

Standarde de fabricație

Pentru fabricarea plăcilor de circuit imprimat se pot utiliza mai multe formate de post-procesare, bazate pe diferite standarde, cum ar fi :

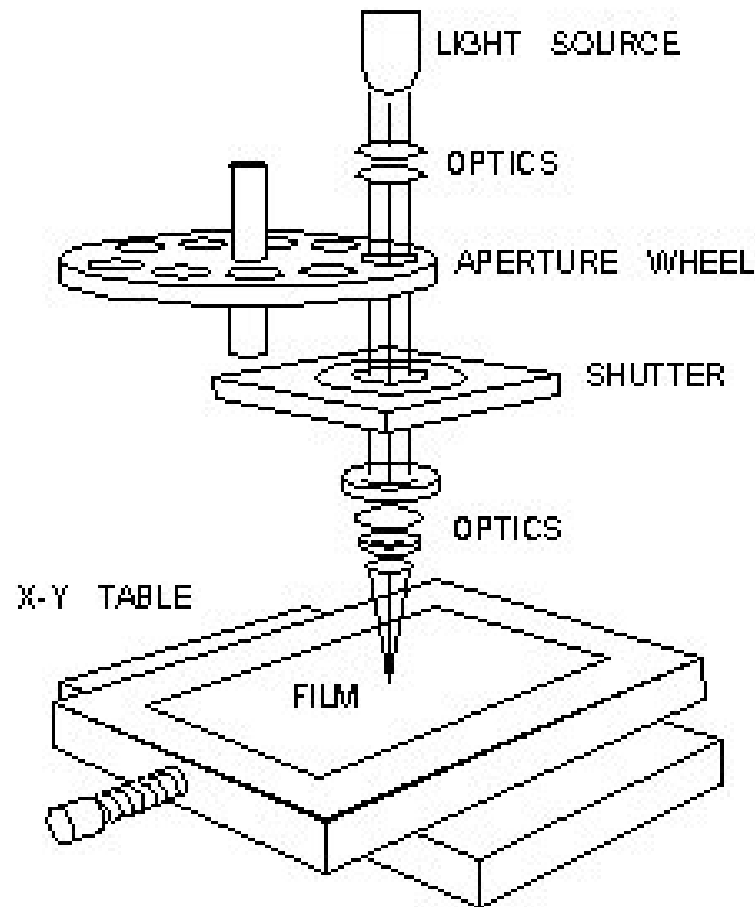
- 1. RS-274 D**
- 2. RS-274 X**
- 3. FIRE 9XXX**
- 4. EIE**
- 5. BARCO DPF**
- 6. IPC-D-350**

Primele 3 formate sunt de tip Gerber, avantajul nr. 2. și 3. fiind că nu mai este necesară crearea unei liste de aperturi suplimentare (detalii vor urma).

Formatele 5 și 6 sunt foarte elevate, totuși, formatul Gerber este încă utilizat pe scară largă.

Toate sistemele CAD pentru PCB creează fișiere de post-procesare în formatul Gerber, fișiere ce sunt utilizate la generarea filmelor master de fabricație cu ajutorul unui foto-plotter.

Foto-plotter: un plotter care utilizează, în locul unui toc, o sursă de lumină numită generic OEH (Optical Exposure Head). Este compus dintr-o sursă de lumină puternică, un obturator, și o roată cu deschideri - aperturi (aperture wheel). Raza de lumină este apoi direcționată către filmul fotografic. Un sistem de comandă transformă comenzile din fișierul Gerber în comenzi corespunzătoare ale mesei, sau comandă rotirea roții cu aperturi și a obturatorului.



Fotoplotter

“Gerber” este standardul “de facto” pentru producerea artwork-ului PCB (film master) la fotoplotter.

Formatul Gerber a apărut la începuturile anilor 1960 atunci când compania Gerber Scientific Instrument Company a produs pe scară largă fotoplotter. Formatul de date corespunzător s-a numit **EIA Standard RS-274 Data (Electronic Industries Association).**

Numele Gerber a devenit sinonim cu fotoplotterele pentru industria circuitelor imprimate.

Standard Gerber = Standard EIA RS-274 D (format Gerber standard)

Exemplu de fișier Gerber

Structura și conținutul unui fișier Gerber tipic este următoarea:

G90*

G70*

G54D10* - Selecție apertură nr. 10

G01X0Y0D02*

X150Y0D01*

X150Y300D01*

G54D11*

D03*

X0Y0D03*

X150Y0D03*

X0Y0D02*

M02*

G90/G91 Selectarea modului de lucru cu coordonatele Absolut vs. Incremental;

G70/G71 Inch vs. Millimetri

Comenzi de tip Draw și Flash: D01, D02, D03



D01 (D1): deplasare la locația x-y specificată cu obturatorul deschis;

D02 (D2): deplasare la locația x-y specificată cu obturatorul închis;

D03 (D3): deplasare la locația x-y specificată cu obturatorul închis, apoi se deschide pentru scurt timp și se închide (flash).

Lista de aperturi

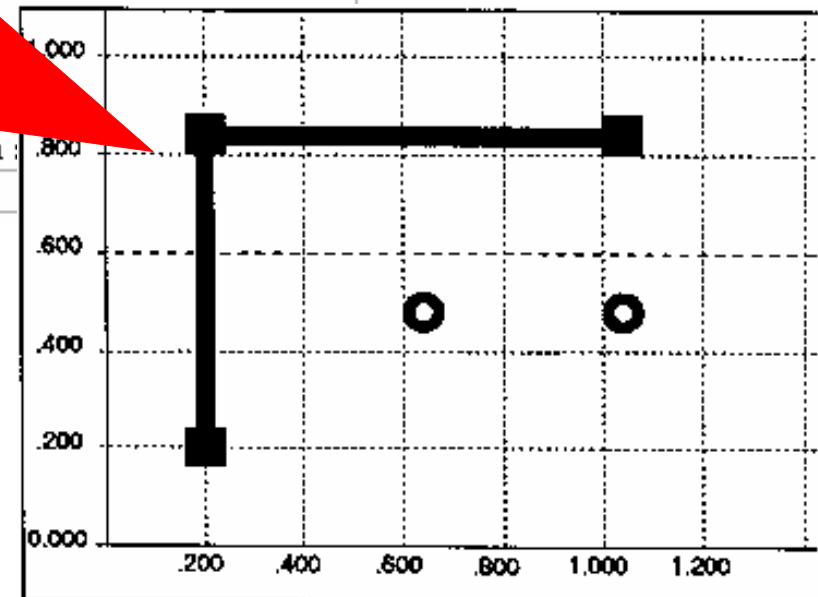
Din fișierul Gerber lipsesc informații critice cum ar fi formatul datelor, unitățile de măsură sau informații despre poziționarea punctului zecimal, a virgulei (zerouri la început sau la sfârșit- leading zeros sau trailing zeros) .

Pe lângă acestea, dintr-un fișier Gerber lipsesc INFORMAȚII FOARTE IMPORTANTE pe care nici cel mai experimentat operator nu le poate ghici. Aceste informații se referă la **descrierea a ceea ce corespunde fiecărei poziții a aperturii**. Codul “D” utilizat (D-code) în fișierul Gerber, se referă doar la poziția în roata (tabela) de aperturi.

Proiectantul trebuie să informeze fabricantul despre semnificația fiecărui D-code (apertură). Această descriere este numită **listă de aperturi**.

Acțiunea OEH a fotoplotterului se bazează pe informația din fișierul Gerber și pe lista de aperturi

X002Y002D02*	move to (0.2,0.2) with shutter closed
D11*	select aperture 2
D03*	flash selected aperture
D10*	select aperture 1
X002Y0084D01*	move to (0.2,0.84) with shutter open
D11*	select aperture 2
D03*	flash selected aperture
D10*	select aperture 1
X0104Y0084D01*	move to (1.04,0.84) with shutter open
D11*	select aperture 2
D03*	flash selected aperture
D12*	select aperture 2
X0104Y0048D02*	move to (1.04,0.48) with shutter open
D03*	flash selected aperture
X0064Y0048D02*	move to (0.64,0.48) with shutter open
D03*	flash selected aperture



Standardul RS-274 X

RS-274X este o extensie a standardului RS-274D (Gerber) care include:

- 1. format embedded pentru unitățile de măsură și structura datelor**
- 2. listă de aperturi embedded**
- 3. posibilitatea de definire a unor aperturi tip custom**
- 4. declarații pentru controlul filmului**
- 5. mai multe layere embedded într-un singur fișier**
- 6. definiții speciale pentru poligoane**

Formatul RS274X include o declarație în care se înglobează informații despre format, suprimarea zerourilor ș.a. într-o a singură linie: format (x,y), suprimarea zerourilor (leading, trailing sau niciunul), coordonate (absolute sau incrementale)

Exemplu:

$$\% \text{ FS } \left\{ \begin{matrix} L \\ T \\ D \end{matrix} \right\} \left\{ \begin{matrix} A \\ I \end{matrix} \right\} (Nn) (Gn) (Xa) (Yb) (Zc) (Dn) (Mn) * \%$$

cu:

L = leading zero omise	T = trailing zero omise
D = punct zecimal explicit (no se omit zerourile)	A = mod coordonate absolute
I = mod coordonate incremental	
Nn = număr de secvență, unde n este numărul de digiți (rar utilizat)	
Gn = cod funcție pregătitoare (rar folosit)	
Xa = formatul datelor de intrare X (5.5 max)	
Yb = formatul datelor de intrare Y	Zb = formatul datelor de intrare Z (Z nu este folosit de regulă)
Dn = draft code	Mn = misc code

%FSLAX24Y24*% Format Statement, Leading Zero omise, Coord. absolute, format=2.4;

%FSTIX44Y44*% Format Statement, Trailing Zero omise, Coord. incrementale , format=4.4

În concluzie: Utilizarea standardului RS-274X nu necesită lista de aperturi, fiind astfel redus numărul de fișiere.

Principalul dezavantaj al RS274X: sunt multe programe CAM implementate și fotoplottere care nu suportă standardul RS-274X.

Fotoplottere Laser

Primele fotplottere laser au apărut la începuturile anilor 1980 și au schimbat modul de gândire . Limitările vechilor fotplottere au fost total eliminate.

În acest fel proiectanții se pot focaliza pe layout-ul circuitului, fără restricțiile impuse de limitările aperturilor fizice și de poziționările mecanice la realizarea filmelor artwork (master).

În prezent, plotterele laser pot realiza imaginii cu orice layout PCB, cu orice articole sau orice forme. Deși terminologia de plottare, aperturi, flash, draw, etc. rămâne în vocabularul fabricanților PCB, termenele respective sunt azi depășite moral, fiind practic anacronice.

Fișierul de găurire Excellon

Firma Excellon este un producător de sisteme CNC (Computer Numerical Control) pentru mașini de găurit și frezare. Această companie a fost unul din pionierii produselor destinate circuitelor imprimate.

Termenul “fișier de găurire Excellon” a devenit sinonim cu fișierele destinate găuririi în coordonate de tip NC (numeric control).

Informația referitoare la găurire dintr-un fișier Excellon constă dintr-o serie de coordonate X și Y coordinates în legătură cu o anumită dimensiune a burghiului. Lista cu dimensiunile burghiilor este în mod uzual livrată într-un fișier separat, dar poate fi inclusă în header-ul fișierului.

Aşadar:

Fişierele de găurire Excellon -> Fişiere ce asigură controlul maşinilor de găurire automate pentru PCB.

Fişierele Excellon utilizează formatul numeric "xx.yyyy" , şi aceleaşi coordonate absolute ca şi fişierele Gerber.

Fişierele Excellon de tip raport -> fişiere ASCII ce oferă o statistică despre conţinutul fişierului Excellon şi diametrele burghiilor.

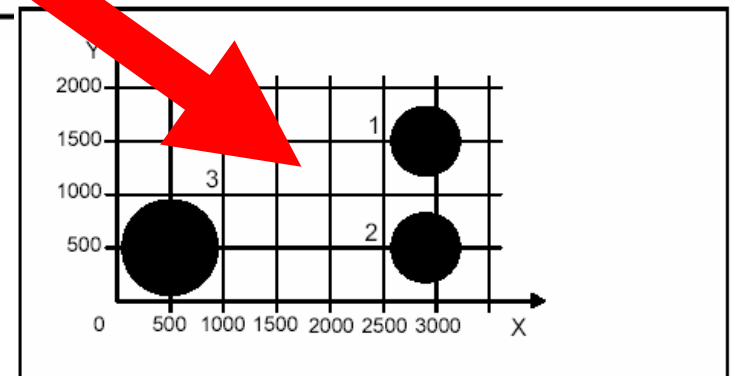
Se recomandă trimiterea la fabricant şi a unui desen de tip mecanic (desen tehnic) care arată dimensiunile găurilor şi dimensiunile plăcii. Acest desen este numit DRILL DRAWING şi poate fi un film sau tipărit pe hârtie.

Rezultatul acțiunii unui echipament N.C. Drill (mașină de găurit) pe baza informației din fișierul de găurire și a listei de burghie (tool list)

Example

Excellonfile

File content	Function	No.
%	initialise machine	
T1	select tool 1	
X2800Y1500	drill coordinate	1
X2800Y500	drill coordinate	2
T2	select tool 2	
X500Y500	drill coordinate	3
M30	end of programme	



Standarde “inteligente”

Mulți producători de PCB-uri s-au plâns de slaba calitate a datelor de fabricație (incomplete sau ambigue) oferite de proiectanții CAD.

În mod adițional, fabricanții PCB au nevoie de mult mai multe date, de mare diversitate: layer-ele PCB, inclusiv solder-mask și solder-paste (pasta de lipire), fișier de găurire, profilul și aranjarea stivei multistrat, impedanța caracteristică și alte date electrice, lista de componente (materiale), definirea de componente alternative, lista de semnale - netlists, cerințe privind testarea, etc.

SOLUȚIA: Utilizarea standardelor inteligente, care nu conțin numai date despre layout dar și o mare varietate de informații specifice proiectului, simplificând considerabil pregătirea datelor.

Informațiile necesare pentru a fabrica un produs electronic

PCB FABRICATION

• GERBER FILES

- Aperture List
- Copper Layer 1 to Layer “N”
- PCB Outline
- Silkscreen
- Solder Mask
- Solder Stencil (solder paste mask)

• DRILL FILES

- Drill Table
- Non Plated Holes
- Plated Holes (Through, Blind, Buried)

PCB ASSEMBLING

• Customer Parts List Parts list for building a specific assembly. (BOM)

- Customer Approved Vendor List for sourcing components parts.
- Component Pin Location List Containing the X,Y, side co-ordinates and rotation of component pins.
- Component Placement List Containing the X,Y, side co-ordinates and rotation of component pins.
- Fiducial Location List of an assembly's fiducial shapes for machine vision support.
- Net List Defines network connectivity for the PCB parts and its components.
- Firmware Software associated with a component part numbers.

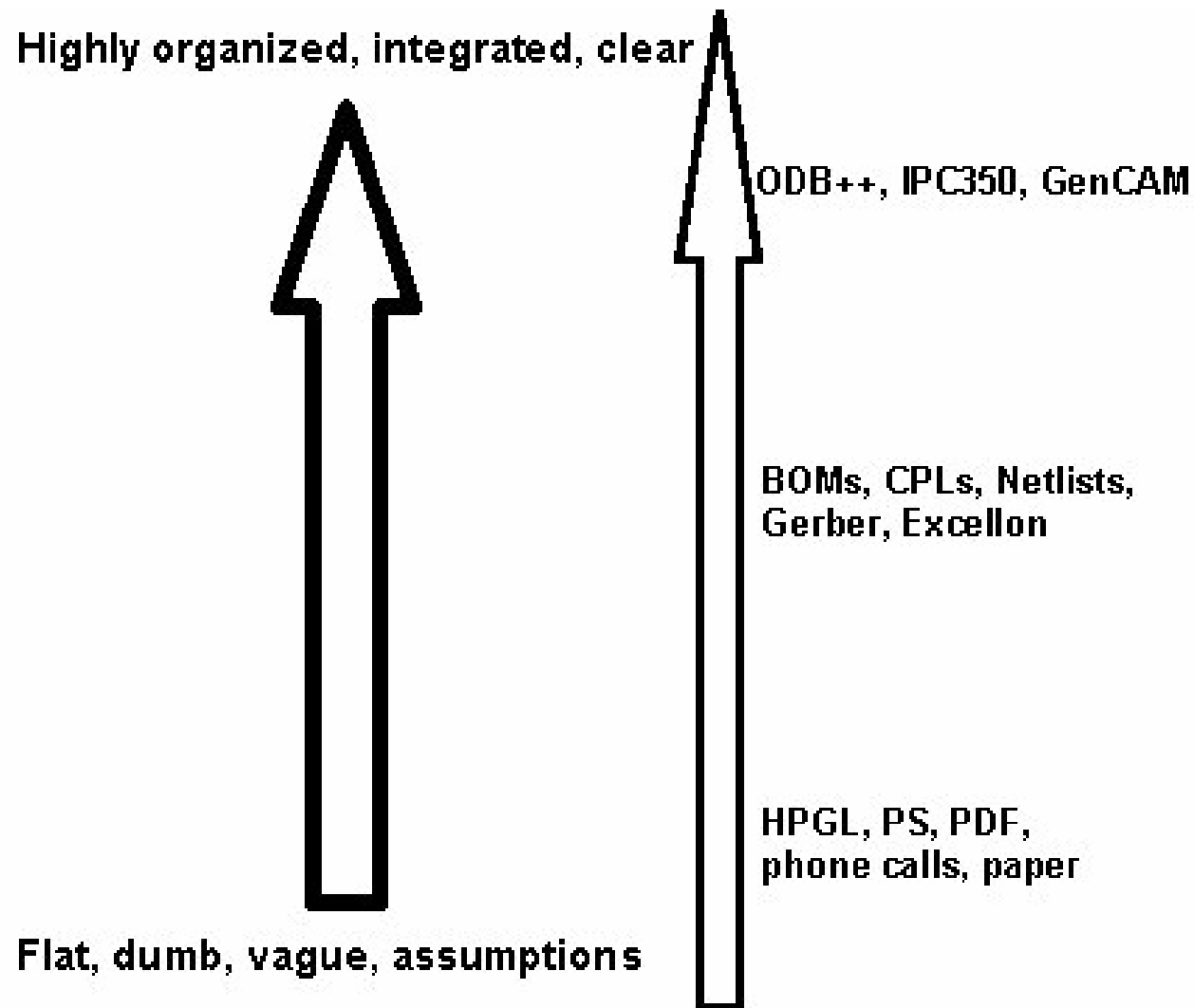
Mechanical CAD

- DWG, DXF, IGES files
- Mechanical Assembly Drawings

4. Electrical CAD file

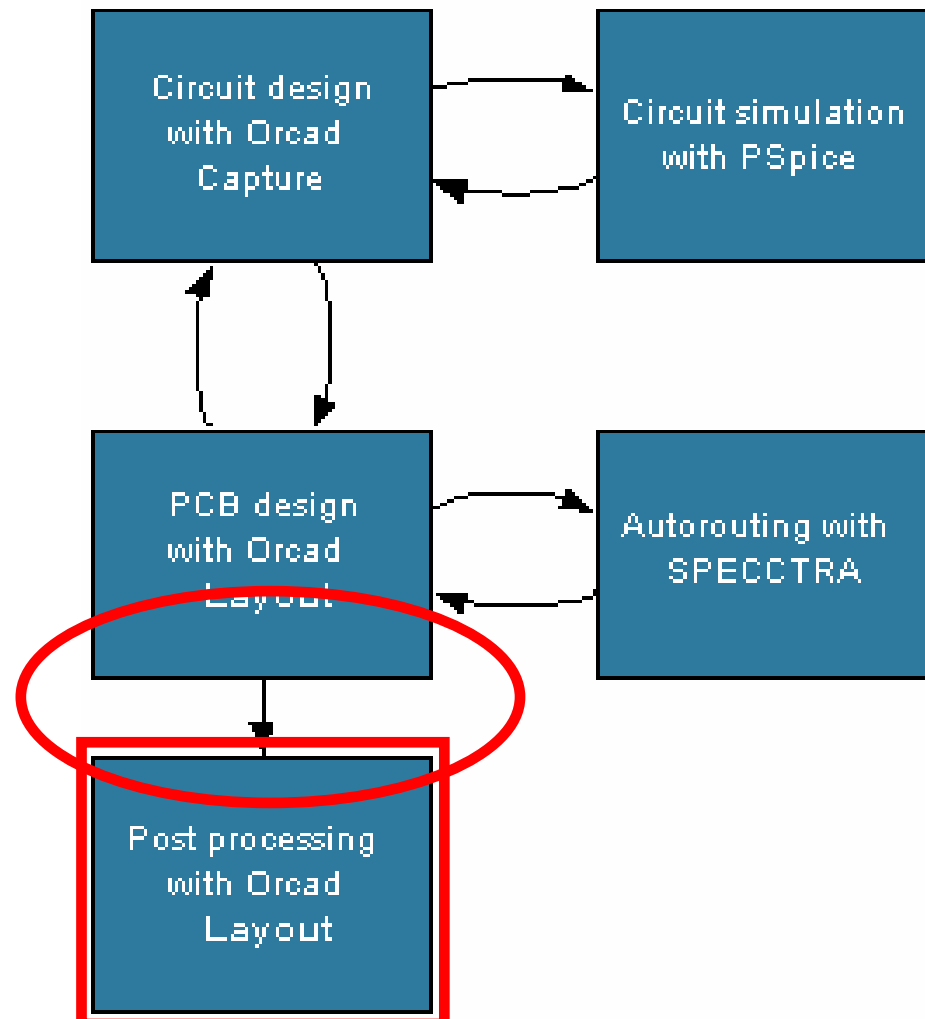
- OrCad
- Pads
- Cadstar
- Accel EDA
- Protel

Evoluția standardelor în domeniul fabricației PCB



ORCAD POST-PROCESSINGS

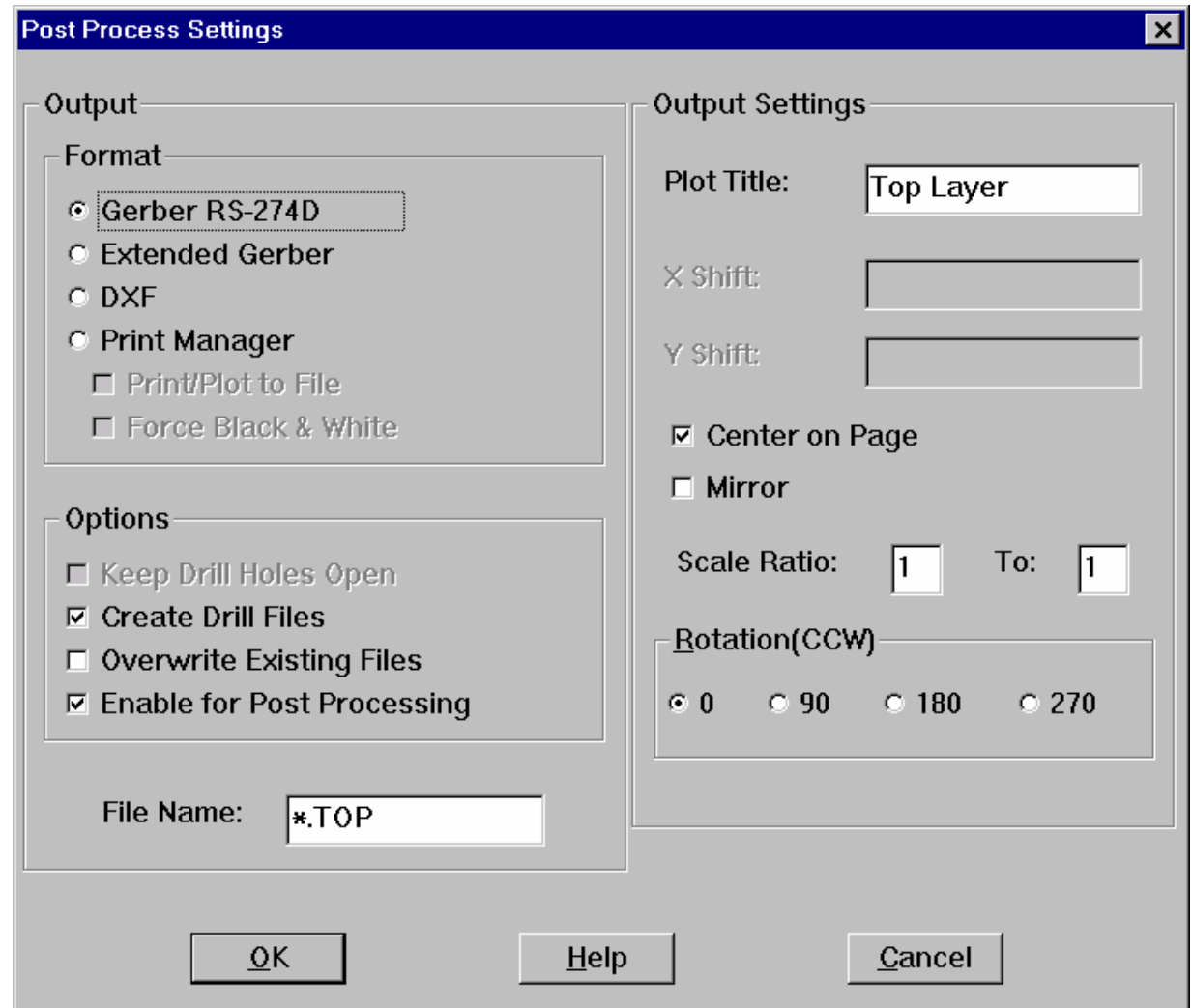
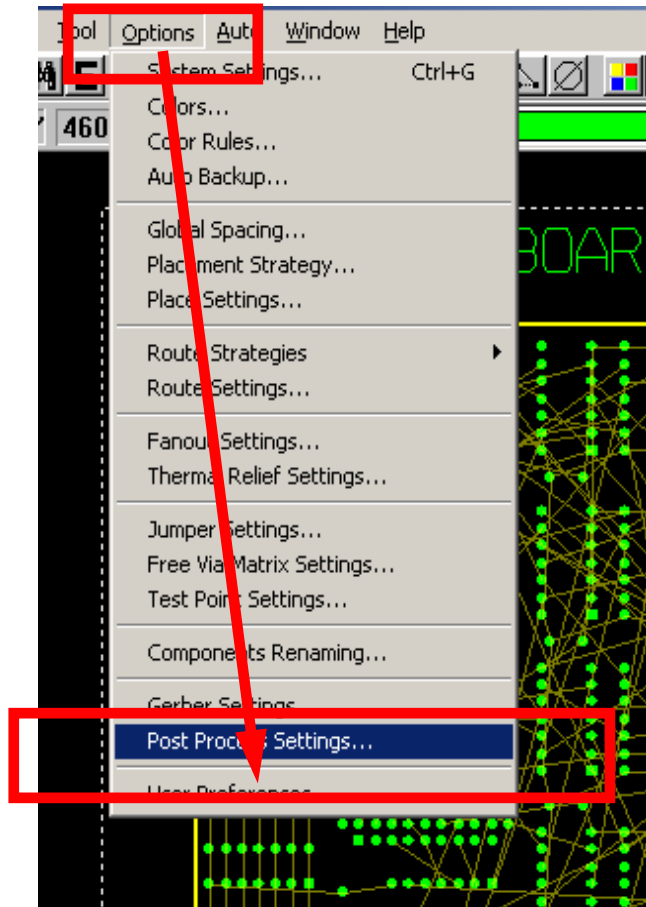
Design and post-processing flow



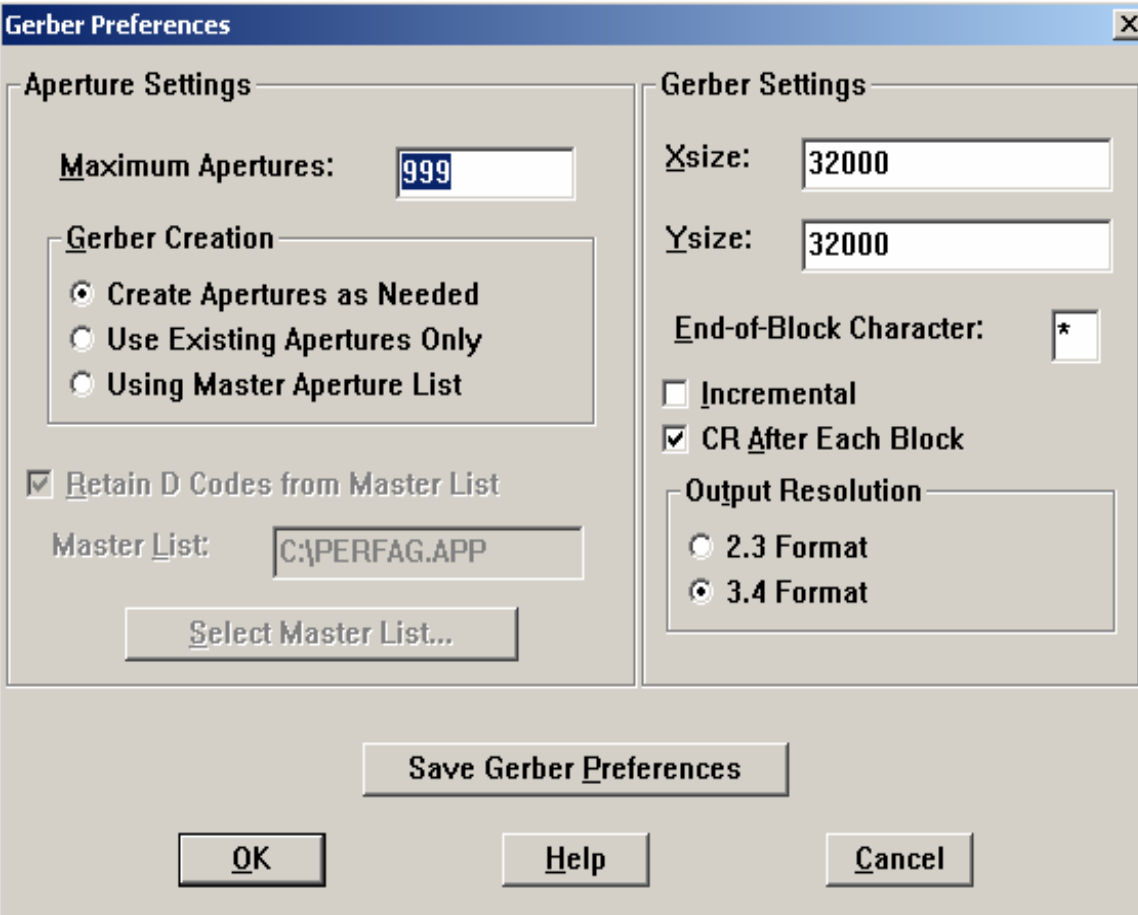
Operații de Post Processing în Orcad Layout

- Setarea Layer-elor pentru export
- Alegerea formatului de export
 - Fișiere Gerber
 - Fișiere DXF
 - leșire la imprimantă
- Previzualizarea layere-lor
 - Setarea “color rules”
 - Crearea și/sau setarea corespunzătoare a layere-lor
- Run Batch

Orcad PCB Layout – Options menu / Post Process Settings → punctul de plecare pentru alegerea formatului



Orcad PCB Layout – Options menu / Gerber Settings command → setări pentru formatul Gerber



The image shows the 'Gerber Preferences' dialog box, which is used to configure the output of the Gerber command in OrCAD PCB Layout. The dialog is divided into two main sections: 'Aperture Settings' and 'Gerber Settings'.

Aperture Settings:

- Maximum Apertures:** A text box containing the value '999'.
- Gerber Creation:** A group box containing three radio buttons:
 - ☒ Create Apertures as Needed
 - ☐ Use Existing Apertures Only
 - ☐ Using Master Aperture List
- ☒ Retain D Codes from Master List
- Master List:** A text box containing the path 'C:\PERFAG.APP'.
- Select Master List...** button.

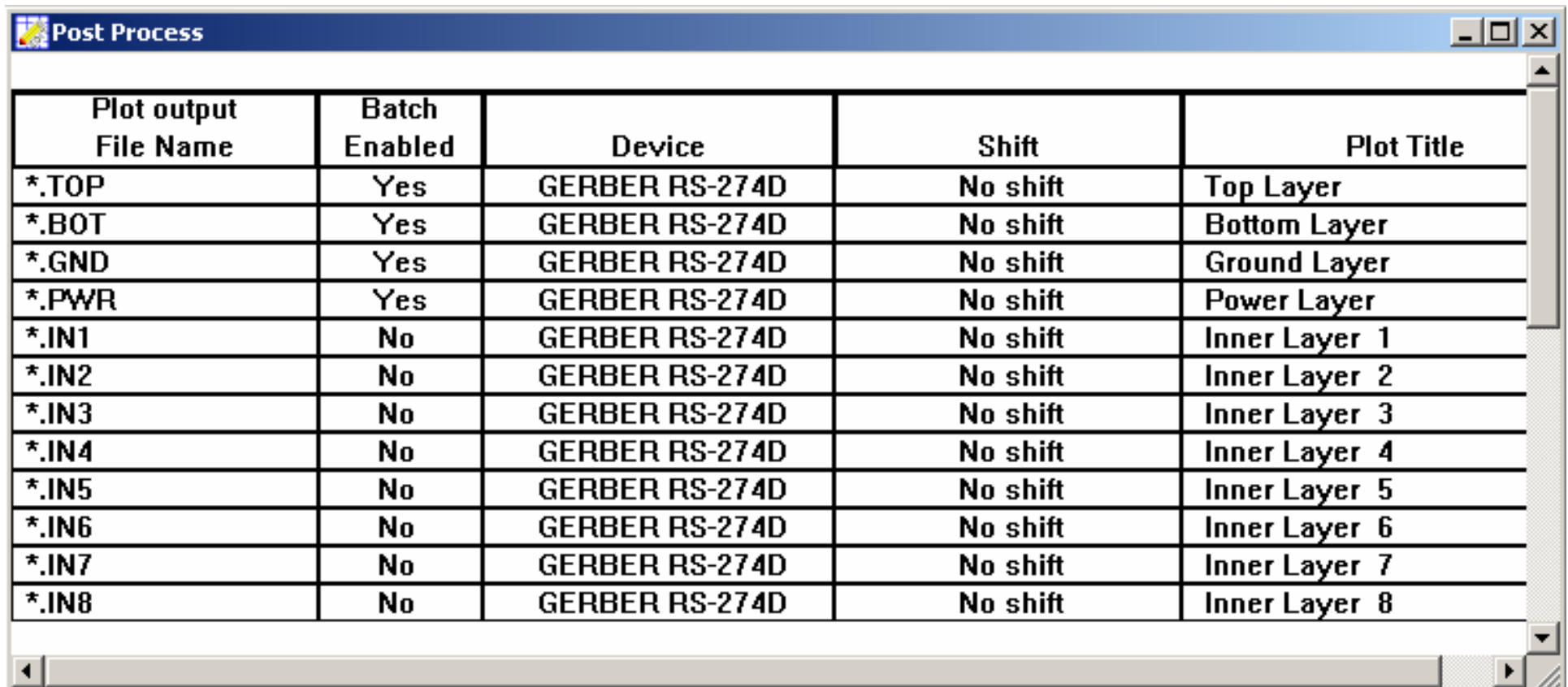
Gerber Settings:

- Xsize:** A text box containing the value '32000'.
- Ysize:** A text box containing the value '32000'.
- End-of-Block Character:** A text box containing the character '*'.
- ☐ Incremental
- ☒ CR After Each Block
- Output Resolution:** A group box containing two radio buttons:
 - ☐ 2.3 Format
 - ☒ 3.4 Format

At the bottom of the dialog, there are three buttons: **Save Gerber Preferences**, **OK**, **Help**, and **Cancel**.

În Orcad Layout setările pentru ieșire sunt accesate din tabela **spreadsheet** care poate fi examinată și editată permanent.

Această tabelă **Post Process** permite și modul **preview** și selectarea ieșirii pentru fiecare layer înainte de crearea ieșirii.



Plot output File Name	Batch Enabled	Device	Shift	Plot Title
*.TOP	Yes	GERBER RS-274D	No shift	Top Layer
*.BOT	Yes	GERBER RS-274D	No shift	Bottom Layer
*.GND	Yes	GERBER RS-274D	No shift	Ground Layer
*.PWR	Yes	GERBER RS-274D	No shift	Power Layer
*.IN1	No	GERBER RS-274D	No shift	Inner Layer 1
*.IN2	No	GERBER RS-274D	No shift	Inner Layer 2
*.IN3	No	GERBER RS-274D	No shift	Inner Layer 3
*.IN4	No	GERBER RS-274D	No shift	Inner Layer 4
*.IN5	No	GERBER RS-274D	No shift	Inner Layer 5
*.IN6	No	GERBER RS-274D	No shift	Inner Layer 6
*.IN7	No	GERBER RS-274D	No shift	Inner Layer 7
*.IN8	No	GERBER RS-274D	No shift	Inner Layer 8

Exemplu: Setările pentru layer-ul electric “top”

Plot output File Name	Batch Enabled	Device	Shift	Plot Title
*.TOP	Yes	GERBER RS-274D	No shift	Top Layer
*.BOT	Yes	GERBER RS-274D	No shift	Bottom Layer
*.GND	Yes			
*.PWR	Yes			
*.IN1	No			
*.IN2	No			
*.IN3	No			
*.IN4	No			
*.IN5	No			
*.IN6	No			
*.IN7	No			
*.IN8	No			
*.IN9	No			
*.I10	No			
*.I11	No			
*.I12	No			
*.SMT	Yes			
*.SMB	Yes			
*.SPT	No			
*.SPB	No			
*.SST	Yes			
*.SSB	No			

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

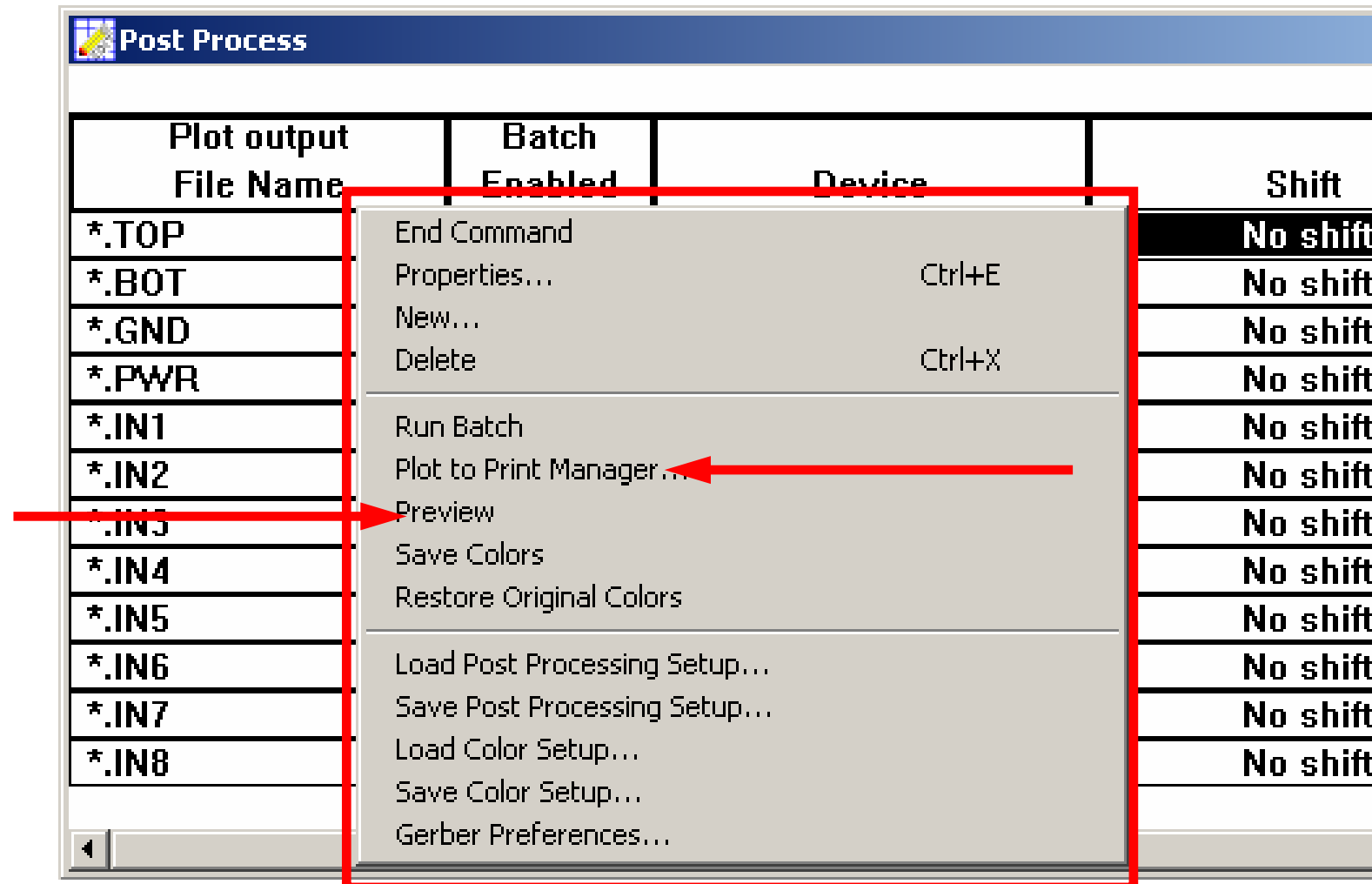
Scale Ratio: 1 To: 1

Rotation(CCW)

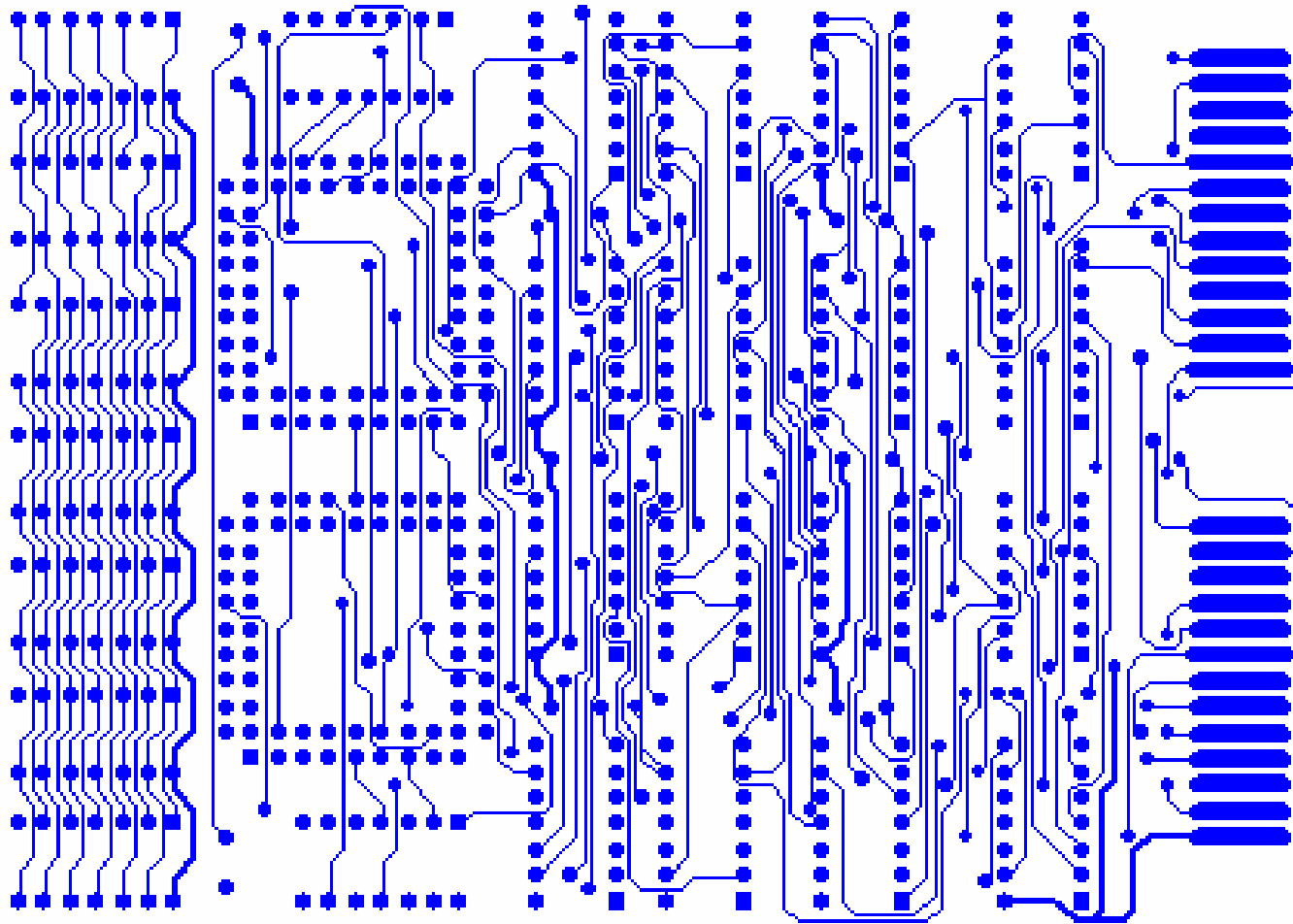
☒ 0
☐ 90
☐ 180
☐ 270

Select OK to Modify or Cancel to

Exemplu (cont.): Meniul pop-down pentru layerul electric “top” ,
cu diverse opțiuni (vezi “Preview” în slide-ul următor)

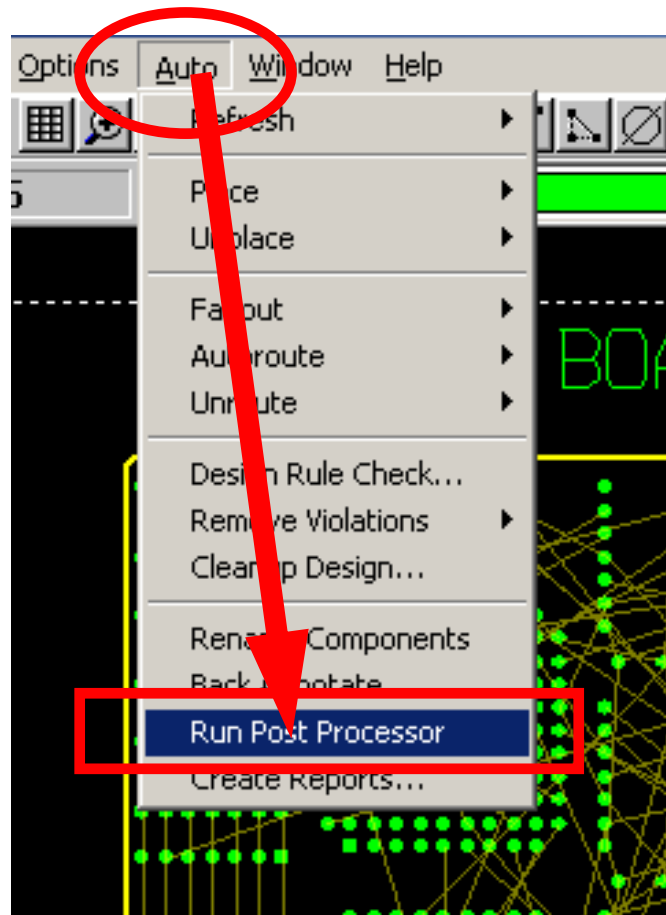


Preview → metodă de verificare a conținutului layer-ului înainte de imprimare sau de generarea fișierelor de fabricație

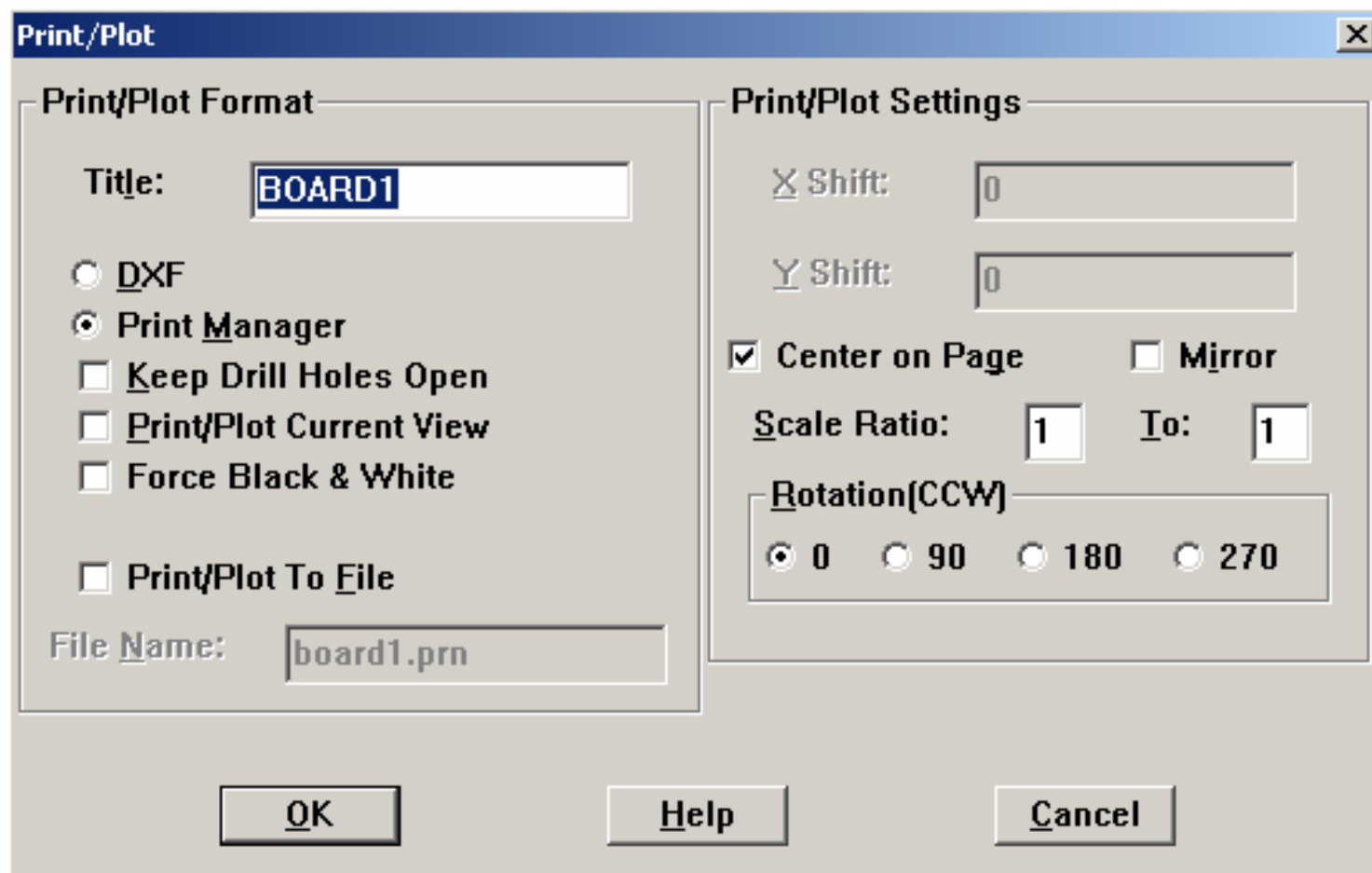


Orcad PCB Layout – **Auto menu / Run Post Processor** → modul de rulare a opțiunii de **post-procesare**.

Se poate face pe layere individuale sau pentru mai multe simultan (batch processing).



Orcad PCB Layout – **File menu / Print/Plot command** → cea mai simplă metodă de a imprima. Are dezavantajul că trebuie controlată afișarea layere-lor în modul de lucru Design, nu în Preview.



Proiectanții trebuie aibă și să mențină o bună comunicare cu fabricanții pentru o producție de succes.

- 1. Fabricația PCB este un proces ce utilizează materiale reale și nu “ideale”;**
- 2. FR2, FR4, CEM1, CEM3, etc. sunt materiale compozite, ne-omogene fabricate din materiale de bază diverse cu diferite proprietăți => performanțele electrice și în final structurile PCB pot diferi;**
- 3. Fabricanții PCB realizează de obicei mici ajustări ale proiectului inițial pentru a maximiza randamentul producției;**
- 4. Procesele tehnologice sunt foarte diferite de la fabricant la fabricant.**
- 5. La fabricația ML-PCB presiunile și temperaturile variază;**
- 6. Materialele pentru Pre-preg și miez (core) pot fi foarte diferite de la un furnizor la altul.**