

Plasarea componentelor

- Plasarea componentelor este una dintre cele mai importante operații în procesul de realizare a plăcii de circuit imprimat virtuală. Plasarea poate influența calitatea interconectărilor ce se vor realiza ulterior, dar și a proprietăților de testare a plăcii reale. De asemenea, plasarea componentelor determină o serie de parametri tehnologici pentru procesele ulterioare de asamblare. Avem în vedere aici procesul de echipare automată cu componente, through-hole sau SMD. Distanțele dintre componente și dispunerea acestora trebuie să permită accesul capului de plasare fără a exista atingeri ale componentelor vecine. În cazul plăcilor cu componente SMD care se lipesc prin procedeul “reflow”, realizat în multe cazuri în cuptoare cu infraroșu (IR) apare o nouă cerință privind plasarea și anume să nu se realizeze “umbrirea” anumitor componente de către cele cu înălțime mare, în caz contrar lipiturile fiind compromise.

- Nu în ultimul rând, plasarea poate avea o influență majoră asupra fiabilității plăcii finale. Acest ultim aspect amintit, al fiabilității, este în strânsă legătură cu distribuția de temperatură la nivelul plăcii, distribuție de temperatură care este puternic influențată de poziționarea componentelor.

- În lumea proiectanților plasarea este considerată o adevărată artă, stăpânirea ei necesită multă experiență și cunoștințe din diverse alte domenii ale electronicii sau aflate în legătură cu electronica. Nu există reguli sau rețete universale valabile pentru a realiza o plasare de calitate. De altfel și noțiunea de “plasare bună” este greu de formulat exact, matematic.

Plasarea componentelor (2)

Ca regulă, se începe prin plasarea componentelor cu cerințe mai deosebite, componente cu plasare restrictivă. Restricțiile la plasare sunt de natură geometrică (mecanică), termică și electrică.

Prin **restricții de natură mecanică** înțelegem acele reguli care se aplică componentelor de tipul conectorilor, potențimetrelor, comutatoarelor, care trebuie să aibă o poziție pe placă în care să fie utile scopului propus. De exemplu, potențimetrul trebuie să permită ajustarea valorii prin acționarea cursorului, un conector de tip DB9 (mouse serial) va fi plasat la marginea plăcii într-o zonă accesibilă, etc.

Restricțiile de **natură termică** au în vedere plasarea componentelor cu disipație mare de putere în zone în care se permite o evacuare optimă a căldurii. De asemenea, componentele sensibile la temperatură nu trebuie să fie încălzite de alte componente, etc. Dacă ne rezumăm la convecția termică naturală putem aminti că pentru o placă verticală componentele “calde” se vor plasa în partea superioară a acesteia, pentru ca în fluxul de aer încălzit să nu influențeze restul componentelor de pe placă.

Restricțiile de **natură electrică** se referă în special la separarea componentelor ce lucrează la semnale mici de cele ce le pot perturba, a zonelor de înaltă tensiune de cele de joasă tensiune, a zonelor separate galvanic de rețea de cele fără separare galvanică, etc.

De remarcat că prin plasarea componentelor se determină în mare măsură și poziția anumitor trasee pentru semnalele electrice critice sau pentru traseele de alimentare.

Strategia de plasare recomandată este să se înceapă operația prin plasarea manuală a acelor componente pentru care există cerințe mai deosebite. Ulterior, plasarea poate continua utilizând subrutinele de autoplasare ale programelor.

Programul **ORCAD Layout** permite plasarea componentelor prin intermediul a trei tehnici:

- manuală
- interactivă
- automată

Plasarea manuală constă din poziționarea după dorință a componentelor în aria definită de conturul plăcii de circuit imprimat în poziții care respectă criteriile dorite.

Plasarea interactivă combină tehnicile de la plasarea manuală cu anumiți algoritmi automați care intervin asupra componentelor cu scopul de a mări viteza de plasare, fiind în esență tot o plasare controlată manual.

Plasarea automată permite poziționarea automată a componentelor în cadrul plăcii pe baza algoritmilor programului Layout, în conformitate cu diferitele criterii de plasare stabilite anterior.

Înainte de a începe plasarea (automată a) componentelor, pentru obținerea unor rezultate cât mai bune în cadrul acestei faze, proiectantul trebuie să realizeze o serie de verificări importante. Acestea sunt:

- A) verificarea conturului plăcii, a decupajelor în placă (în cazul în care acestea există) și verificarea ariilor interzise pentru plasare;
- B) verificarea grilei de plasare;
- C) verificarea componentelor plasate anterior sau a celor cu plasare restrictivă (eventual, fixarea lor);
- D) verificarea condițiilor și criteriilor (strategiilor) de plasare.
- E) verificarea ponderii arborilor de conexiune (blocul Layout realizează plasarea componentelor după ponderea pe care o au alocată arborii de conexiuni ce leagă respectivele componente; ponderarea se realizează pe o scală liniară de la 1 la 100, din tabela **Nets** (arbori de conexiune), valoarea implicită fiind 50 pentru toți arborii de conexiune).

A) verificarea conturului plăcii, a decupajelor și a ariilor interzise

Pentru plasarea componentelor se utilizează suprafața conținută de conturul plăcii de circuit imprimat, articol din categoria “obstacol” de tip Board Outline care trebuie plasat în layerul “Global Layer”. Conturul poate fi inclus în macheta de tip placă (*.TPL) sau se desenează după crearea fișierului de lucru (*.MAX), anterior procedurii de plasare a componentelor. Pentru a verifica conturul plăcii, precum și alte contururi de plasare ale componentelor prezente în fișierul de lucru se poate utiliza tabela Obstacle care se deschide acționând butonul Spreadsheet din bara cu unelte sau selectând Database Spreadsheets din meniul View, urmate de opțiunea “Obstacles”.

Din această tabelă se pot trece în revistă și se pot edita anumiți parametri legați de obstacolele respective, de exemplu lățimile conturului, layerul corespunzător, attribute ca Înălțime (Height) , etc.

Un articol important legat de componente (footprints) este conturul de plasare – **Place Outline**. Acest contur este de fapt gabaritul în plan al componentei, și poate fi definit diferit în funcție de layer. Programul Layout semnalează eroare dacă componentele sunt plasate astfel încât contururile de plasare se suprapun.

Conturului de plasare al unei componente i se poate alocă atributul Înălțime – Height, fiind posibilă o vizualizare a efectelor tridimensionale dacă se selectează opțiunea “Show 3D Effects” în tabloul User Preferences din meniul Options. Utilizarea atributului “Height” se utilizează în conjuncție cu adăugarea contururilor de tip **Comp Height Keepin** (“ține în interior”) și **Comp Height Keepout** (“ține în exterior”) care au semnificația unor contururi (arii) în care se includ, respectiv din care se exclud componente cu înălțimea mai mare ca cea declarată la crearea respectivului contur. Dacă placa conține decupaje, pentru a evita ca programul să plaseze componente în aceste locuri trebuie definite arii de tipul **Comp Height Keepout** cu atributul Height egal cu zero. În mod similar se declară și ariile interzise, arii unde nu este permisă prezența componentelor.

B) verificarea grilei de plasare

Grila de plasare determină spațierile dintre componente. Componentele sunt plasate cu originea lor (datum) în punctele grilei de plasare. De obicei, la capsulele oferite de Orcad, originea este plasată în centrul padului numărul 1. De fapt, grila de plasare stabilește grila de deplasare a cursorului în aria de lucru la selectarea butonului "Component". Valori uzuale sunt 100 mils, 50 mils, 25 mils cu care se pot alege grile de rutare de 25 mils, 12 ½ mils, 10 mils, 8 1/3 mils, 6 ¼ mils. Pentru lucrul în sistemul metric se poate lucra cu grile de plasare de 2 mm, 1 mm și 0,5 mm. Setarea valorii grilei de plasare se face din tabloul System Settings din meniul Options.

C) verificarea componentelor plasate anterior sau a celor cu plasare restrictivă

Această etapă se referă la fixarea componentelor plasate anterior sau a celor cu plasare restrictivă care trebuie realizată în prima etapă de plasare. Componente preplasate pot fi conectoarele de tip “finger” utilizate la marginea plăcii, găuri de fixare, marcaje, etc. Acestea sunt de obicei stocate în șablonul de tip placă (*.TPL). Un exemplu sugestiv este cazul plăcilor de extensie pentru calculatoare personale la care conectoarele și forma plăcii respectă anumite norme și sunt elemente comune pentru orice placă de extensie. În acest caz este util să se folosească șablonul de tip placă (*.TPL).

Așa cum am mai amintit, componentele cu plasare restrictivă trebuie plasate în locuri bine determinate din considerente de natură mecanică, electrică sau termică. De exemplu, un potențiomtru trebuie montat astfel încât să poată fi acționat corespunzător. O componentă ce lucrează la înaltă tensiune nu trebuie plasată în zona de intrare, de semnal mic, a aparatului electric. De asemenea, un tranzistor ce disipă o mare cantitate de căldură trebuie plasat în așa fel încât să nu încălzească și alte componente și să permită evacuarea corespunzătoare a căldurii.

Dacă aceste componente satisfac cerințele de plasare trebuie să fie immobilizate utilizând comenzile **Fix** sau **Lock**, în caz contrar existând posibilitatea să fie deplasate la plasarea altor componente.

Comanda de blocare **Lock** este utilizată ca o fixare temporară care poate fi ușor anulată atunci când programul solicită acest lucru. Pentru a fixa componentele, permanent sau temporar trebuie selectate componentele respective, apoi din meniul contextual (“pop-up” menu) se alege **Fix** sau **Lock**.

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**. Se recomandă să se utilizeze **Fix** pentru componente de genul conectorilor și găurilor de trecere cu poziții fixe de plasare.

Așa cum a fost amintit mai sus, o metodă care permite și ștergerea atributului de fixare sau blocare este utilizarea tablei **Components**, tabelă prezentată în figura următoare.

Ref	Des	Enabled	Footprint Name	Package Name	Comp Rotation	Location X, Y	Flags
C25		Yes	SM/C_1206_C25	CAP_NP	180	2750,4125	No
C26		Yes	SM/C_1206_C26	CAP_NP	180	2725,3575	No
C27		Yes	SM/C_1206_C27	CAP_NP	180	2725,3025	No
C28		Yes	SM/C_1206_C28	CAP_NP	180	2725,2475	No
D1		Yes	LED_D1	DIODE_PHOTO_EMIT	180	3475,1800	No
D2		Yes	LED_D2	DIODE_PHOTO_EMIT	180	3175,1900	No
D3		Yes	LED_D3	DIODE_PHOTO_EMIT	180	3775,1700	No
D4		Yes	LED_D4	DIODE_PHOTO_EMIT	180	4125,1600	No
J1		Yes	DIN64P_J1	64CON_SEP_PINS	90	-250,500	Yes
J2		Yes	BNC\2P_J2	BNC	270	3950,400	Yes
J3		Yes	BNC\2P_J3	BNC	270	3950,1200	Yes
L1		Yes	AX\300X.100/.031_L1	INDUCTOR	0	3050,675	No
L2		Yes	AX\300X.100/.031_L2	INDUCTOR	0	3050,975	No
L3		Yes	AX\300X.100/.031_L3	INDUCTOR	180	3350,50	No
L4		Yes	AX\300X.100/.031_L4	INDUCTOR	0	3050,825	No
L5		Yes	AX\300X.100/.031_L5	INDUCTOR	180	3350,200	No
L6		Yes	AX\300X.100/.031_L6	INDUCTOR	0	3050,-100	No
MTH1		Yes	MTHOLE1_MTH1		0	550,4125	Yes
MTH2		Yes	MTHOLE1_MTH2		0	550,0	Yes
MTH3		Yes	MTHOLE1_MTH3		0	4250,0	Yes
R1		Yes	SM/C_0805_R1	R	180	2575,1900	No
R2		Yes	SM/C_0805_R2	R	180	2575,1800	No
R3		Yes	SM/R_0805_R3	R	180	3600,500	No

Tabela **Components** (exemplu)

Pentru a modifica conținutul tabelii se face un dublu click pe numele componentei. Ca urmare, se deschide fereastra **Edit Component**, fereastră prezentată în figura următoare

Edit Component

Rference Designator: R1

Package: R

Value: 150

Footprint...: SM/C_0805

Location

X: 2575. Y: 1900. Rotation: 180

Group #: 2 Cluster ID: -

Component flags

☐ Fixed ☐ Locked ☐ Key

☐ Non-Electric ☒ Route Enabled ☐ Do Not Rename

OK Help Cancel

Fereastra **Edit Component**

În această fereastră se pot modifica câmpurile **Fixed** sau **Locked** după dorință pentru componentele în cauză. Totodată se pot modifica: numele componentei (Reference Designator), capsula (Footprint), poziția (Location) și alți parametri.

D) verificarea condițiilor și criteriilor (strategiilor) de plasare

Aceste informații sunt conținute în fișiere numite Fișierele de tip “strategie de plasare”. Fișierele de strategie de plasare conțin informații ce permit ca plasarea automată să se execute după anumite reguli și priorități. De exemplu, se decide dacă se utilizează grupurile de plasare, dacă se execută permutarea porților sau a pinilor sau dacă se dorește obținerea unui rezultat rapid și mai puțin precis sau se rulează un timp mai îndelungat și se obține un rezultat mai bun. De asemenea, fișierul conține setări pentru culori, în așa fel încât numai informația utilă la plasare să fie vizibilă. Se recomandă încărcarea fișierului PLSTD.SF înainte de a trece la plasarea manuală. Programul Layout conține următoarele fișiere de tip strategie de plasare:

PLBEST.SF → utilizată pentru a obține o plasare de cea mai bună calitate pe majoritatea tipurilor de plăci, într-un timp comparabil cu cel din strategia din fișierul PLSTD.SF.

PLCLUST.SF → utilizată pentru crearea automată a grupurilor de plasare urmată de o plasare interactivă. Este utilă la plasarea interactivă, atunci când nu există schemă electrică și permite astfel evidențierea mai clară a relațiilor dintre componente. Grupurile de plasare sunt reprezentate prin cercuri ce includ grupurile de componente.

PLFAST.SF → utilizată la plasarea rapidă pentru plăci simple. Este posibil să nu dea rezultate bune pentru plăci complexe, cu multe bus-uri. Poate fi utilizată pentru a determina probleme de plasare sau a determina fețele pe care se vor plasa componentele SMD.

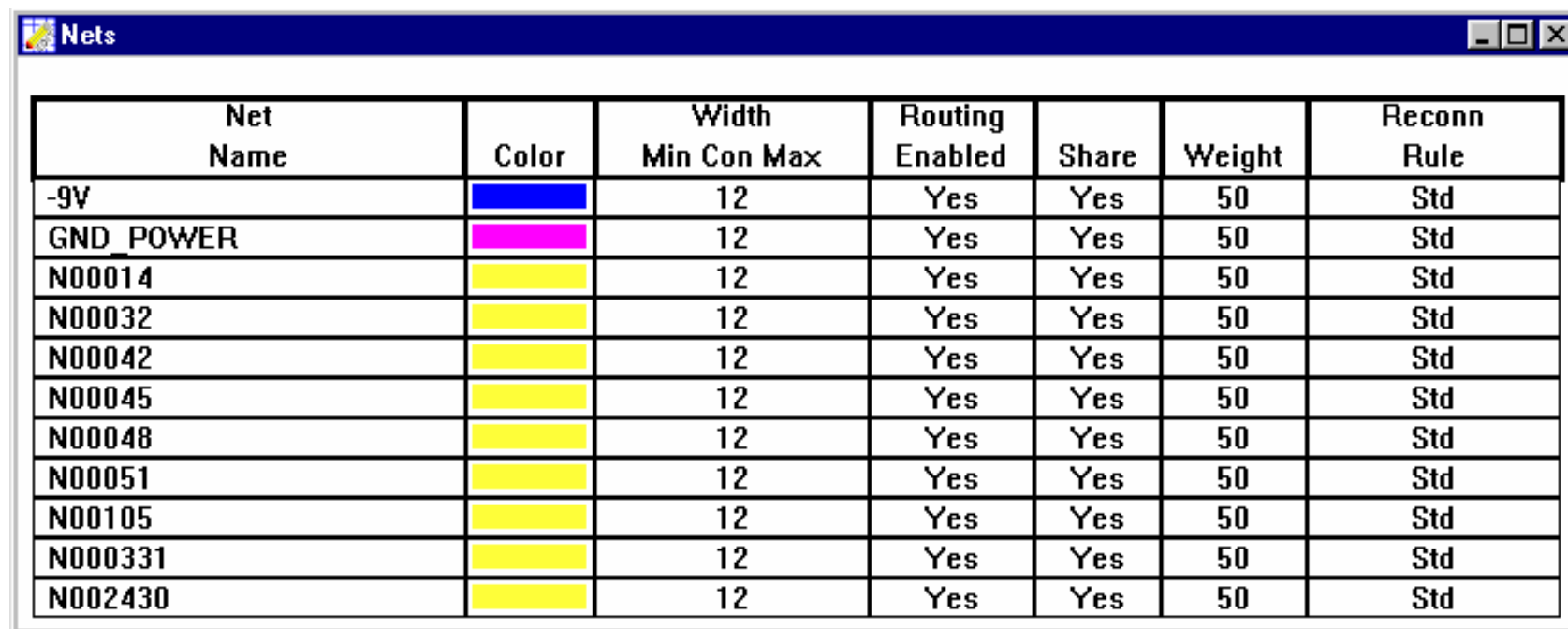
PLFINISH.SF → utilizată pentru continuarea unei plasări începute cu fișierul PLCLUST.SF și pentru finalizarea plasării începute utilizând fișierul PLBEST.SF.

PLSTD.SF → utilizată pentru o plasare de calitate, foarte apropiată de cea optimă. Poate necesita un timp mai îndelungat de plasare. Această strategie nu include permutarea porților sau a pinilor.

Încărcarea unei strategii de plasare se face din meniul **File** acționând **Load** și selectând tipul fișierelor de tip Strategy.

E) verificarea ponderii arborilor de conexiune

Programul Orcad Layout realizează plasarea componentelor după ponderea pe care o au arborii de conexiuni ce leagă respectivele componente. Mai precis, ordinea de plasare a componentelor este aleasă după această pondere. Ponderarea se realizează pe o scală liniară de la 1 la 100, din tabela **Nets** (arbori de conexiune), valoarea implicită fiind 50 pentru toți arborii de conexiune).



Net Name	Color	Width Min Con Max	Routing Enabled	Share	Weight	Reconn Rule
-9V		12	Yes	Yes	50	Std
GND_POWER		12	Yes	Yes	50	Std
N00014		12	Yes	Yes	50	Std
N00032		12	Yes	Yes	50	Std
N00042		12	Yes	Yes	50	Std
N00045		12	Yes	Yes	50	Std
N00048		12	Yes	Yes	50	Std
N00051		12	Yes	Yes	50	Std
N00105		12	Yes	Yes	50	Std
N000331		12	Yes	Yes	50	Std
N002430		12	Yes	Yes	50	Std

Tabela **Nets** se deschide acționând butonul Spreadsheet din bara de instrumente sau selectând **Database Spreadsheets** din meniul **View**, urmate de opțiunea “Nets”. Pentru modificarea ponderii unui arbore de conexiune se poate face dublu clic pe numele arborelui de conexiune sau numai pe celula ce conține valoarea ponderii, În ambele cazuri se modifică valoarea din câmpul “Weight”. În figura de mai sus această valoare este 50.

Plasarea manuală și interactivă

Plasarea manuală a componentelor se poate face în mod individual sau pe grupuri. Pentru a plasa componentele individual se alege butonul **Component** din bara cu instrumente.

Cea mai simplă modalitate de plasare, numită în engleză “Pick & Place” (“apucă/culege și plasează”), se realizează prin selecția unei componente (clic-stânga pe aceasta). Acest tip de selecție activează în același timp și operația de deplasare, astfel că respectiva componentă devine flotantă și poate fi mutată în locul dorit de utilizator. Atunci când o componentă este selectată prin clic ea se deplasează imediat odată cu cursorul. Dacă se selectează **Move On/Off** din meniul “pop-up” componenta rămâne selectată dar stă pe loc și poate fi deplasată cu tastele săgeți sau deplasând cursorul cu butonul stânga mouse apăsat (“drag”).

Dacă se selectează o componentă cu CTRL+clic, SHIFT+clic, sau în loc de clic se utilizează SPACEBAR, componenta ajunge în starea obținută prin selecție simplă și acționare **Move On/Off**, adică este selectată fără să se deplaseze.

Dacă se dorește deplasarea componentei odată cu cursorul, fără a ține apăsat butonul stânga mouse, se selectează din nou **Move On/Off**.

Plasarea cu listă de plasare “Queue For placement”

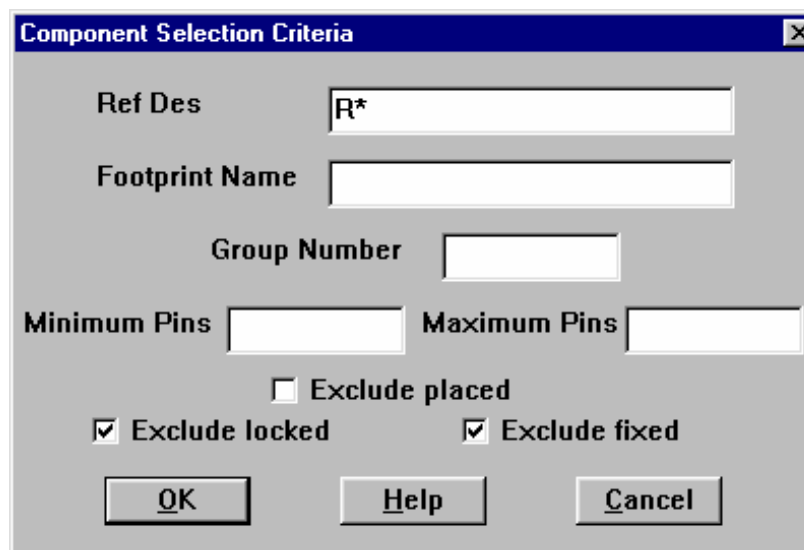
O plasare mai avansată este cea interactivă. Ea poate fi asociată cu o operație de tip “Multiple Pick & Place” deoarece permite o plasare relativ performantă într-un regim semiautomat. Din meniul “pop-up” (meniul contextual, făcând clic-dreapta în aria de lucru), fără selectarea vreunei componente, se alege “**Queue For placement**”, adică generarea unei liste (cozi) de așteptare pentru plasare. Pe ecran apare fereastra “Component Selection Criteria” din care se precizează criteriile de selecție a componentelor pentru a forma lista de plasare. Criteriile după care se poate face selecția componentelor sunt:

a) După 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 “?”.

b) După capsulă, editând câmpul Footprint Name.

c) După grupul căruia îi aparțin componentele, utilizând câmpul Group Number.

d) După numărul de pini utilizând câmpurile Minimum Pins sau Maximum Pins.



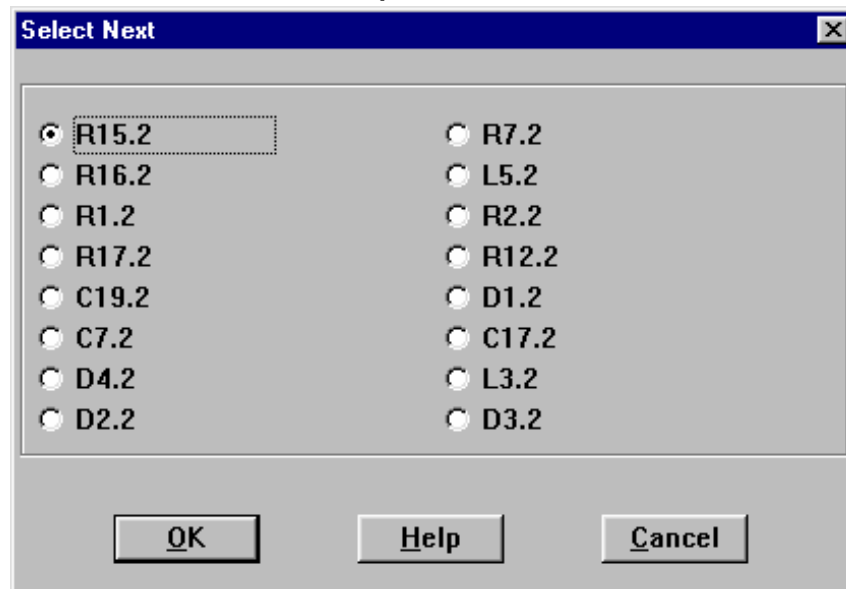
The image shows a screenshot of a software dialog box titled "Component Selection Criteria". The dialog box has a blue title bar with a close button (X) in the top right corner. Inside the dialog, there are several input fields and checkboxes. The "Ref Des" field contains the text "R*". The "Footprint Name" field is empty. The "Group Number" field is empty. The "Minimum Pins" and "Maximum Pins" fields are empty. There are three checkboxes: "Exclude placed" is unchecked, "Exclude locked" is checked, and "Exclude fixed" is checked. At the bottom of the dialog, there are three buttons: "OK", "Help", and "Cancel".

Fereastra Component Selection Criteria

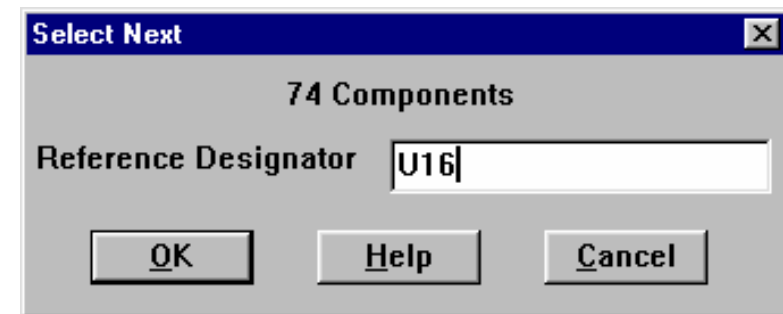
În fereastră mai există trei căsuțe de selecție: **Exclude placed**, **Exclude locked** și **Exclude fixed** care, dacă sunt selectate, exclud de la selecție componentele plasate, blocate și fixate, respectiv.

Pentru a continua plasarea, se confirmă cu OK și se închide astfel fereastra. Pe ecran nu se observă nici o modificare. Pentru a plasa o componentă, din meniul **Edit** sau din meniul “pop-up” 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 “pop-up”. În urma selecției se deschide fereastra Select Next, din care pot fi vizualizate, în ordine, componentele care urmează a fi plasate. Este posibil să selectăm o altă componentă decât cea aflată la rând pentru plasare.



(a)



(b)

Fereastra Select Next (a) dacă numărul de componente este <30, (b) pentru număr de componente mai mare de 30

Operații auxiliare în timpul procesului de plasare manuală

Minimizarea lungimii conexiunilor

În timpul plasării, din meniul “pop-up” se poate selecta comanda Minimize Connections care face o reconectare a arborilor de conexiune în scopul minimizării lungimii conexiunilor. Dacă sunt selectate componente sau conexiuni comanda se aplică acestora, dacă nu este nimic selectat comanda se aplică la toată placa. Reconectarea se face după anumite reguli stabilite în fereastra de dialog Reconnection Type.

Permutarea componentelor

Programul Layout permite schimbarea pozițiilor a două componente prin comanda **Swap**. Pentru a realiza acest lucru se selectează două componente, cu CTRL+click sau cu conturul de selecție și se alege **Swap** din meniul “pop-up”. Cele două componente schimbă astfel pozițiile pe placă.

Rotirea componentelor

Comanda Rotate rotește componenta în jurul colțului din stânga jos, în sensul și cu unghiul precizat în fereastra **System Settings**. Rotirea unei componente se face selectând întâi componenta și apoi din meniul “pop-up” se alege Rotate. Mai rapid se poate apăsa tasta “R”. Dacă operația se aplică unui grup de componente selectate, componentele se rotesc în jurul colțului din stânga jos al grupului, păstrând pozițiile relative între ele. În mod evident, rezultatul este diferit de operația de rotire individuală a tuturor componentelor.

Oglindirea componentelor

Pentru a oglindi componentele, operație care înseamnă trecerea componentei de pe o față pe cealaltă se poate utiliza comanda **Opposite**. Pentru a efectua oglindirea unei componente se alege Component Tool și apoi din meniul contextual se alege comanda **Opposite**.

Programul Layout permite plasarea automată a componentelor utilizând una din comenzile:

AutoPlace

Matrix Place

Quick Place-

Plasarea automată a componentelor se poate realiza:

- pe toată placa
- în grupuri de componente
- individual

Plasarea pe toată placa într-o singură etapă poate fi utilă pentru a analiza comparativ mai multe variante posibile de plasare, urmând a ne forma o idee despre densitatea de componente și a alege eventual alte strategii.

Plasarea succesivă pe categorii de componente este utilă pentru a realiza o grupare după diverse criterii a acestora. De exemplu, putem avea pe placă zona analogică de semnal mic, zona de alimentare, zona digitală, etc. De obicei acest tip de plasare se utilizează pentru a plasa așa-numitele grupuri de plasare ("clusters"), care de definesc anterior operației de plasare. Se realizează astfel pe placă o aranjare zonală a componentelor din același grup, lucru care poate fi util din punct de vedere funcțional

Plasarea componentelor în mod individual decurge în același mod ca plasarea grupurilor atunci când se selectează o singură componentă. Plasarea individuală este mult îmbunătățită atunci când este utilizată în conjuncție cu opțiunea “**push and shove**” prin care anumite componente pot fi deplasate pentru a face loc celor care urmează a fi plasate.

Comenzile utilizate pentru a realiza plasarea automată se regăsesc în meniul **Auto**, comanda **Place**, opțiunile **Place Board**, **Place Component**, **Place Array**, **Place Matrix**.

Place Board realizează plasarea tuturor componentelor care nu sunt fixate pe întreaga placă, utilizând o serie de 6 treceri succesive.

Place Component plasează automat componentele selectate.

Place Array este o comandă utilizată pentru a plasa componentele selectate într-o formă circulară. Acest tip de plasare este util pentru plăci de formă circulară sau plăci de test cu simetrie circulară și este mai rar utilizat.

Place Matrix realizează plasarea componentelor selectate în nodurile unei matrice de plasare.

Plasarea componentelor pe baza unei matrice de plasare

Plasarea componentelor utilizând matricea de plasare constă în poziționarea componentelor selectate în nodurile unei grile rectangulare numită matrice de plasare. Plasarea cu ajutorul matricei dă cele mai bune rezultate în cazul plasării grupurilor de componente pentru care se respectă la plasare o aranjare echidistantă pe linii și pe coloane, de exemplu circuitele de memorie, componente discrete SMD, condensatoare de decuplare, circuite în capsule DIP. Și algoritmul de plasare în matrice ca și cel din AutoPlace încearcă reducerea lungimii conexiunilor.

Pentru a realiza plasarea automată:

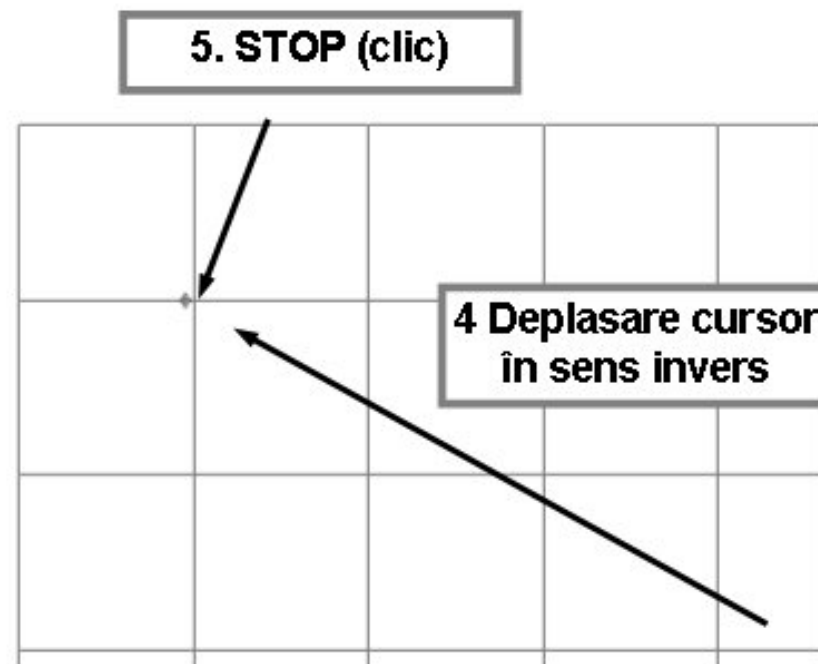
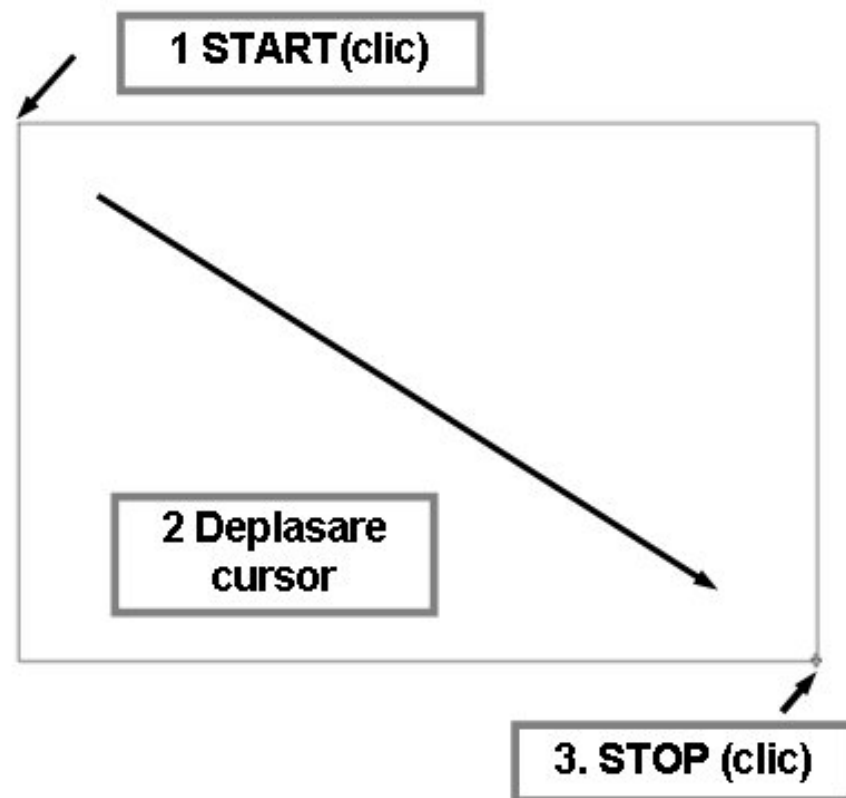
- 1) Se definește matricea de plasare;
- 2) Se selectează componentele (sau componenta) utilizând comanda **Select Any**, sau prin selecție individuală cu CTRL+clic, sau prin desenarea unui cadru de selecție;
- 3) Se alege din meniul **Auto**, opțiunea **Place Matrix** sau din meniul contextual opțiunea **Matrix Place**.

Plasarea componentelor pe baza unei matrice de plasare

Definirea matricei de plasare → Pentru a se desena o matrice de plasare se selectează meniul **Tool**, se alege **Matrix** și apoi **Select Tool**. Programul trece în modul de lucru “Matrix” fapt care se poate constata din textul informativ din bara de titlu a ferestrei Design. Se face clic în punctul de unde va începe desenarea matricei. Se desenează un cadru dreptunghiular de mărimea zonei în care va fi definită matricea. Din punctul în care s-a terminat de desenat conturul rectangular se deplasează cursorul în interiorul cadrului, spre punctul inițial. Pe măsură ce cursorul se deplasează în cadru, apar mai multe linii și coloane ale matricei de plasare. Atunci când numărul de linii și coloane este convenabil se face clic și se încheie desenarea matricei.

Dacă se selectează matricea cu un cadru de selecție care cuprinde întreaga structură sau chiar realizând un cadru de selecție în interior, matricea poate fi deplasată, ștearsă sau copiată ca un tot unitar. Deplasarea se poate face cu mouse-ul sau cu tastele săgeți. Ștergerea se realizează cu tasta DEL sau din meniul **Tools** opțiunea **Matrix** și apoi **Delete** sau din meniul **Edit**, opțiunea **Delete** sau acționând butonul Delete din bara cu unelte sau acționând CTRL+X. Copierea matricei se poate face apăsând tasta INS sau din meniul **Edit** comenzile **Copy** sau **Paste** care au în acest caz același efect.

Odată definită matricea de plasare se poate trece la plasarea componentelor, selectând componentele și apoi alegând comanda **Place Matrix** din meniul **Auto** sau **Matrix Place** din meniul “pop-up” (meniul contextual).



Etape de desenare a matricii de plasare

Plasarea utilizând Quick Place

Algoritmul de plasare Quick place a fost gândit pentru a “desface” componentele unite într-un cluster, componente care apar suprapuse pe ecran. Comanda Quick Place poate fi utilizată și pentru plasarea tuturor componentelor, realizând o plasare neperformantă, numărul de calcule făcut de program pentru a plasa componentele fiind extrem de mic. Avantajul utilizării plasării cu Quick Place este faptul că se realizează rapid o ocupare a plăcii de circuit cu componente, fiind mai rapidă plasarea lor manuală. Reamintim că imediat după transfer, componentele apar aliniate în stânga Originii (Datum). După plasarea cu Quick Place se poate forma o idee despre densitatea plăcii și se poate continua mai rapid plasarea manuală din acest punct.

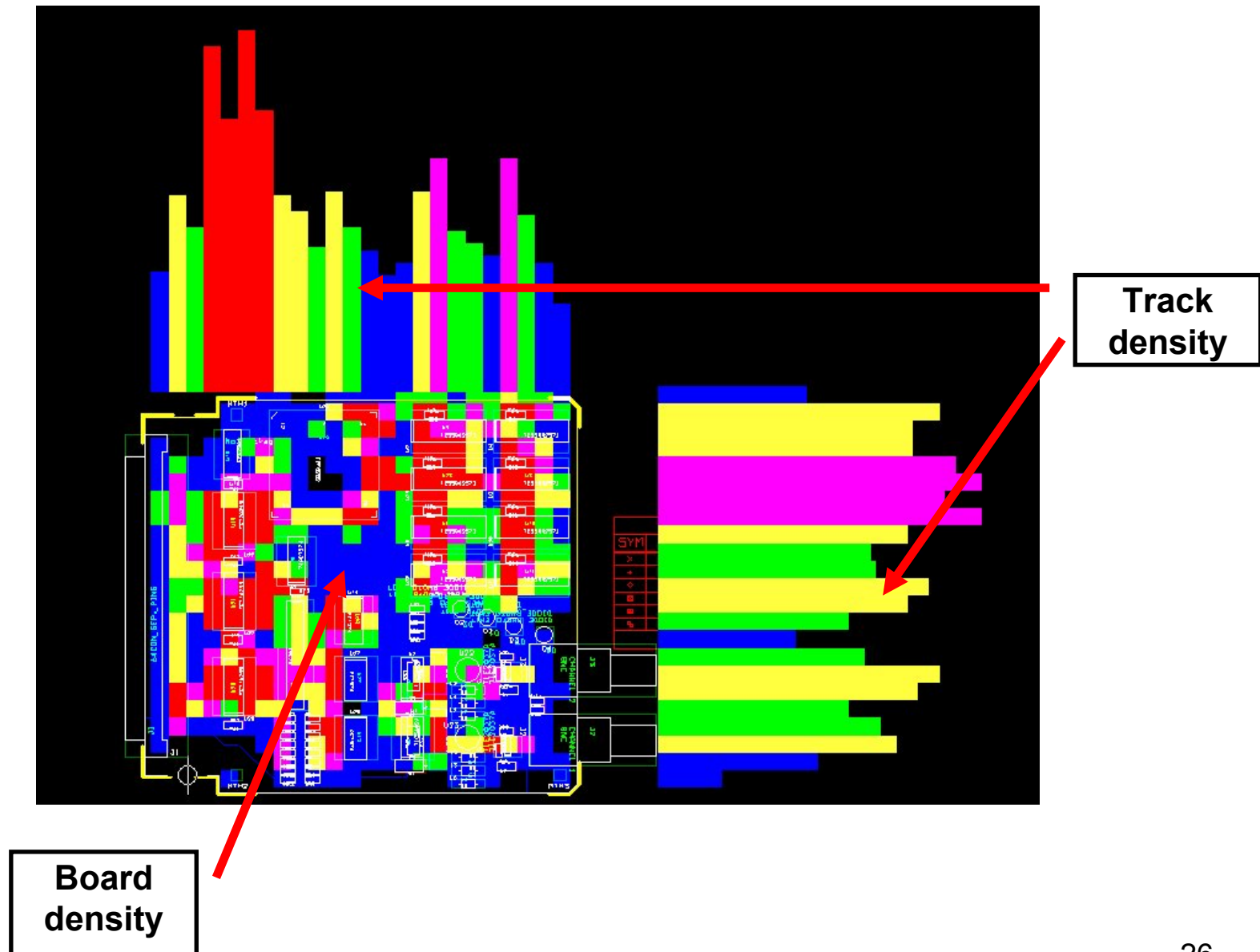
- 1) Se selectează componentele (sau componenta) utilizând comanda **Select Any**, sau prin selecție individuală cu CTRL+clic, sau prin desenarea unui cadru de selecție;
- 2) Se alege din meniul contextual opțiunea **Quick Place**.

Verificarea plasării

Pentru verificarea corectitudinii plasării utilizatorul are la dispoziție 3 “instrumente” soft:

- (a) examinarea erorilor oferite de Design Rule Check opțiunea Placement Spacing Violations (se va discuta la final)**
- (b) examinarea graficului cu densitatea componentelor**
- (c) Tabela Statistics**

Utilizarea graficului de densitate – Density Graph



Utilizarea graficului de densitate – Density Graph

Afișarea graficelor de densitate se face alegând din meniul View opțiunea Density Graph. Prin această reprezentare grafică se evidențiază densitatea de conectare pe placă prin utilizarea culorilor roz și roșu pentru zonele dificile și albastru și verde pentru zonele acceptabile. Graficul analizează toate layerele disponibile pentru rutare, ține cont de traseele deja rutate, de conexiuni, de lățimile traseelor, de spațieri pentru a calcula canalele posibile de rutare. Culorile sunt alocate în funcție de “gradul de umplere” al fiecărei celule cu paduri, conexiuni sau trasee.

Programul afișează două tipuri de grafice: densitatea plăcii “Board density” – un indicator tip “hartă” ce oferă informații în fiecare punct despre densitatea de paduri și de conexiuni și densitatea traseelor “Track density” – densitatea traseelor reprezentată sub formă de histogramă în partea de sus și dreapta a conturului plăcii.




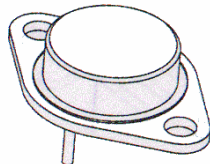
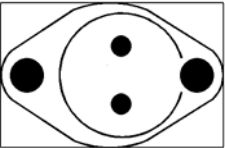
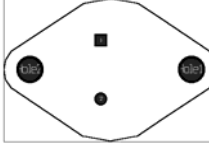



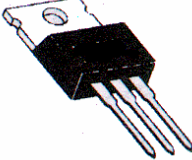


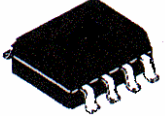
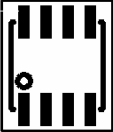
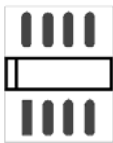
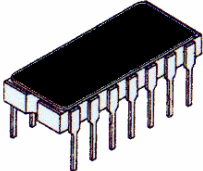
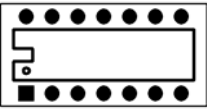
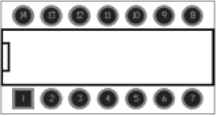
Se recomandă ca procentul de culoare roșie să fie sub 25%, acest prag semnalând plăci dificil de rutat.

Pentru a reveni la afișarea normală din meniul View se alege Design.

Statistics		
Statistic	Enabled	Total
Board Area	22.3	22.3
Equivalent IC's	57.0	57.0
Sq. inches per IC	0.39	0.39
# of pins	855	855
Layers	2	16
Design Rule Errors	0	0
Time Used	4:09	4:09
% Placed	100.00%	100.00%
Placed	85	85
Off board	0	0
Unplaced	0	0
Clustered	0	0
Routed	555	555
% Routed	100.00%	100.00%
Unrouted	0	0
% Unrouted	0.00%	0.00%
Partial	0	0
% Partial	0.00%	0.00%
Vias	324	324
Test Points	0	0
Vias per Conn	0.58	0.58
Segments	3727	3727
Connections	555	555
Nets	177	177
Components	85	85
Footprints	121	121
Padstacks	58	58
Obstacles	490	490
Theoretical Dist	488.3	488.3
Routed Dist	450.5	450.5
Unrouted Dist	80.2	80.2

Tabela Statistics

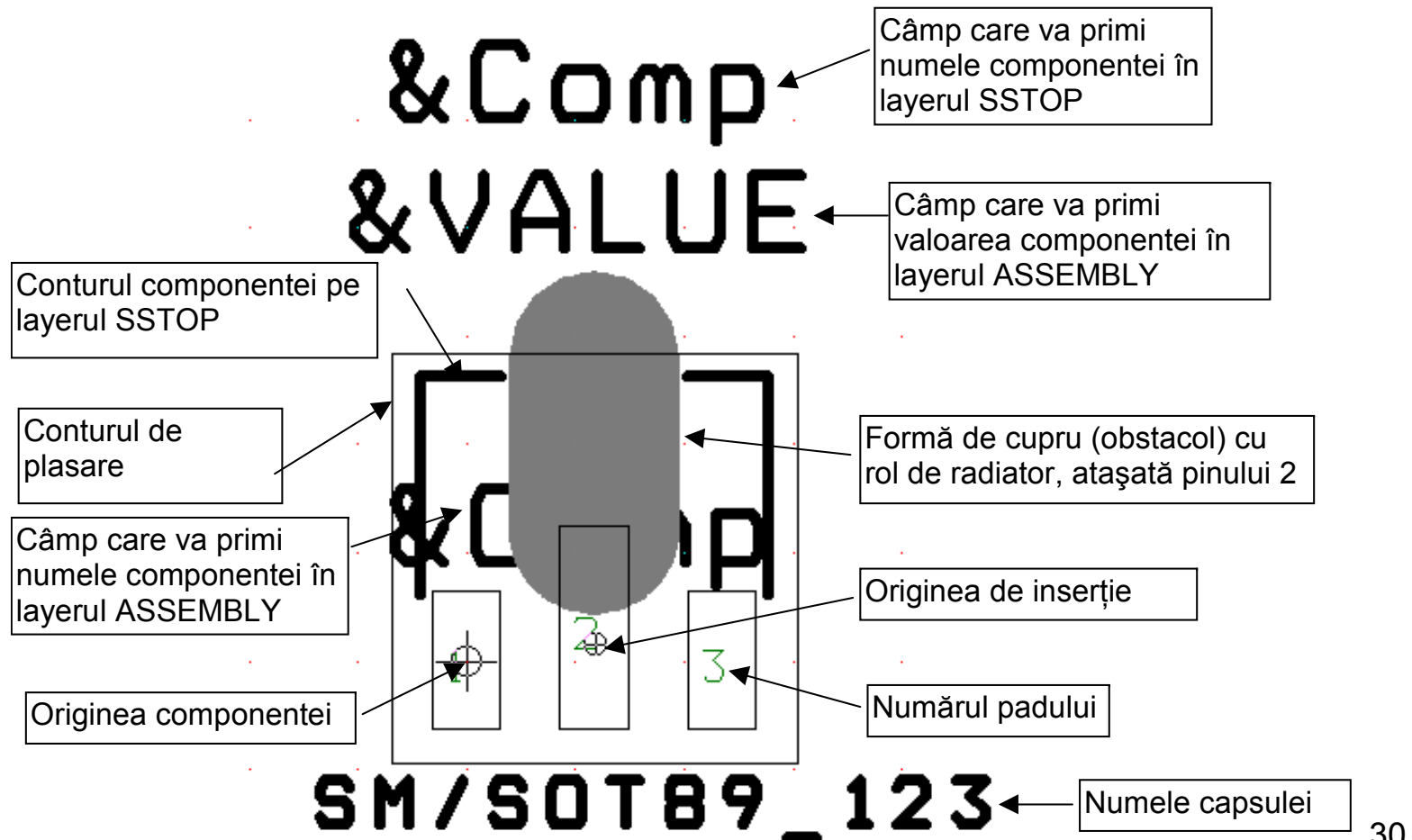
Crearea de capsule utilizate în blocul PCB

Capsula	Reprezentare 3D	Reprezentare CADSTAR-PCB	Număr bibliotecă PCB.LIB (CADSTAR)	Reprezentare ORCAD-PCB	Nume capsulă / Nume bibliotecă ORCAD
DO-201AD			10230		DAX1/DO20AD TM_DIODE
TO-3			11300		TO3 TO
TO-39			11700		TO39 TO
TO-220AB			11201		TO220AB TO
SO-8			17008		SOG.050//8/ WB.275/L.250 SOG
MO-036AB (DIP 14)			1314		DIP.100/14/ W.300/L.750 DIP100T

Capsulele în programul Orcad Layout poartă denumirea de Footprints (=urme, amprente).

Capsulele în Orcad se compun în principal din:

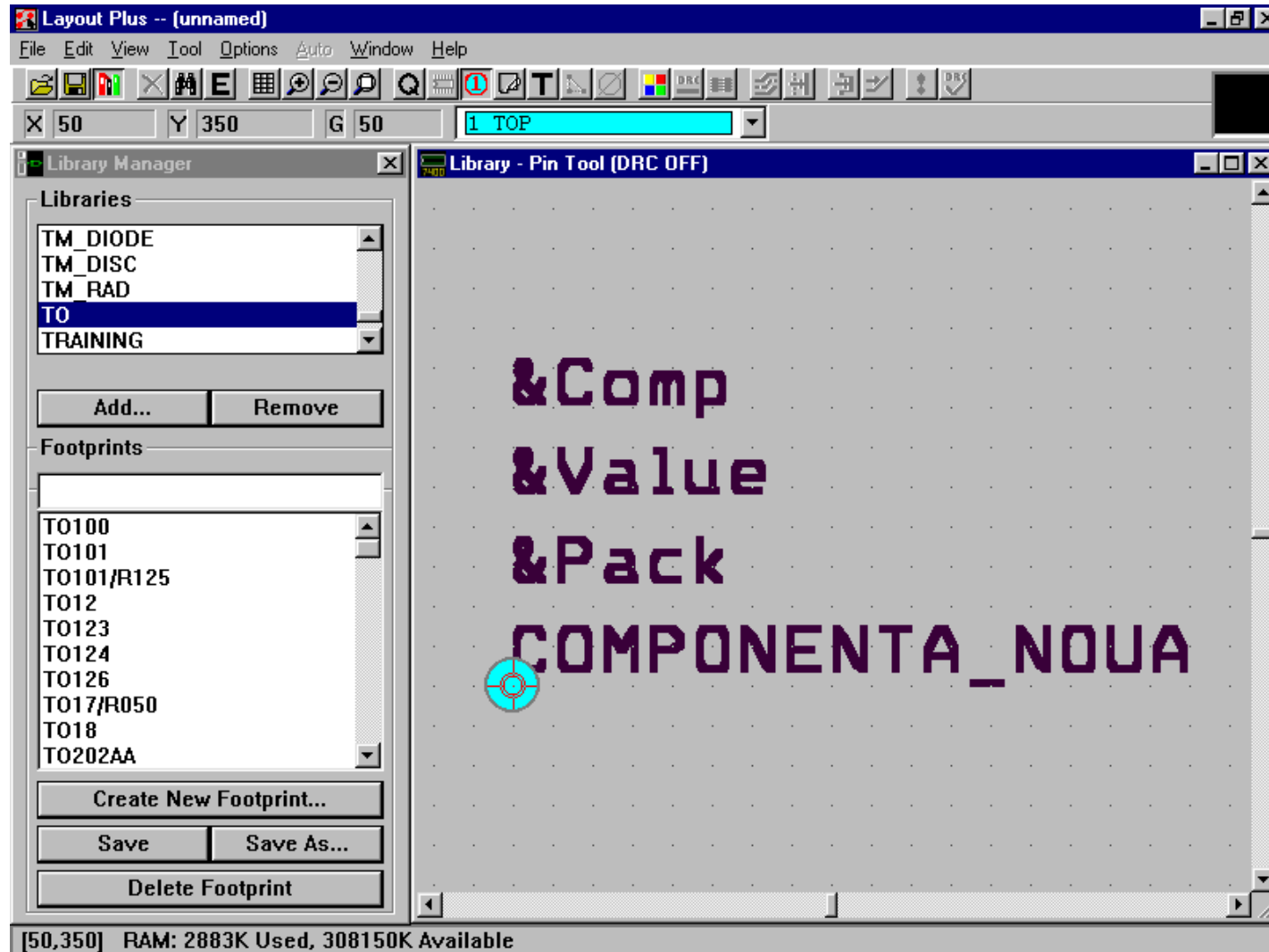
- pastile sau paduri grupate în stive de paduri – padstacks.
- contururi (neelectrice) cum ar fi conturul de plasare a componentei (Place Outline) conturul de pe masca de inscripționare, etc.
- zone de cupru asociate pastilelor – articole de tip Obstacle, categoria Copper.
- texte: numele componentei, valoarea acesteia ș.a.



Prezentăm în continuare, pe scurt, numai câteva din aceste elemente.

Originea componentei, numită aici **Datum**, are rol în localizarea componentei. Originea de inserție este utilizată de mașinile de plasare automată a componentelor ca punct de reper pentru capul de plasare. Câmpurile precedate de simbolul "&", de exemplu &Comp vor afișa texte corespunzătoare în pozițiile respective, atunci când componenta se plasează pe o placă 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 layer-ul TOP sau în BOTTOM iar pentru componente THT (Through Hole Technology) se utilizează Global Layer.

Crearea unei capsule în ORCAD presupune selecția opțiunii LIBRARY MANAGER, din meniul File sau apăsarea butonului corespunzător din bara cu unelte. Se pornește astfel blocul LIBRARY MANAGER (în stânga ecranului) și editorul grafic de capsule asociat numit FOOTPRINT EDITOR (în dreapta ecranului)



În zona Footprints a lui Library Manager apar listate componentele aflate în bibliotecă care a fost 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 paduri) 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.

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 Dreapta Mouse→Move Insertion Origin sau Center Insertion Origin.

OBS. Modul de deplasare a cursorului (și implicit plasarea diverselor articole) depinde de alocările privind grilele din tabloul System Settings (meniul Options). Grila de plasare este utilizată la adăugarea padurilor și la deplasarea originilor iar cea de detaliu la lucrul cu articolele de tip obstacol și text.

Plasarea padurilor

Se poate trece acum la **plasarea padurilor** în conturul de plasare. Padurile 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 (padurilor) deoarece corespondența conexiunilor atașate se face pe baza acestei identități. Reamintim că în blocul Schematic Capture terminalele (pinii) au attributele Pin Name și Pin Number. Completarea atributului Pin Name este obligatorie. Sunt admise și valori numerice. Câmpul Pin Number poate fi completat opțional fiind recomandate valori numerice. Recomandăm această ultimă variantă de numerotare a pinilor în Schematic Capture.

În mod implicit, programul Layout numerotează padurile începând de la 1. Pentru poziționarea padurilor 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 paduri 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 paduri (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 paduri la toți pinii capsulei, ca în cazul unei capsule de rezistor, sau se pot alocă diferite stive de paduri utilizând dialogul Edit Pad ce se deschide prin DM→Properties.

Fereastra Edit Pad

În zona Padstack Name se alege numele dorit din listă. Alături de cele 7 padstack-uri T1-T7 (vezi tabelul 3.4) 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.

Codul stivei de pad-uri	Utilizare
T1	Pad-uri rotunde pentru circuite integrate
T2	Pad-uri pătrate pentru circuite integrate
T3	Pad-uri rotunde pentru componente discrete
T4	Pad-uri pătrate pentru componente discrete
T5	Pad-uri rotunde pentru conectoare
T6	Pad-uri pătrate pentru conectoare
T7	Pad-uri pentru vias-uri utilizate în plăci SMT

Toate stivele de paduri alocate unei capsule pot fi observate în tabela Footprints, iar setările asociate, pe layere pentru fiecare stivă în tabela Padstacks.

Pentru a asigura o stivă de paduri pentru toți pinii unei capsule, în blocul Library Manager, cu capsula respectivă afișată, se selectează butonul Spreadsheet iar din meniul deschis se alege **Footprints**. Tabelul Footprints asociat capsulei respective este afișat. Se face dublu click pe numele capsulei și din tabloul deschis, în căsuța Padstack Name se selectează stiva de paduri dorită a fi alocată tuturor pinilor.

Pentru a asigura o stivă de paduri unui anumit pin, în editorul grafic al capsulei se selectează padul dorit cu CTRL + CLICK . Din meniul la nivelul cursorului, deschis cu butonul dreapta mouse, se alege Properties. Fereastra **Edit Pad** se deschide și se selectează din căsuța Padstack Name stiva de paduri dorită a fi alocată pinului respectiv. Pentru acces rapid la tabela Padstacks se poate utiliza SHIFT+T.

OBS: Stiva de paduri trebuie definită înainte de a fi alocată pinilor. Într-o stivă de paduri forma și dimensiunile padurilor pot fi diferite în fiecare layer, diametrul găurii fiind același pentru toate padurile. Într-o placă pot exista maxim 46 diametre de burghiu diferite.

Editarea formei padurilor

Dacă stivele de paduri nu au forme convenabile se poate trece la editarea formei acestora sau la crearea unor stive de paduri noi. Pentru a realiza acest lucru trebuie afișată tabela Padstacks, din meniul View alegând Database Spreadsheets și apoi Padstacks, sau selectând direct butonul Spreadsheet din bara cu unelte, urmat de Padstacks. Ca urmare, pe ecran apare tabela Padstacks care este prezentată în figura următoare.

Padstacks					
Padstack or Layer Name	Pad Shape	Pad Width	Pad Height	X Offset	Y Offset
SPARE2	Undefined	0	0	0	0
SPARE3	Undefined	0	0	0	0
DIP100T.IIb_pad3					
TOP	Round	58	58	0	0
BOTTOM	Round	58	58	0	0
PLANE	Round	78	78	0	0
INNER	Round	58	58	0	0
SMTOP	Round	58	58	0	0
SMBOT	Round	58	58	0	0
SPTOP	Undefined	0	0	0	0
SPBOT	Undefined	0	0	0	0
SSTOP	Undefined	0	0	0	0
SSBOT	Undefined	0	0	0	0
ASYTOP	Round	58	58	0	0
ASYBOT	Round	58	58	0	0
DRLDWG	Round	34	34	0	0
DRILL	Round	34	34	0	0
COMMENT LAYER	Undefined	0	0	0	0
SPARE2	Undefined	0	0	0	0
SPARE3	Undefined	0	0	0	0
DIP100T.IIb_pad5					
TOP	Round	58	58	0	0
BOTTOM	Round	58	58	0	0

În tabela Padstacks se localizează în prima coloană numele stivei de paduri a cărei caracteristici dorim să le modificăm. După aceea, se selectează din prima coloană a tablei layer-ul sau layer-ele pentru care dorim modificarea caracteristicilor pastilelor. Selecția se poate face cu un cadru de selecție în zona primei coloane sau pe rând, cu tasta CTRL apăsată. Presupunem că se alege layer-ul TOP. Din meniul ce se deschide la nivelul cursorului după acționarea butonului drept se alege Properties. Se poate face și un dublu click pe numele layer-ului. Ca urmare, pe ecran apare fereastra Edit Padstack Layer.

Edit Padstack Layer

Padstack "DIP100T.Ilb_pad3", Layer "TOP"

☐ Non-Plated

☐ Use For Test Point

☐ Large Thermal Relief

☐ Flood Planes/Pours

Pad Shape

☒ Round ☐ Oblong

☐ Square ☐ Rectangle

☐ Oval ☐ Thermal Relief

☐ Annular ☐ Undefined

☐ No Connection

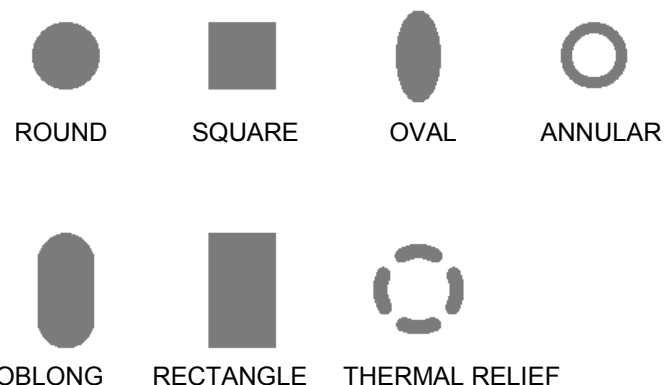
Pad Rotation: 90

Pad Width: 58. Pad Height: 58.

X Offset: 0. Y Offset: 0.

OK Help Cancel

În fereastra *Edit padstack layer* se poate trece la definirea formei padurilor –zona Pad Shape- și a dimensiunilor acestora: lățime- Pad Width- și înălțime Pad Height. De asemenea, se poate roti pastila cu unghiul precizat în câmpul Pad Rotation. Diferitele forme posibile de pastile sunt prezentate în figura următoare.



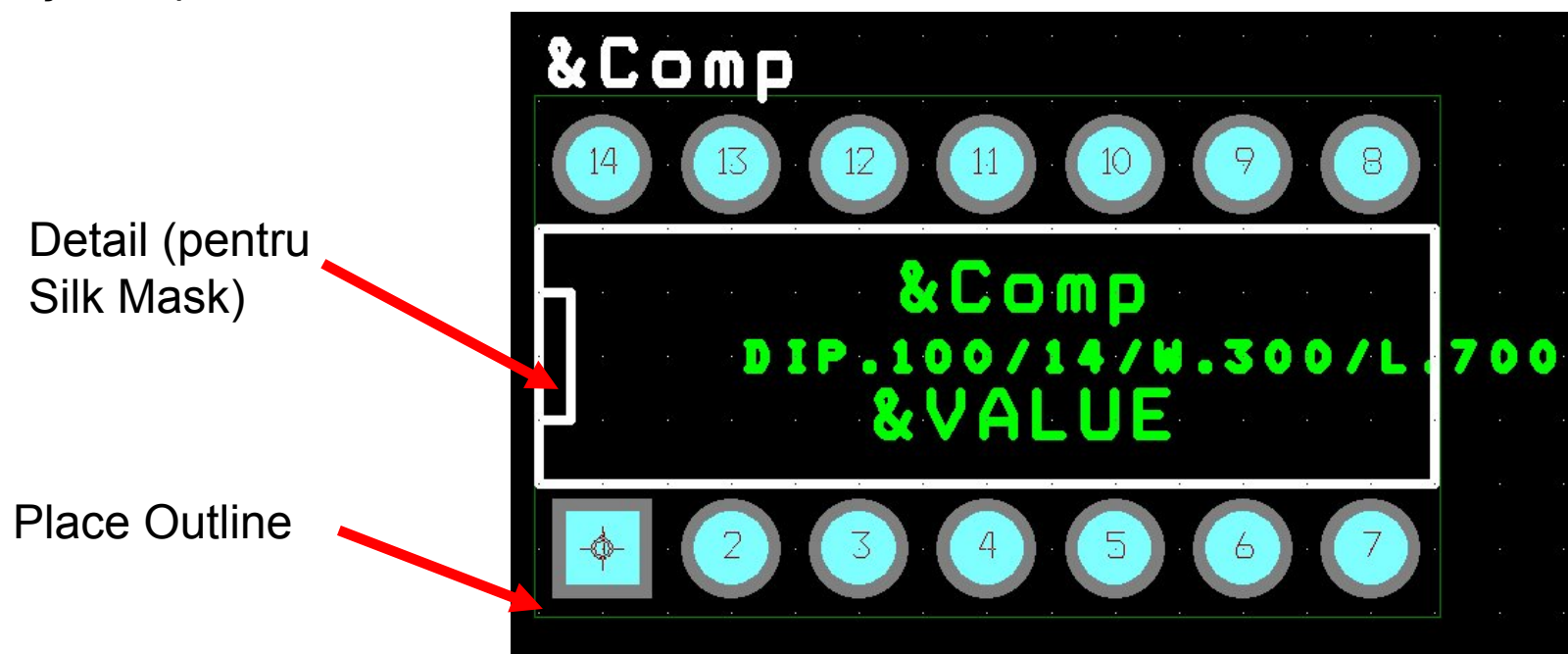
Pastilele de tip Thermal Relief se utilizează de regulă în planele de cupru (interne) pentru a asigura conectarea pastilelor din aceste layere la planul de cupru înconjurător. Rolul lor termic se explică prin aceea că aripioarele de conectare a pastilei împiedică "fuga" căldurii față de cazul în care ar fi fost un plan continuu de cupru. Aceste plane se reprezintă de regulă ca imagini negative, așa că zonele închise la culoare din figură sunt de fapt spații goale (fără cupru).

Opțiunea No Connection se utilizează în special pentru găurile de prindere (Mounting Holes). Pentru a specifica diametrul de găurire se definește obligatoriu o formă rotundă cu dimensiunile corespunzătoare în layer-ul DRILL. De obicei se modifică împreună layer-ul DRILL și layer-ul DRLDWG.

OBS. Pentru componentele SMD se recomandă ca în layer-ele neutilizate padurile să se declare nedefinite. Pentru componentele through-hole se recomandă definirea padurilor în fiecare layer, chiar dacă nu sunt utilizate. De asemenea, în mod uzual nu se utilizează pastile de forme diferite în layere diferite.

Adăugarea contururilor componente.

De obicei se adaugă prima dată **conturul de plasare** (Place outline), care este privit ca un gabarit al componentei și are de regulă o formă rectangulară sau una poligonală simplă. Se selectează butonul Obstacle din bara cu unelte. Se poate alege acum, sau ulterior layer-ul în care se dorește să se deseneze conturul respectiv. Conturul realizat se editează prin dublu click, pentru a deschide meniul Edit Obstacle. În căsuța Obstacle type se alege Place Outline. În mod similar se pot adăuga și alte articole tip “obstacle” cum ar fi Detail și Copper. 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 componente. Este posibil să atașăm o zonă de cupru unui pin. Atunci zona de cupru devine parte integrantă a pinului și a arborelui de conexiune respectiv. Acesta este cazul ariei de cupru prezentată ca exemplu în figura de la început, arie atașată la pinul 2.



Adăugarea de texte asociate capsulei

Adăugare de texte se face selectând butonul (Tool) Text și DM→New. Se deschide fereastra Text Edit în care se scrie textul dorit și se alege dimensiune sa. De obicei se adaugă texte libere “free”.

Text Edit

Text 5

Type of Text

Text String: &Comp

☐ Free ☐ Custom Properties

☒ Reference Designator ☐ Package Name

☐ Component Value ☐ Footprint Name

Text location [*,*]

Line Width: 10. Text Height: 75.

Rotation: 0 Char Rot: 0

Radius: 0. Char Aspect: 100

☐ Mirrored

Layer: SSTOP

OK Help Cancel

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, sau part-ului de origine al componentei (din SCM). 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. 41

IPC-7351

Generic Requirements for
Surface Mount Design and
Land Pattern Standard

Proiectarea capsulelor se face în conformitate cu standardele IPC Pentru SMD standardul IPC SM782 a fost înlocuit de IPC 7351.

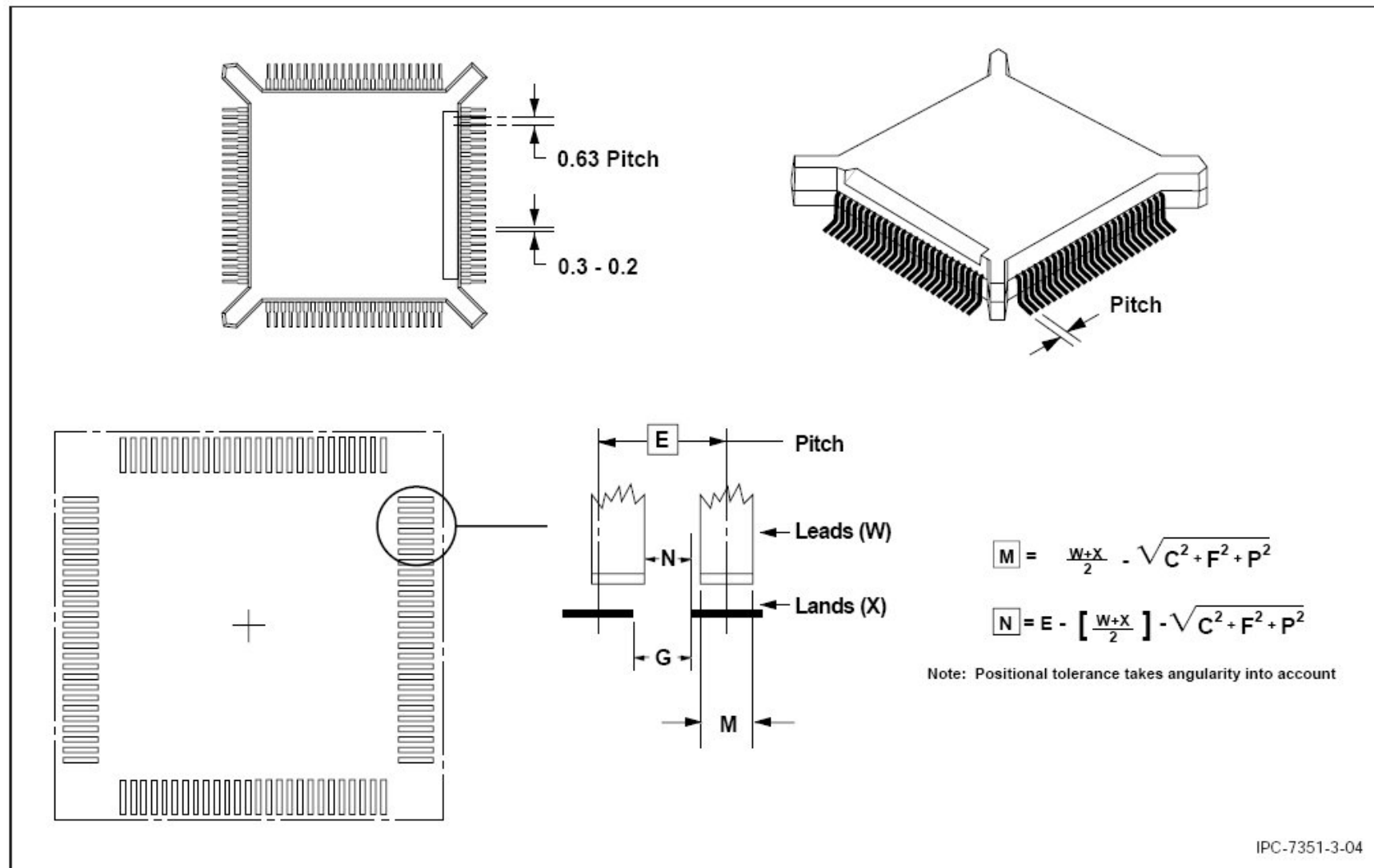
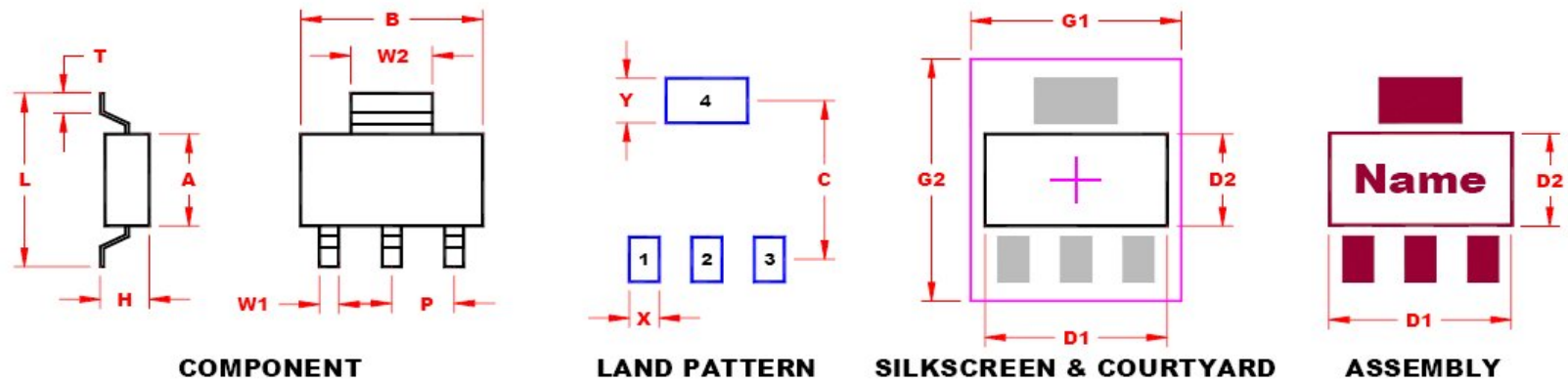


Figure 3-4 Pitch for Multiple Leaded Components

SOT-223
(Level 2 - Nominal Material Condition)

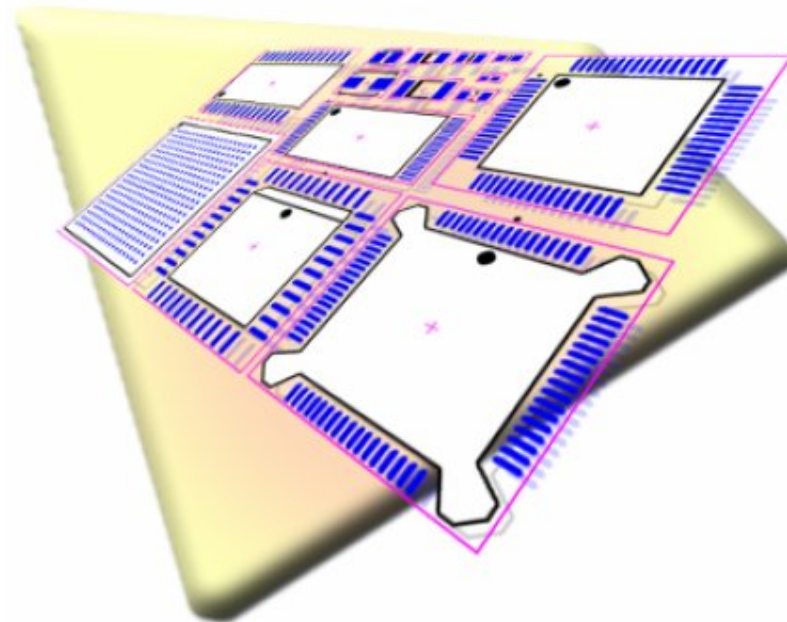


Nominal SOT-223	Component									Land Pattern				Silkscreen & Assembly		Courtyard	
	Land Pattern Name	P	A	B	L (max)	T (max)	W1 (max)	W2 (max)	H (max)	C	X1	X2	Y	D1	D2	G1	G2
1	SOT-223	2.30	3.50	6.50	7.30	1.30	0.88	3.18	1.80	5.80	1.10	3.50	2.20	6.50	2.80	8.50	7.20

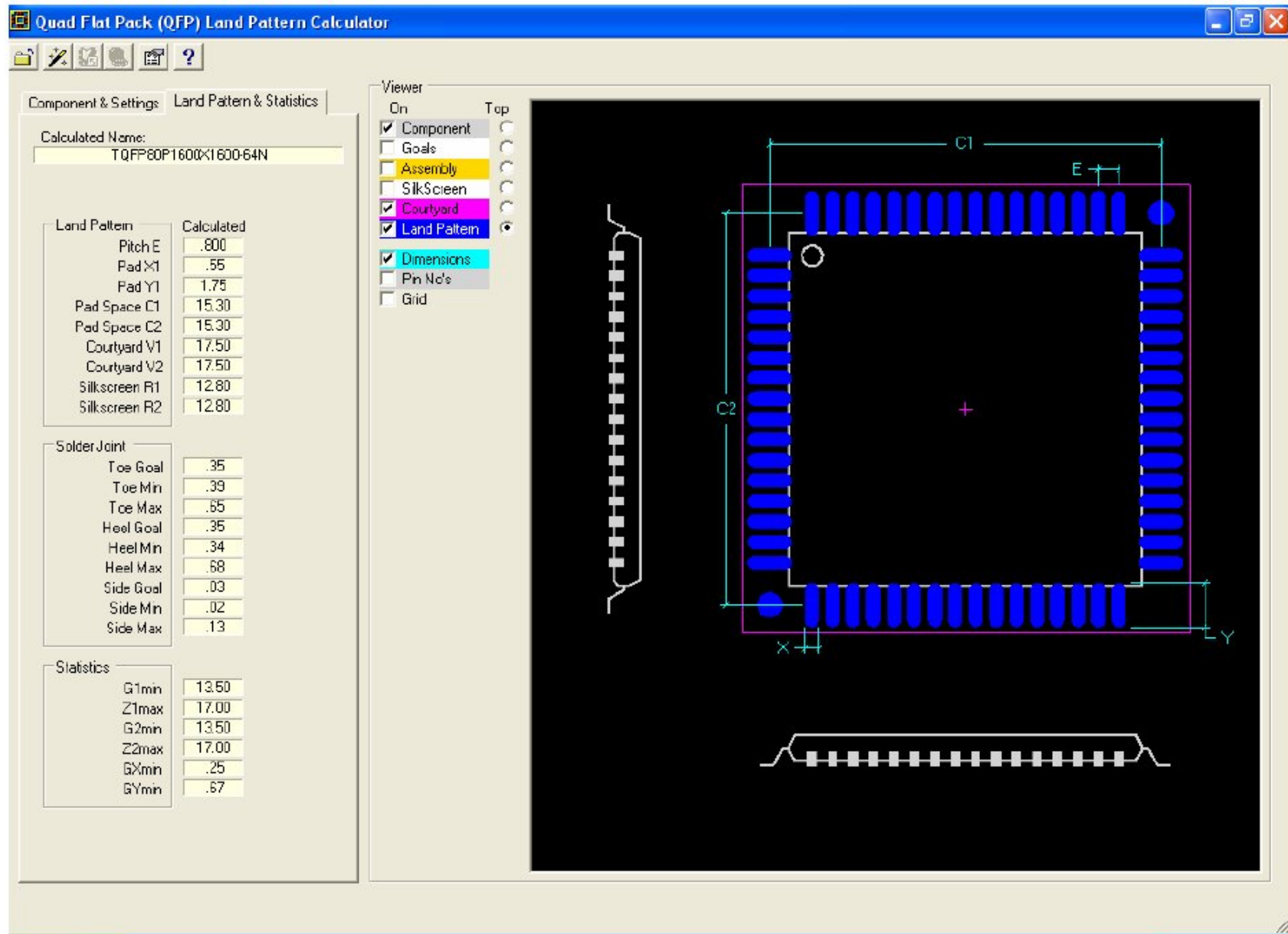
PCB Libraries IPC-7351 LP Suite

User Guide

10/04/04

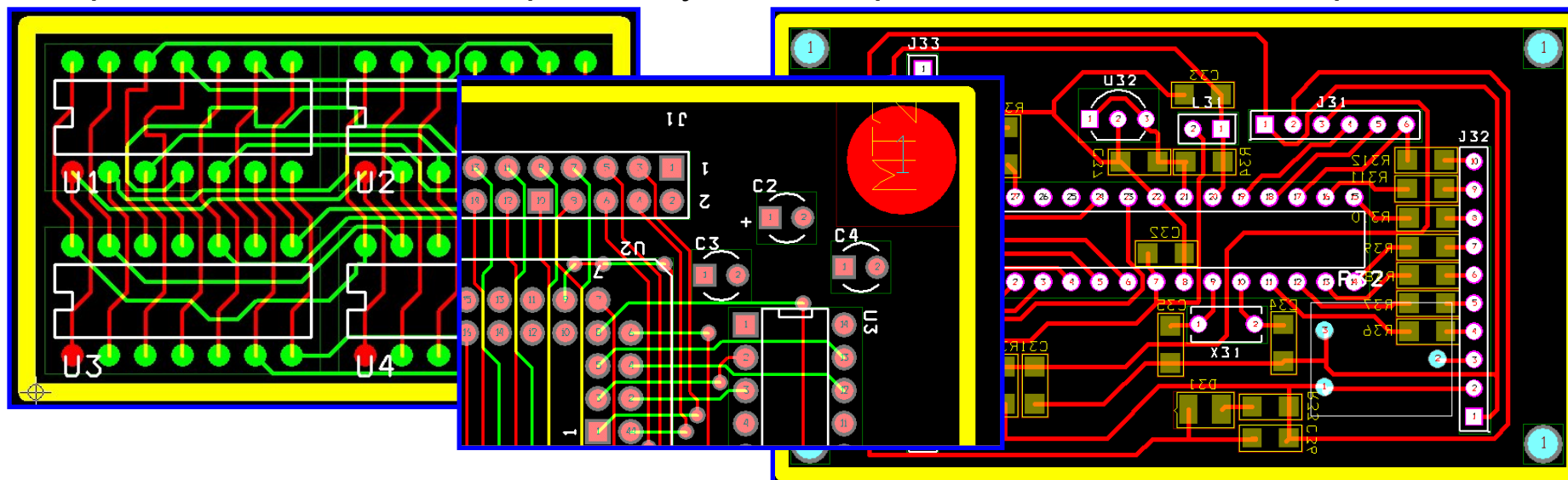


IPC oferă și un program de calcul interactiv



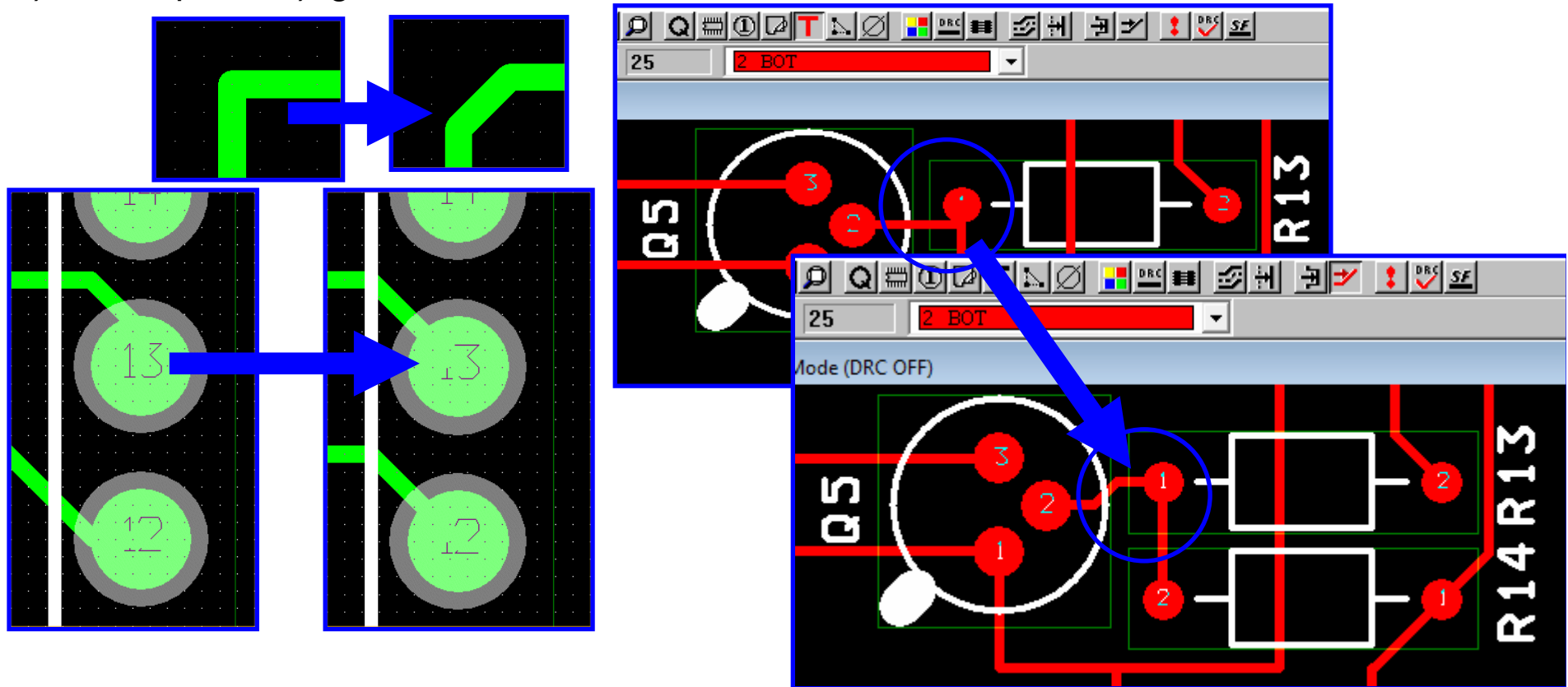
Optimizarea și finalizarea proiectelor PCB/PWB

Ultima fază după terminarea rutării este destinată optimizării și finalizării layout-ului. Proiectantul trebuie să privească layout-ul plăcii ca pe o lucrare de artă (de aceea layout-ul final este numit “artwork”) ce trebuie să arate foarte bine. Un layout curat asigură succesul fabricației și este în concordanță cu cerințele de integritate a semnalului și de compatibilitate electromagnetică. Trebuie verificate și optimizate următoarele: placă (formă, contur, decupaje, spațieri, găuri de prindere), localizare componente și capsule/amprente asociate, structură de interconectare (spațiere între rute, unghiuri și forme ale traseelor, ieșiri din pastile, găuri de trecere, burghie), mască de lipire, mască pentru aplicarea pastei de lipit, silk screen, texte, logo-uri etc. Mai jos sunt prezentate câteva exemple de layout-uri după rutare dar înainte de optimizare.



Structura de interconectare

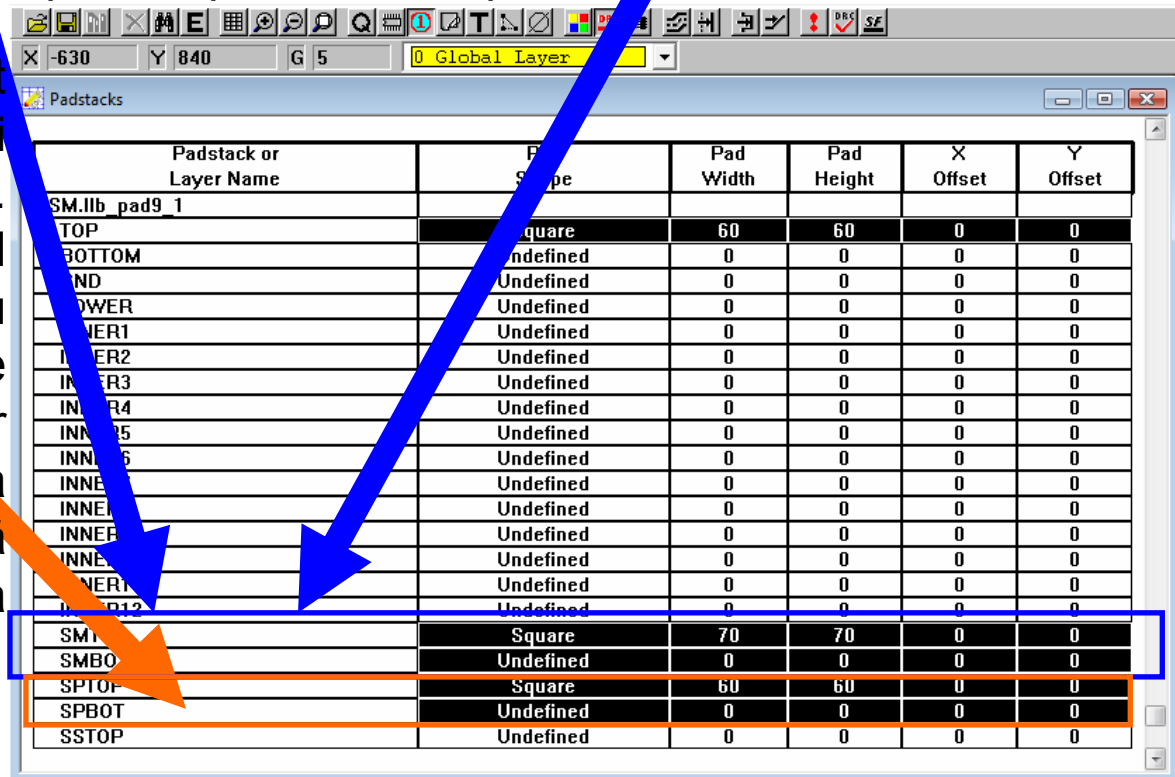
După finalizarea rutării (în special după autorutare), proiectantul trebuie să inspecteze cu atenție toate traseele și să optimizeze layout-ul PCB/PWB. Se găsesc adesea trasee cu unghiuri de 90°, unghiuri ascuțite și segmente neoptimizate. Proiectantul trebuie să corecteze layout-ul manual sau automat (folosind meniul **Auto → Cleanup design...**) pentru a obține o structură de interconectare de calitate ridicată. Proiectantul trebuie să vizeze în special spațierile între trasee, unghiurile și formele traseelor, minimizarea segmentelor de traseu, ieșirile din pastile și găurile de trecere.



Masca de lipire și masca de aplicare a pastei de lipit

Pentru a verifica parametrii măștii de lipire, proiectantul trebuie să selecteze butonul **Pin Tool**, apoi să selecteze pastila dorită, să selecteze butonul **View Spreadsheet** și apoi comanda **Padstacks**. Va fi afișat tabelul corespunzător pastilei. Câmpurile de interes la acest pas sunt **SMTOP** și **SMBOT**, corespunzătoare pentru **Solder Mask pe stratul Top** și **Solder Mask pe stratul Bottom**. Masca de lipire trebuie să aibă aceeași formă ca pastila și o supradimensionare de 5 - 20 mil/0,125 – 0,5 mm (valoarea standard este 10 mil/0,25 mm) față de dimensiunea pastilei pe stratul respectiv.

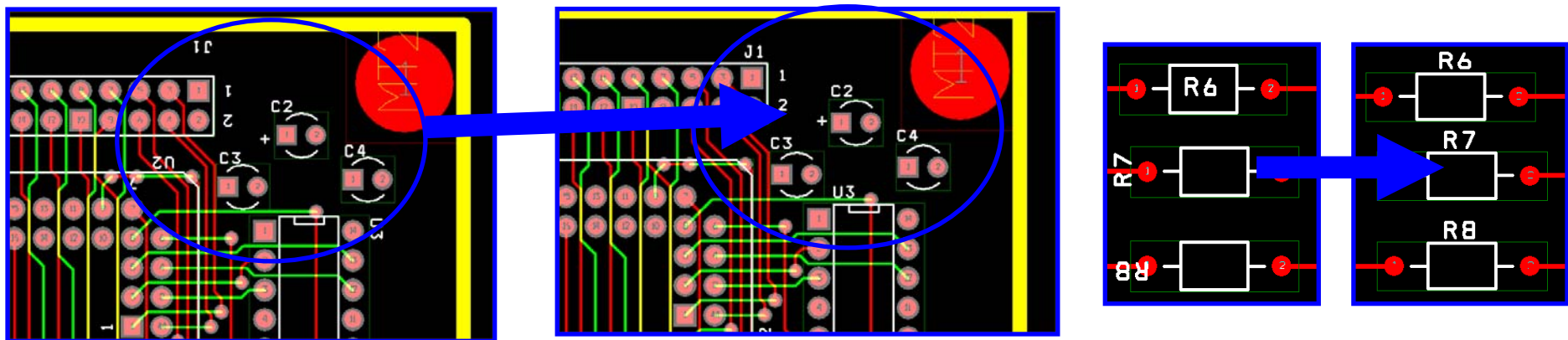
Alte câmpuri de interes sunt **SPTOP (Solder Paste Top)** și **SPBOT (Solder Paste Bottom)**. Prin aceste câmpuri proiectantul definește aperturile pentru șablonul de aplicare a pastei de lipit în cazul (doar al) pastilelor SMD. Masca de aplicare a pastei de lipit trebuie să aibă aceeași formă și dimensiune ca pastila de pe stratul electric.



Padstack or Layer Name	Shape	Pad Width	Pad Height	X Offset	Y Offset
SM.Ilb_pad9_1					
TOP	Square	60	60	0	0
BOTTOM	Undefined	0	0	0	0
ND	Undefined	0	0	0	0
POWER	Undefined	0	0	0	0
INNER1	Undefined	0	0	0	0
INNER2	Undefined	0	0	0	0
INNER3	Undefined	0	0	0	0
INNER4	Undefined	0	0	0	0
INNER5	Undefined	0	0	0	0
INNER6	Undefined	0	0	0	0
INNER7	Undefined	0	0	0	0
INNER8	Undefined	0	0	0	0
INNER9	Undefined	0	0	0	0
INNER10	Undefined	0	0	0	0
INNER11	Undefined	0	0	0	0
INNER12	Undefined	0	0	0	0
SMTOP	Square	70	70	0	0
SMBOT	Undefined	0	0	0	0
SPTOP	Square	60	60	0	0
SPBOT	Undefined	0	0	0	0
SSTOP	Undefined	0	0	0	0

Masca de inscripționare (silk screen)

Un layout PCB/PWB de calitate ridicată trebuie să aibă o mască de inscripționare (**silk screen**) de calitate și ușor de citit (marcată cu alb în figuri). Această mască (pe stratul top – **Silk Screen TOP**, pe stratul bottom **Silk Screen BOTtom**) este un strat neelectric important pentru asamblare, activități de reparare și identificare a componentelor. Conține contururile și numele componentelor, precum și alte texte informative, logo-uri etc. Proiectantul trebuie să acorde atenție poziției și orientării numelor: trebuie să fie plasate în afara conturului componentei dar cât mai aproape de acesta, pentru a evita confuziile. Semnele de polarizare și marcajele componentelor trebuie plasate în pozițiile corecte. Proiectantul trebuie să verifice cu atenție ca silk screen-ul să nu fie plasat peste pastile. În acest caz, la lipire nu se va realiza o joncțiune bună între pastilă și terminal. Parametrii textelor de pe silk screen (raportul dintre lățimea și înălțimea literelor trebuie să fie $1/6 \dots 1/8$, cu grosimea corpului literelor de minimum 8 - 10mil/0,2 – 0,25 mm) trebuie să fie în concordanță cu specificațiile fabricantului, pentru a nu depăși limitele de capacitate impuse de procesul de fabricație.



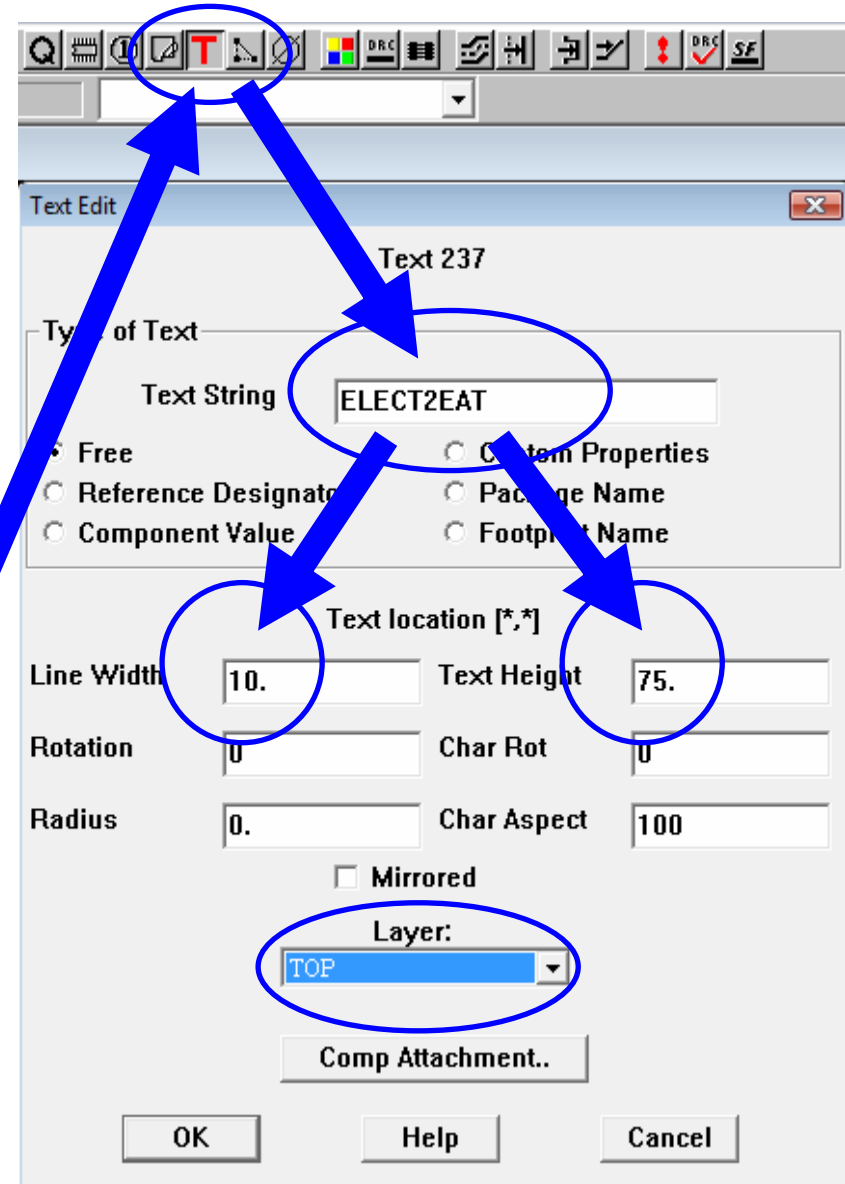
Alte texte și logo-uri informative și de recunoaștere

Se recomandă plasarea de texte de recunoaștere suplimentare în layout. Acestea pot fi numele firmei, numele plăcii/modulului, versiunea proiectului, anul/luna, țara etc. Câteodată textul poate specifica informații electrice importante (a se vedea mai jos).



Textele pot fi plasate pe straturile: TOP, BOTTOM (straturi electrice; textul va fi metalic, creat din cupru), SSTOP și SSBOT (cele mai folosite). Pentru a plasa un text, proiectantul trebuie să selecteze butonul **Text Tool** apoi clic-dreapta în zona de lucru, selectare **New** și completare a câmpurilor de interes.

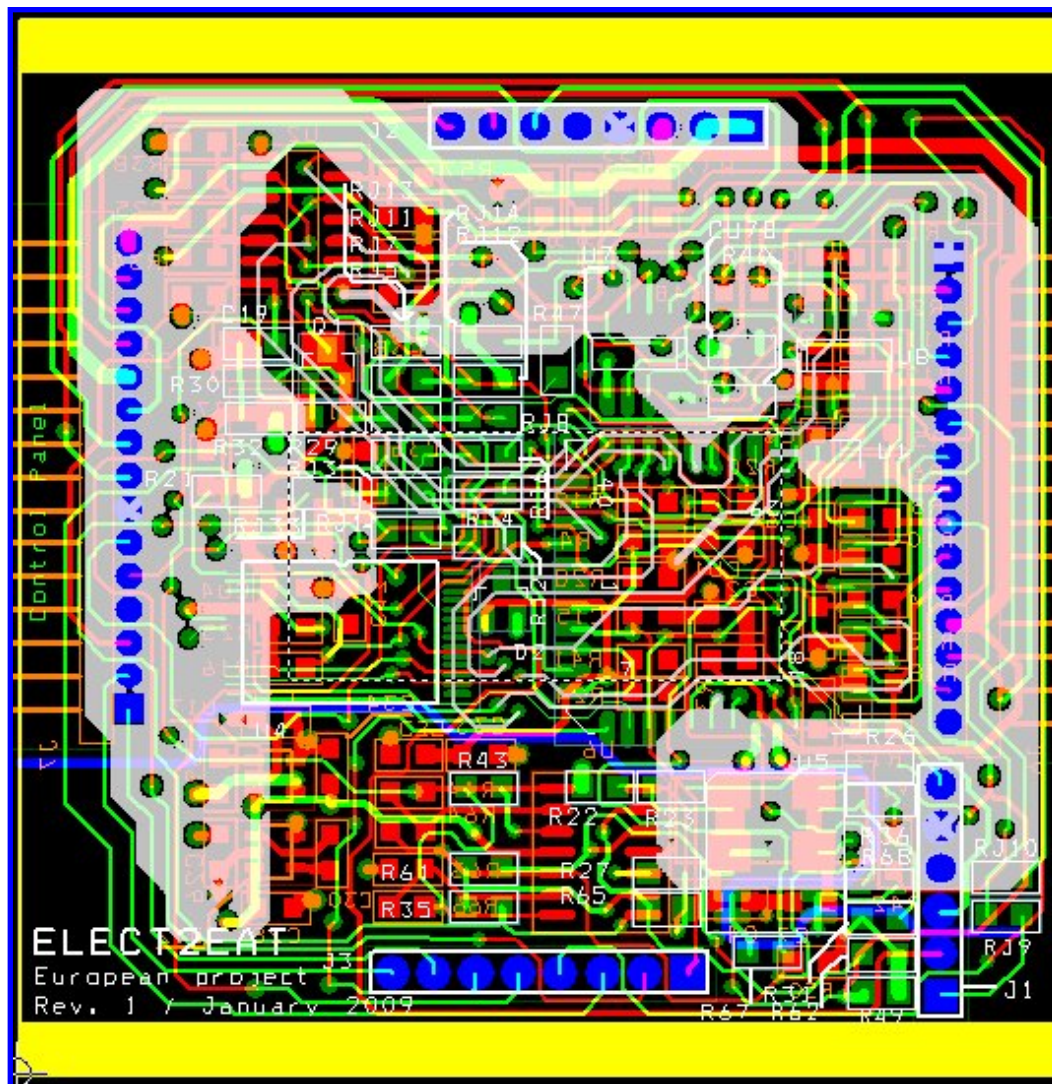
Se recomandă plasarea de logo-uri în layout.



Salvarea și arhivarea proiectului PCB/PWB

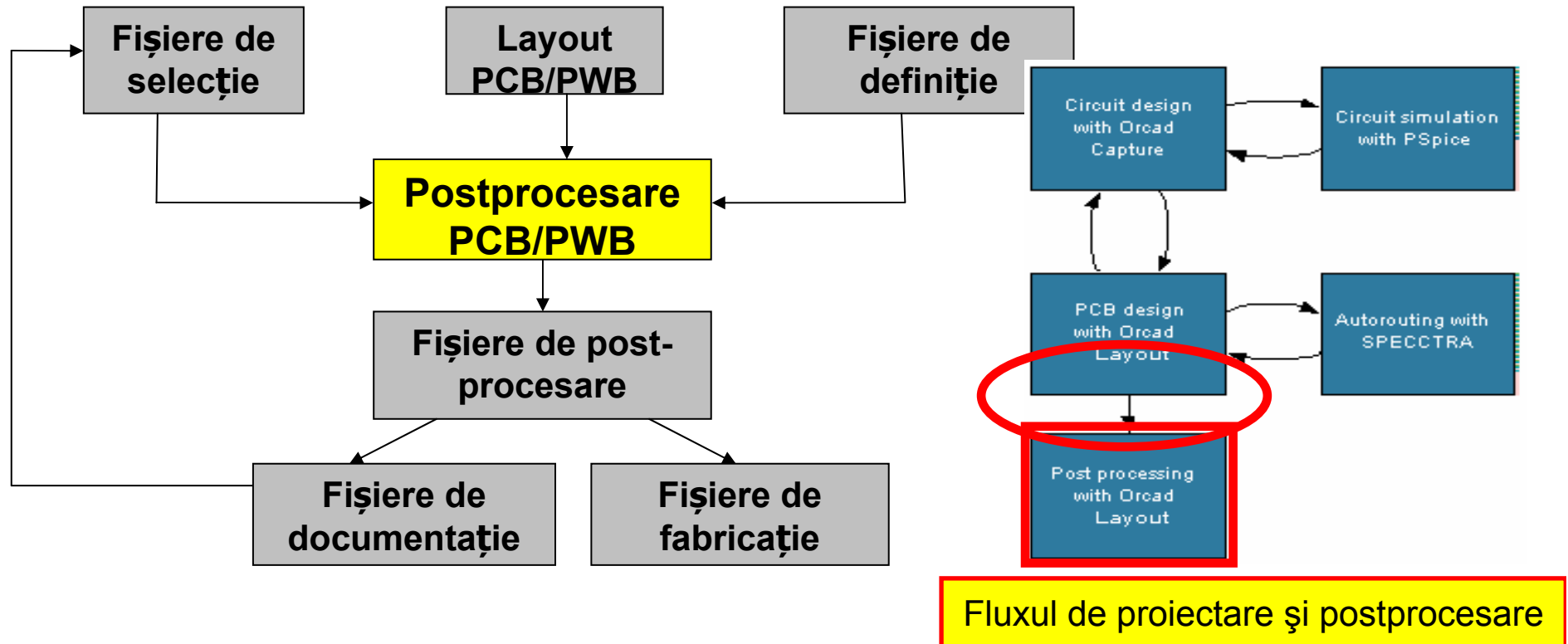
Ultimul pas al optimizării layout-ului include verificarea finală/generală a proiectului, punând accent pe pozițiile și capsulele (footprint-urile) componentelor, dimensiunea și forma plăcii, poziția și dimensiunea găurilor de prindere (în special valoarea de gaură proiectată, deoarece se vor folosi șuruburi de dimensiuni standardizate pentru fixarea plăcii în carcasă) și alte probleme observate (de multe ori chiar) la finalul proiectării de layout.

Ultima activitate este salvarea și arhivarea proiectului PCB/PWB, ca o confirmare finală a corectitudinii sale. Acum, proiectul PCB/PWB este finalizat și proiectantul este pregătit pentru a genera fișierele destinate fabricației plăcii de circuit/cablaj imprimat.



Postprocesarea proiectelor PCB/PWB

În această etapă sunt create fișierele de fabricație (fișiere pentru straturi (layer-e) – Gerber, fișiere de găurire – Excellon, rapoarte, fișier pentru plasarea automată a componentelor (“pick-and-place”) și alte fișiere asociate proiectului). După generarea fișierelor de fabricație nu se mai pot efectua modificări asupra proiectului PCB/PWB. Prin intermediul procedurilor de postprocesare, proiectantul dă informații strat cu strat (“layer-by-layer”) destinate fabricației reale a structurii PCB/PWB.



Toate activitățile de postprocesare sunt destinate următoarelor tipuri de echipamente:

plotere “pen” (incluse în această categorie sunt toate imprimantele și plotere (mai puțin cele de tip **Postscript**), fotoplotere, mașini de găurit în coordonate (cu comandă numerică), plotere **Postscript**).

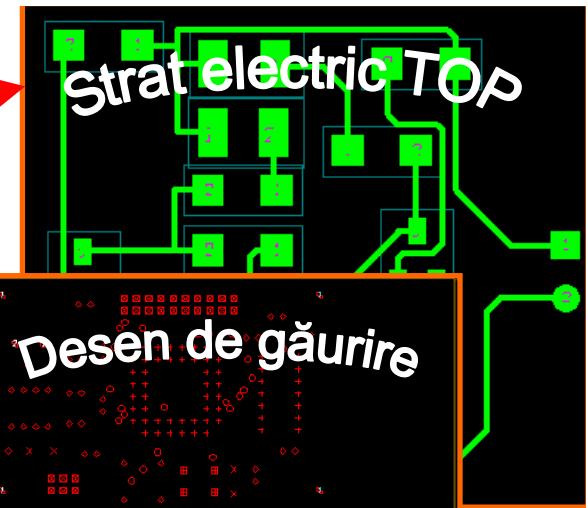
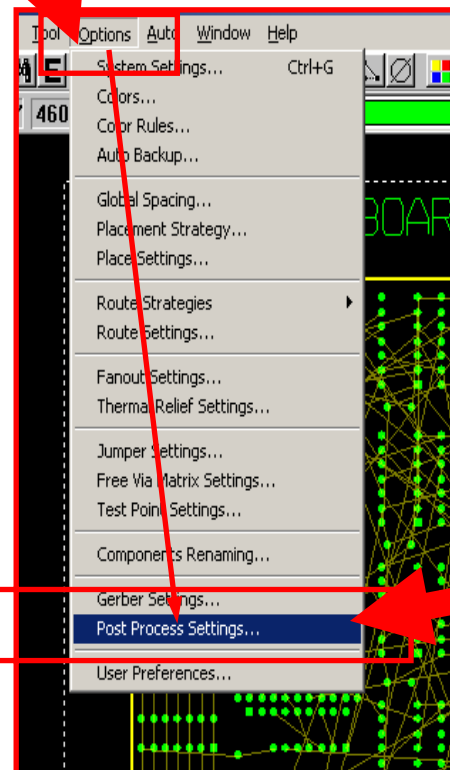
Variante de postprocesare

- **CHECK-PLOT:** plotare de calitate redusă a proiectului, destinată doar ploterelor “pen” și folosită numai pentru a plota în regim “centerline” (doar linia centrală a traseelor și conturul pastilelor și ariilor), pentru verificări înainte de fabricație;
- **ARTWORK:** plotare de înaltă calitate, destinată ploterelor “pen” și fotoploterelor și utilizată la generarea documentației proiectului PCB/PWB și fabricație;
- **DRILL DRAWING (DESEN DE GĂURIRE):** folosit pentru generarea unui desen de prezentare a tuturor găurilor din proiect, cu dimensiuni și poziție. După postprocesare este realizat automat un raport de găurire. Pentru găuri îngropate sau oarbe se generează fișiere de găurire multiple, pentru diferite perechi de straturi ce conțin respectivele treceri (în cazul proiectelor PCB/PWB multistrat). Desenul de găurire poate conține, de asemenea, texte informative pentru producător în care este specificată ordinea/secvența de găurire.
- **POWER & GROUND PLANE (PLAN DE ALIMENTARE & MASĂ):** plotare de înaltă calitate, destinată ploterelor “pen” și fotoploterelor și utilizată la generarea documentației proiectului PCB/PWB și fabricație în cazul planurilor de masă și alimentare (în cazul proiectelor PCB/PWB multistrat). Planul poate fi creat:
 1. cu imagine pozitivă;
 2. cu imagine negativă (în majoritatea cazurilor).

Postprocesarea proiectului PCB/PWB

În meniul Options, comenzile Gerber Settings și Post Process Settings reprezintă punctul de start pentru postprocesarea unui proiect finalizat. Apoi, în meniul Auto, comanda Run Post Processor declanșează generarea fișierelor de fabricație.

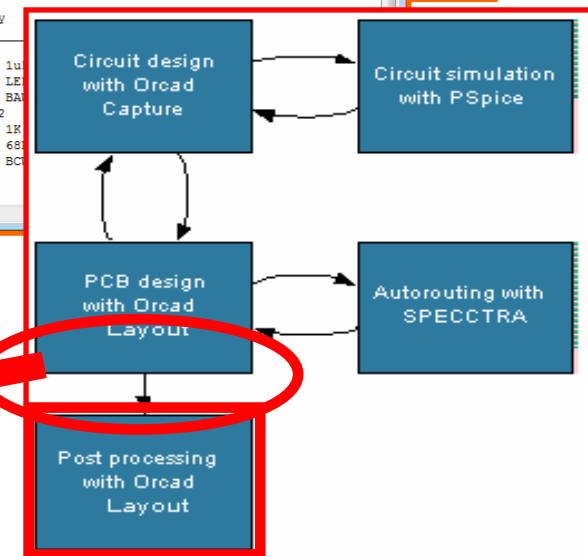
Aceste fișiere vor fi amplasate în același director cu fișierul proiectului (*.max). În plus, pentru realizarea documentației proiectului, pot fi realizate diferite rapoarte.



The image shows a screenshot of a Bill of Materials (BOM) table titled 'Lista de componente'. The table has columns for 'Item', 'Quantity', and 'Description'. The data is as follows:

Item	Quantity	Description
15: 1	2	C1,C2 1u
16: 2	2	D1,D2 LE
17: 3	2	D3,D4 BA
18: 4	1	J1 CON2
19: 5	2	R1,R2 1K
20: 6	2	R3,R4 68
21: 7	2	T1,T2 BC

A red arrow points from the text 'Lista de componente' in the second paragraph to the 'Lista de componente' title in the table.



Cu Gerber Settings (Preferences) proiectantul configurează parametrii pentru fișierele de fabricație Gerber: aperturi, dimensiunea filmului, formatul de postprocesare și rezoluția de ieșire.

Cu **Post Process Settings** proiectantul configurează straturile necesare pentru a fi postprocesate. Toate setările sunt introduse într-un **tabel (spreadsheet)** care poate fi salvat și vizualizat.

The image shows two overlapping dialog boxes from a PCB design software. The 'Gerber Preferences' dialog is on the left, and the 'Post Process Settings' dialog is on the right. A green arrow points from the 'Gerber Settings' section of the first dialog to the 'Post Process Settings' dialog. Another green arrow points from the 'Plot to Print Manager...' option in the 'Gerber Preferences' dialog to a preview window showing a blue circuit board layout. A third green arrow points from the 'Plot output File Name' column header in the 'Post Process Settings' table to the same preview window.

Gerber Preferences

Aperture Settings

Maximum Apertures: 999

Gerber Creation

☒ Create Apertures as Needed

☐ Use Existing Apertures Only

☐ Using Master Aperture List

☒ Retain D Codes from Master List

Master List: C:\PERFAG.APP

Gerber Settings

Xsize: 32000

Ysize: 32000

End-of-Block Character:

☐ Incremental

☒ Center Each Block

Output Resolution

☐ 2.3 Format

Post Process Settings

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
*.DND	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			

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

Options

☐ Keep Drill Holes Open

☒ Create Drill Files

☒ Overwrite Existing Files

☒ Enable for Post Processing

Preview

Save Colors

Restore Original Colors

Load Post Processing Setup...

Save Post Processing Setup...

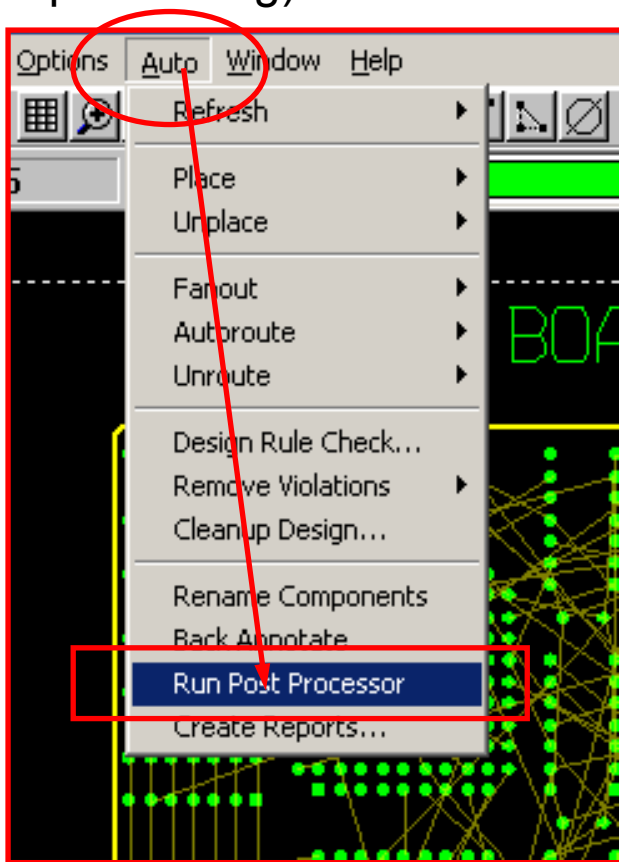
Load Color Setup...

Save Color Setup...

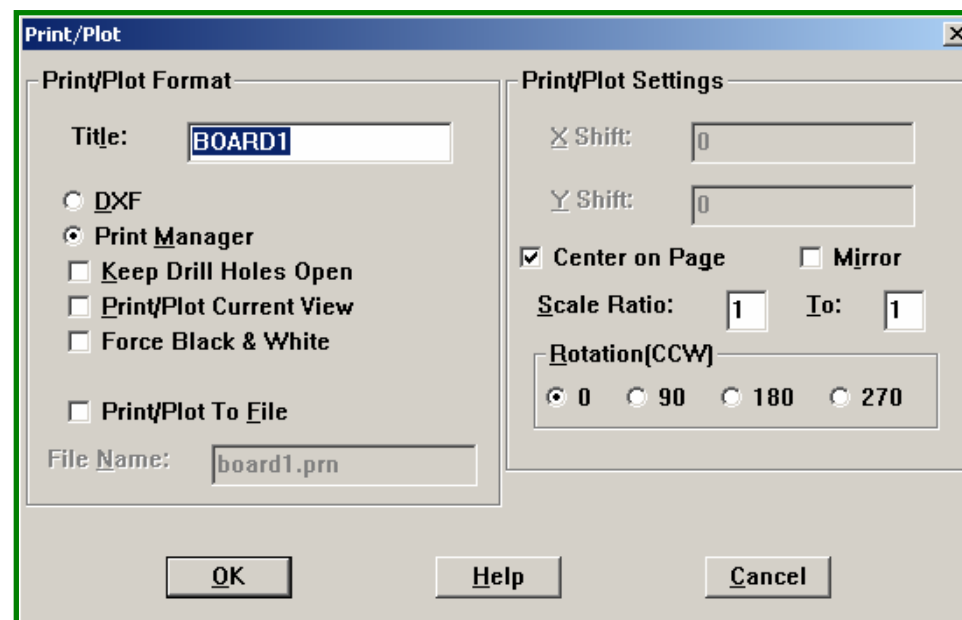
Gerber Preferences...

Acest **tabel** permite proiectantului să **pre-vizualizeze** un strat și să selecteze formatul corect înainte de generarea fișierelor de fabricație.

Cu **Run Post Processor** proiectantul startează activitatea de postprocesare și generează automat fișierele de fabricație (Gerber, Excellon, liste de aperturi și alte rapoarte). Este posibil să se ruleze procedura pentru un singur strat (layer) sau pentru mai multe/toate straturile (batch processing).

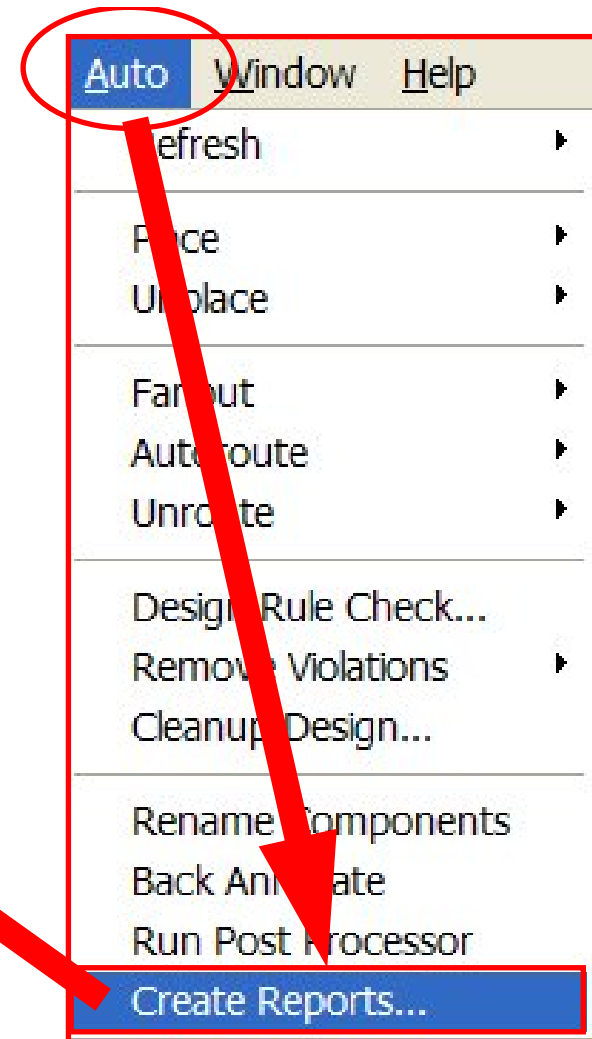
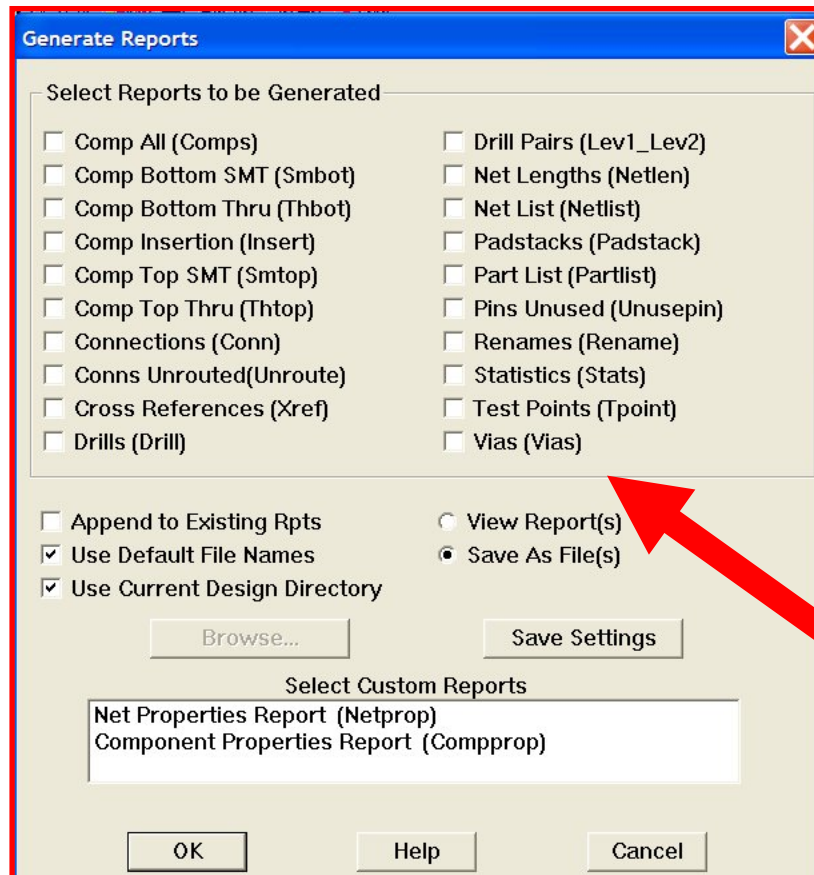


Printare și plotare



Cu comanda **Print/Plot** din meniul File proiectantul poate printa/plota orice strat PCB/PWB, singura problemă fiind de a controla vizibilitatea straturilor pentru a printa/plota exact stratul/straturile dorite. Operația se bazează pe metoda WYSIWYG (What You See Is What You Get).

Rapoarte



După crearea fișierelor de fabricație, folosind comanda **Create Reports** din meniul **Auto**, proiectantul are posibilitatea să genereze diferite rapoarte, după cum urmează: statistici, raport cu centrele componentelor (destinat plasării automate), liste de găurire, stive de definire a pastilelor (padstack-uri), puncte de test, liste de conexiuni, liste cu componentele amplasate pe față și spate (top și bottom) etc.