM, PCB)
- Update instances (FPGA, PSpice)

⇒ „Action”:

- check DR (verificarea propriu-zisă)
- delete existing DRC markers (ștergerea marker-ilor DRC)

⇒ “Report”: conține casete de bifare pentru categoriile de verificări (“check”) și articole ce pot fi luate în considerare (“report”).

### 2.4 Localizarea componentelor virtuale

Comanda **Cross reference** este utilizată pentru localizarea componentelor virtuale în cadrul blocului SCM atât în ceea ce privește poziționarea lor în aria de lucru (sistemul furnizează coordonatele la care pot fi găsite part-urile) cât și în ceea ce privește plasarea acestora în paleta de bibliotecii. În plus, comanda oferă posibilitatea unor sortări și generării unor rapoarte utile proiectantului (de exemplu, se poate obține un raport cu privire la entitățile neutilizate din cadrul capsulelor care conțin mai multe entități în interiorul lor). Comanda se găsește în meniul TOOLS și este disponibilă utilizatorului doar dacă este activă fereastra “project manager” și, în plus, este selectat design-ul pentru care se face postprocesarea. Fișierul rezultat prezintă extensia **.xrf**.



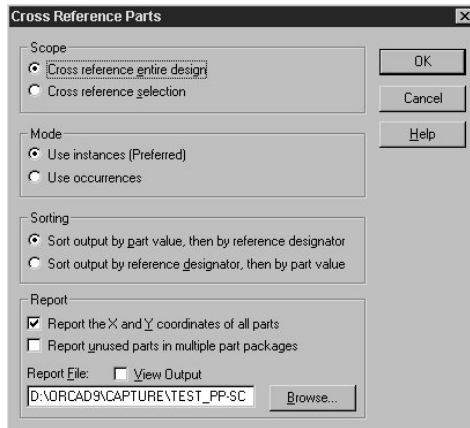


Fig. 12 Tabloul comenzii “Cross reference”

## 2.5 Generarea listelor de postprocesare/transfer de tip “netlist”

Comanda **Create Netlist** este una dintre cele mai importante comenzi de postprocesare deoarece ea permite generarea unor fișiere specializate destinate interfațării mediului ORCAD CAPTURE cu alte medii de proiectare din domeniul electronicii. Comanda se găsește în meniul TOOLS și, la fel ca în unele cazuri anterioare, este disponibilă utilizatorului doar dacă fereastra managerului de proiect este activă și dacă este selectat design-ul pentru care utilizatorul dorește să realizeze activitatea de postprocesare. Obiectele incluse în “netlist” sunt doar obiectele “cu terminale” și arborii de conexiuni, unele articole importante cum ar fi găurile de prindere la șasiul metalic ale viitorului modul, plus alte articole mecanice, nefiind incluse.

**Create Netlist** este o comandă de tip multi-tab ce permite generarea următoarelor formate de fișiere: EDIF 200, Pspice, SPICE, VHDL, Verilog, Layout, INF și Other. Proiectantul poate realiza și un fișier de tip “Allegro Netlist” dar acest lucru este disponibil din meniul ACCESSORIES.

O postprocesare de importanță vitală în cadrul lanțului de proiectare tehnologică este transferul SCM - PCB. Etapele de realizare a lui sunt următoarele:

1. Meniul TOOLS → Create Netlist.
2. Utilizare tab “Layout” și generare fișier de transfer (\*.mnl).
3. Deschidere bloc PCB (“Layout Plus”) → New.

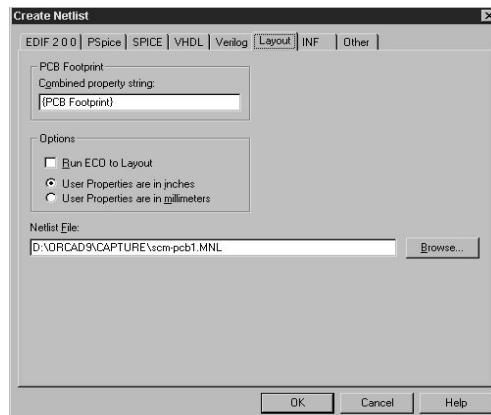


Fig. 13 Tabloul comenzii “Create netlist”

4. Încărcare fișier “template” (.tpl, .tch), fișier ce reprezintă un șablon pentru configurarea proiectării în blocul PCB.
5. Încărcare fișier de transfer (\*.mnl).

6. Salvare fișier PCB (\*.max) ⇒ rezultat.

## 2.6 Exportul/importul de proprietăți;

În meniul TOOLS există și comanda **Export/Import Properties** ce permite salvarea/citirea proprietăților structurilor schematice în/din fișiere ASCII. Fișierele ASCII obținute au avantajul că nu mai reprezintă structuri în formatul binar specific sistemului de proiectare (deci structuri “criptate”), ci fișiere “text” ce pot fi citite și editate cu orice editor ce nu introduce caractere de formatare.

Proprietățile sunt delimitate prin intermediul unor spații (tab-uri) și pot fi accesate de programe specializate de lucru cu configurații tip tabel sau tip bază de date. Importul/exportul proprietăților se poate face pentru categoriile “design” și “library”.

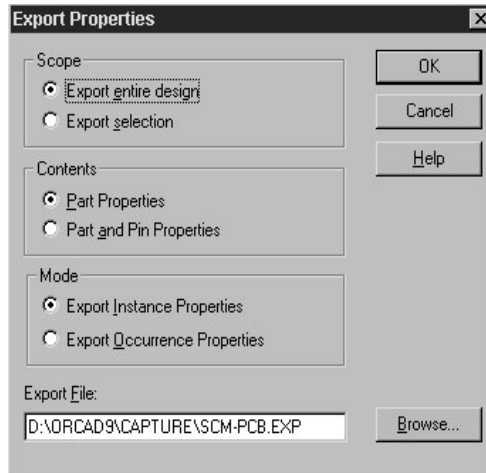


Fig. 14 Tabloul comenzii “Export properties”

## 2.7 Vizualizarea fișierelor de postprocesare HPGL

Dintre programele care se pot utiliza pentru vizualizarea fișierelor generate de programele CAD de proiectare pentru realizarea documentației tehnice, vor fi studiate și utilizate două aplicații: **PrintGL** și **GerbView**.

► **PrintGL** este un program stand-alone foarte util pentru vizualizarea rapidă a unui fișier de postprocesare HPGL (cu extensia **.plt** sau **.spl**). Acesta trebuie copiat în directorul în care se află instalat programul PrintGL (pentru o mai rapidă utilizare, în condițiile în care introducerea de la tastatură a întregii căi poate fi făcută cu erori). La deschiderea programului PrintGL apare fereastra principală, după cum se observă în figura 15.



Fig. 15 Fereastra principală a programului PrintGL

Se face click în dreptul liniei <s1:> și se tastează numele fișierului. De exemplu: *test.spl*. În acest mod se face încărcarea fișierului pentru vizualizare (figura 16).



Fig. 16 Încărcarea fișierului pentru vizualizare

Pentru a vizualiza acest fișier se apasă tasta <R> (*read*). După câteva secunde în care se poate observa o fereastră care afișează date despre fișierul deschis (figura 17), apare o zonă în care se află reprezentarea grafică conținută de fișierul încărcat (figura 18).

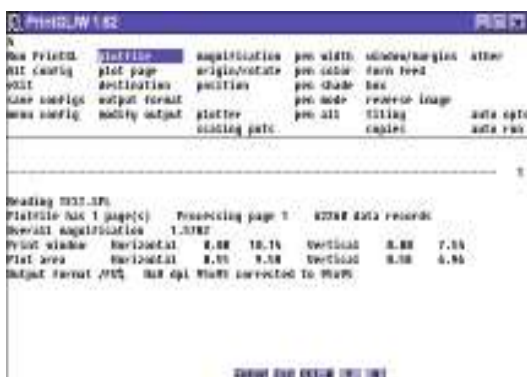


Fig. 17 Date despre fișierul deschis

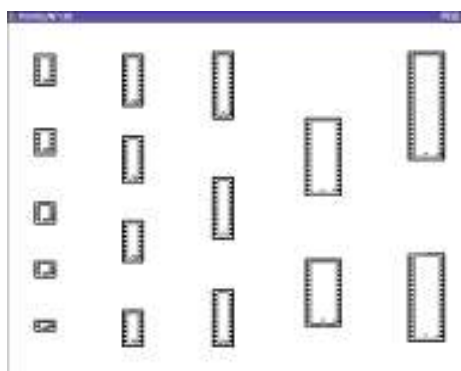


Fig. 18 Reprezentarea grafică a fișierul încărcat

Astfel avem posibilitatea rapidă de a verifica/vizualiza fișierul de postprocesare HPGL. Se observă pe ecran entitățile de proiectare selectate în faza de postprocesare.

► O variantă mai evoluată este reprezentată de utilitarul de vizualizare **GerbView**. Varianta prezentă în laborator permite vizualizarea atât a fișierelor HPGL și a celor Gerber (fișiere pentru fabricația circuitelor imprimate). Pentru vizualizare se face deschiderea fișierului din meniul File. Apoi prezentarea ecranului este asemănătoare cu cea din figura 19.

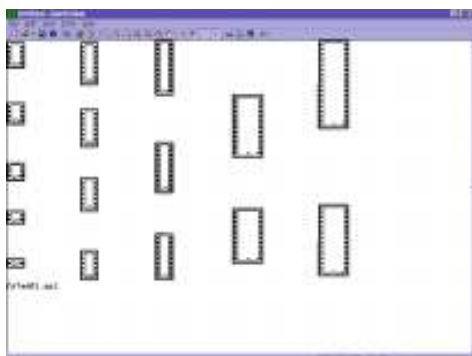


Fig. 19 Reprezentarea grafică a fișierul încărcat

O opțiune utilă este aceea de a converti un fișier încărcat de tip HPGL (**.spl** sau **.plt**) sau Gerber (**.gbr**) în următoarele tipuri de fișiere: Windows Bitmap (**.bmp**), Tagged Image Format (**.tif**), JPEG (**.jpg**), PNG (**.png**), Adobe PDF (**.pdf**). Opțiunea acesta se găsește în meniul File și se numește <Save to Raster>. Câteva opțiuni despre utilizarea acestei comenzi se pot observa în figura 20:

- opțiuni caracteristice pentru fiecare tip de fișier de ieșire;
- fișierul/fișierele care se doresc convertite;
- opțiune de scalare și de autoscalare;
- opțiune de centrare pe pagină;
- posibilitatea de scalare și de alegere a rezoluției de printare;



Fig. 20 Conversia unui fișier HPGL în fișiere de alte tipuri

### **Meniul de configurare:**

Avem posibilitatea de a vedea numele fișierului pe ecran sau de a utiliza coordonatele metrice (zona <Workspace>).

Se pot alege diferite caracteristici pentru tipul de format Gerber. Se tipăresc la <Default extension> literele care definesc extensia fișierului Gerber (zona <Gerber>).

În zona <Apertures> se definesc aperturile pentru afișarea pe ecran. De asemenea se poate încărca un fișier predefinit de aperturi care se poate salva cu extensia <.gba>.

Din tabul <Excellon> se fac setări asemănătoare cu cele de la <Gerber>, doar că aici se tastează extensia pentru fișierul de găurire Excellon care de obicei este <.spl>.

În tabul <HPGL/2> se fac două setări pentru utilizarea fișierelor de plotter: numărul de segmente din care se creează un arc de cerc și ajustarea culorii dacă acesta nu este vizibilă. În final se tastează extensia fișierului predefinit ( de obicei cu extensia <.plt> sau <.spl>).

La zona <Print> se poate seta ce se va tipări alături de partea grafică: data, ora, numele fișierului, text dorit. Se setează și poziția de tipărire pe pagina de hîrtie. În final avem setări privitoare la scalare și centrare. De asemenea, se poate face o tipărire și cu opțiunea <monochrome>.

Tab-ul <Other> prezintă grila de afișare. Aceste valori pot fi modificate. În partea a doua a tab-ului se afișează extensiile pentru care se face autodeschiderea fișierelor.

Toate aceste opțiuni sînt prezentate în figura 21.



a) Workspace

b) Gerber

c) Apertures



d) Excillon



e) HPGL/2



f) Print



g) Other

Fig. 21 Opțiuni de configurare

O altă opțiune utilă a programului GerbView este aceea de <Query>. La deschiderea ferestrei de informații (query) se selectează un element din aria grafică. În fereastră se vor afișa date de realizare: coordonatele de început și de sfârșit, lungimea segmentului, penița utilizată, culoarea, grosimea trasei de printare (figura 22).

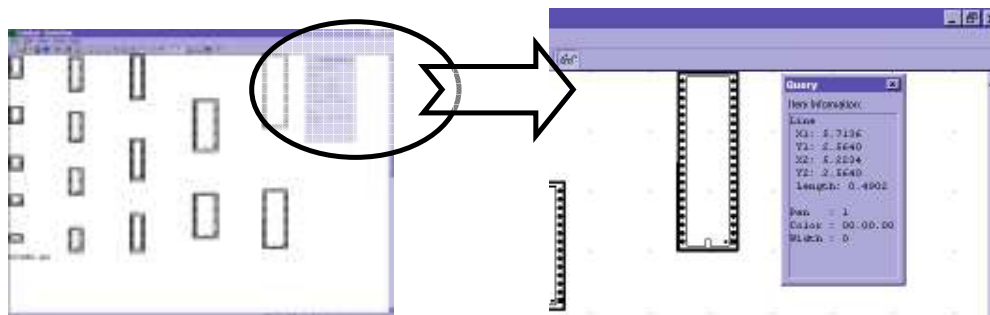


Fig. 22 Obținerea de informații cu privire la entitățile de proiectare

Acest program are posibilitatea de a deschide simultan/separat atât fișiere HPGL cât și Gerber. În figura 23 se vede o deschidere simultană a două fișiere, iar în figura 24 se prezintă fereastra <Loaded files> cu fișierele active și vizibile.

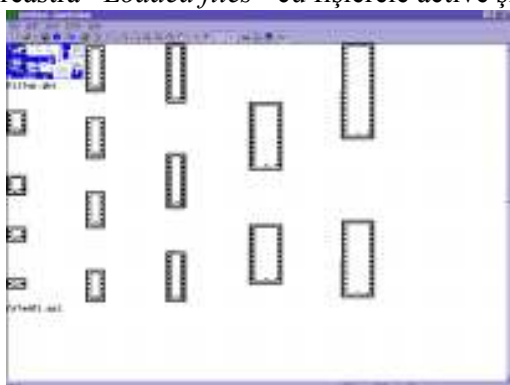


Fig. 23 Deschiderea simultană de fișiere



Fig. 24 Fișierele active și vizibile

Figura 25 este o prezentare detaliată a unui fișier Gerber (fișierele Gerber vor fi studiate în cadrul laboratorului de postprocesări PCB) încărcat în utilitarul GerbView. Se observă că este activă opțiunea de afișare a numelui fișierului.



Fig. 25 Prezentarea detaliată a unui fișier de postprocesare

### **Întrebări:**

1. Ce reprezintă ITC? Prezentați avantajele.
2. Ce reprezintă “back-annotation”? La ce se limitează procedura?
3. Ce reprezintă “cross-probing”? Prezentați avantajele.
4. Care este rolul activității de postprocesare?
5. Ce reprezintă postprocesarea SCM?
6. Care sunt “output”-urile unei postprocesări SCM?
7. Care sunt formatele uzuale ale fișierelor de postprocesare SCM?
8. Fișierele de postprocesare HPGL sunt de tip “vector” sau “raster”?
9. Poate fi aplicată soluția generării de documente PDF și în cazul schemelor din proiectele electronice?

### **Teme suplimentare:**

1. Scrieți etapele de procesare în cazul utilizării procedurii ITC.
2. Faceți “cross-probing” pe un proiect personal, dezvoltat ca temă de studiu individual.
3. Scrieți un mic studiu comparativ cu privire la formatele de postprocesare de tip “vector” și “raster”.
4. Realizați o schemă electrică de complexitate redusă și generați fișiere de postprocesare de diferite tipuri. Comparați fișierele obținute. Încercați să le vizualizați.

5. Converteți cu ajutorul programului GerbView un fișier HPGL în toate formatele disponibile în cadrul utilitarului. Care este dimensiunea fișierelor generate în comparație cu originalul și care fișier are dimensiunea cea mai redusă?

≈●≈