



TEHNOLOGII DE INTERCONECTARE ÎN ELECTRONICĂ

LUCRAREA DE LABORATOR nr. 4 SISTEME "CAM" DESTINATE VIZUALIZĂRII ȘI EDITĂRII FIȘIERELOR DE FABRICAȚIE

Scopul lucrării: Scopul prezentei lucrări de laborator este de a familiariza studenții cu sistemele CAM ce realizează interfațarea dintre proiectare și fabricație, sisteme ce pregătesc fabricația efectivă și comandă echipamentele de producție. În lucrarea de laborator anterioară a fost studiată procedura de interfațare dintre un sistem de proiectare CAD și un sistem CAM de vizualizare/editare a fișierelor de fabricație. Lucrarea de față dorește să aprofundeze problema fișierelor de postprocesare și să evidențieze tipurile de fișiere obligatorii pentru producția circuitelor imprimate. În plus, lucrarea prezintă o modalitate interesantă de proiectare rapidă a structurilor pasive de interconectare sau de RF/microunde în condițiile în care utilizatorul nu dispune de un mediu CAD adecvat, circuitul imprimat de realizat este de complexitate foarte redusă sau trebuie generată o structură planară specială ce nu se încadrează în clasa "PCB standard" (de exemplu microstrip, stripline, coplanar-waveguide, slot-line sau alte structuri planare de microunde).

Desfășurarea lucrării

Se va utiliza sistemul CAM (Computer Aided Manufacturing) GerbTool (redenumit în prezent VisualCAM), program ce permite, pe lângă activități specifice de verificare și editare, generarea (este adevărat, într-o manieră neprofesională) unor structuri de interconectare de calitate foarte bună. Trebuie făcută observația că această cale este urmată, în general, de proiectanți cu experiență, începătorii putând face erori grave care să compromită complet proiectarea și fabricația modului electronic.

Sesiunea de lucru începe cu deschiderea sistemului CAM pe calea **Start > All Programmes > WISE Software > GerbTool 15.0 > GerbTool**. În zona de jos a ecranului se selectează tab-ul "Main" pentru vizualizarea ariei de procesare a mediului CAM (figura 1).

După acest pas se ajunge la etapa importului fișierelor de fabricație (Gerber și N.C. Drill/Excellon) în vederea vizualizării, editării și optimizării pentru pregătirea fabricației.

Importul unui fișier Gerber (corespunzător unui layer electric/neelectric) se realizează pe calea: meniul **File > Import > Gerber...** și selectarea fișierului de fabricație Gerber (Gerber-X de fapt, formatul cel mai utilizat în prezent), După import, filmul tehnic virtual de fabricație (fiecare fișier Gerber va conduce la realizarea unui film tehnic real) este procesat în vederea începerii fabricației. Trebuie menționat că filmul tehnic real reprezintă matrița după care se realizează fabricația PCB pentru layer-ul respectiv.

Similar, importul unui fișier N.C. Drill/Excellon (corespunzător „hărții” cu procedura de găurire) se realizează pe calea: meniul **File > Import > NC (Drill/Mill)...** și selectarea fișierului de fabricație N.C. Drill (de fapt, tot un format extins, care are înglobate informațiile legate de burghiile cu care se face găurirea), După import, se verifică suprapunerea și corespondența dintre layer-ele electrice și „harta” de găurire, apoi se poate pregăti fabricația. Trebuie menționat, și în acest caz, că fișierul cu „harta” de găurire reprezintă fișierul de comandă cu care se realizează găurirea completă a plăcii de circuit imprimat.

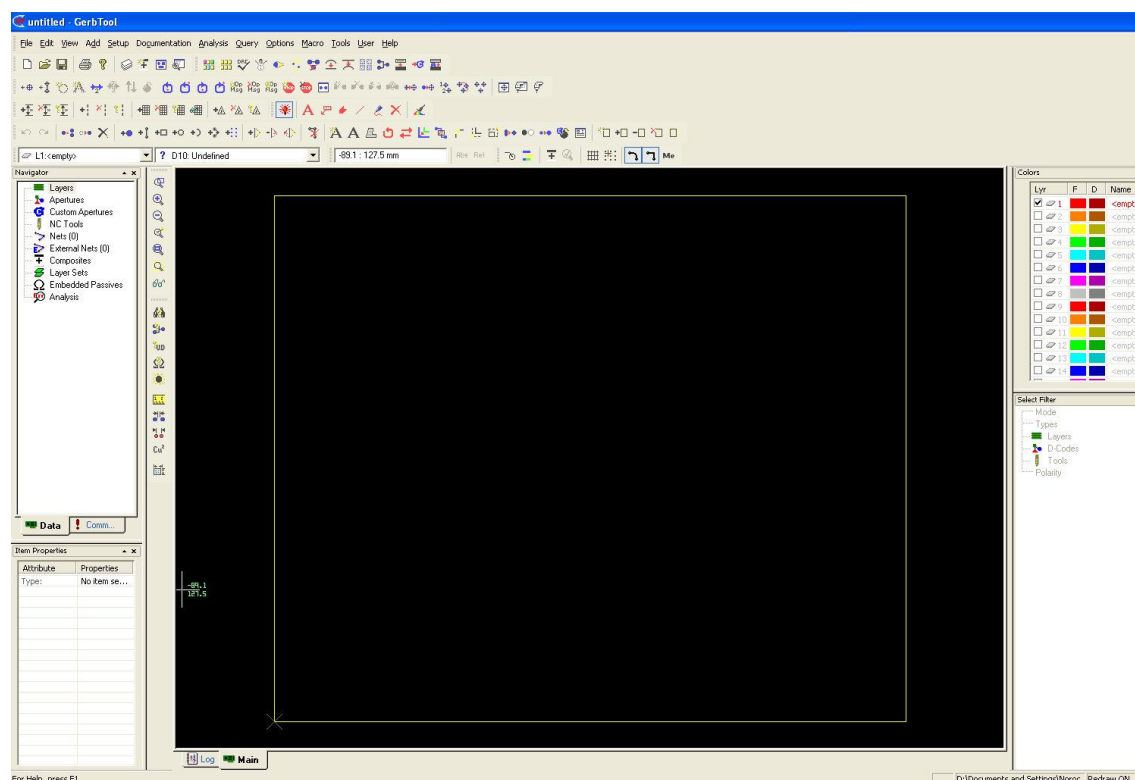


Fig. 1 Interfața cu utilizatorul a sistemului CAM GerbTool

În figura 2 se prezintă tipurile de aperturi utilizate uzual de sistemele CAM (aperturi ce corespund pastilelor THD/SMD și găurilor de trecere (vias), prin entitatea “flash” și traseelor/ariilor de cupru prin entitatea “draw”, ce este un “flash” continuu, cu deplasarea capului de fotoplotare). După cum se poate observa, paleta de aperturi nu este foarte bogată, dar este, în general, suficientă pentru majoritatea proiectelor PCB. În situații deosebite, se pot genera aperturi “custom”, care să fie în concordanță cu anumite pastile speciale create de proiectantul PCB în conformitate cu specificațiile tehnice ale capsulei.

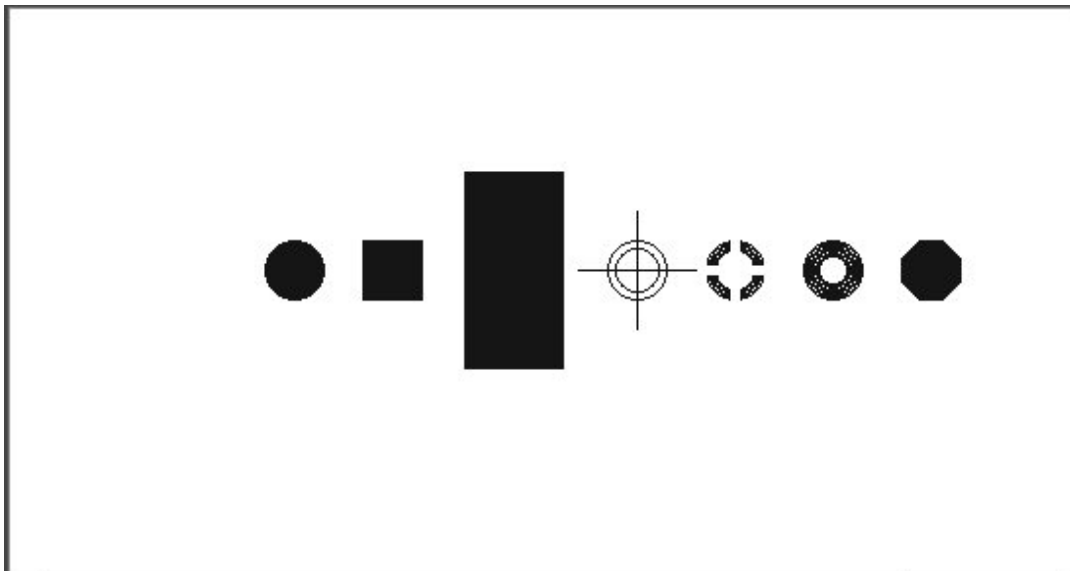


Fig. 2 Tipuri de aperturi utilizate uzual de sistemele CAM

În figura 3 se prezintă faptul că în sistemele CAM nu mai există pastile, trasee, găuri de trecere, arii de cupru etc., ci numai două articole/entități CAM, numite “flash” și “draw”, entități independente una de alta, care se pot deplasa liber, cu pierderea conectivității din proiectul CAD.

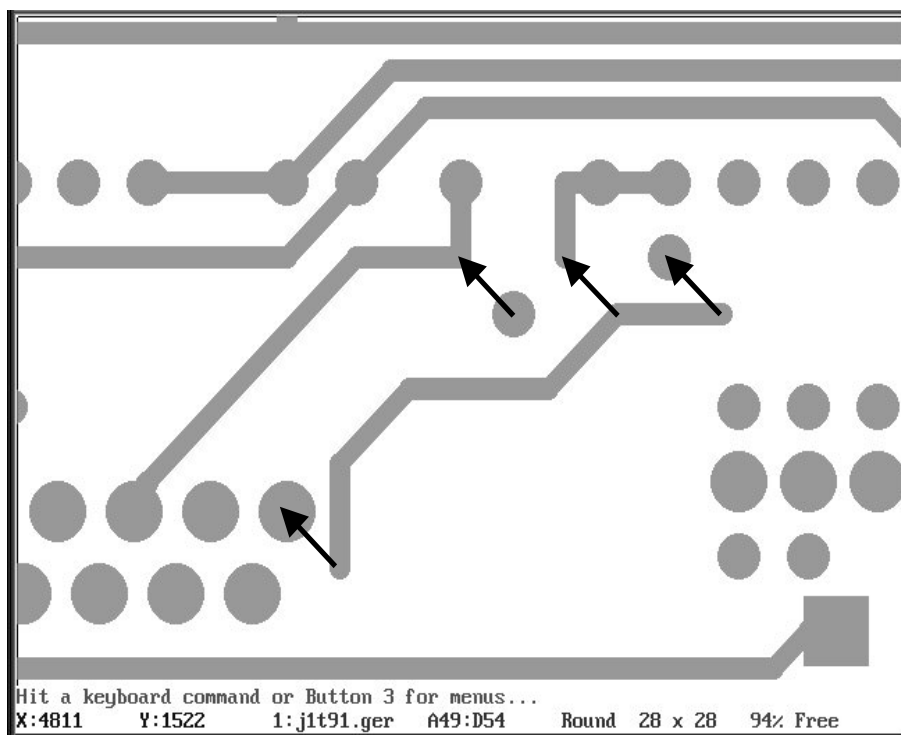


Fig. 3 Deplasarea flash-urilor și draw-urilor (săgețile arată pozițiile originale ale articolelor)

În cadrul sistemelor CAM, utilizatorul poate realiza cu ușurință copierea repetitivă a diferitelor structuri și entități (figura 4), operație ce permite panelizarea proiectelor PCB individuale, adică multiplicarea lor într-o structură matriceală în cadrul unui panel unic.

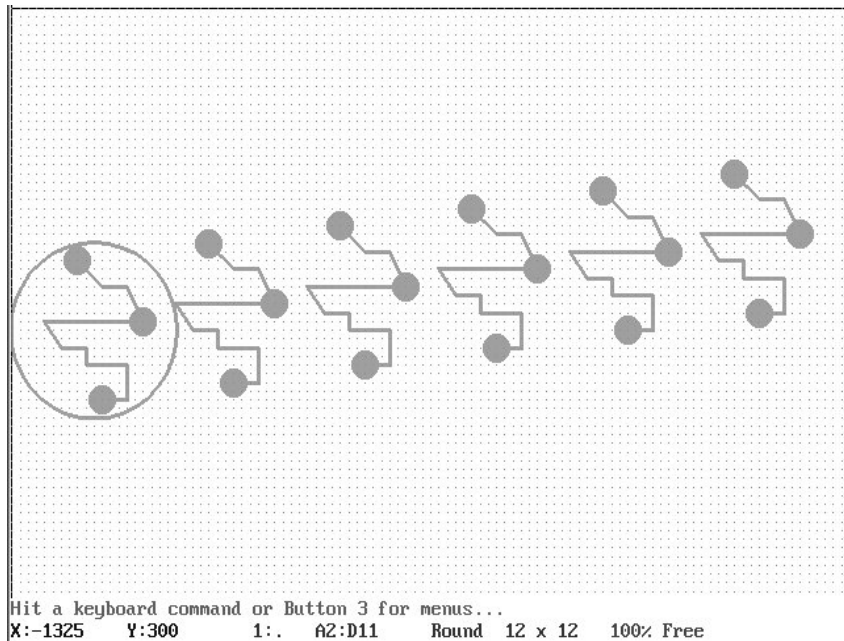


Fig. 4 Copierea repetivă a structurilor și entităților PCB din proiectul CAD inițial

În cazul lucrului cu aperturi (care corespund, după cum s-a menționat anterior, pastilelor THD/SMD, găurilor de trecere (vias) și traseelor/ariilor de cupru), trebuie reținut că schimbarea codului de apertură este o operație “de forță” care “umblă la miezul problemei”, modificând elementele fundamentale ale plot-ului generat prin postprocesarea PCB. În figura 5 este prezentat cazul unui traseu care interconectează două pastile. Modificându-se aperturile (numite și “Dcode”-uri) entităților de tip “flash” și „draw”, se observă apariția unor modificări majore, modificări ce pot fi locale sau globale (în tot layout-ul PCB).

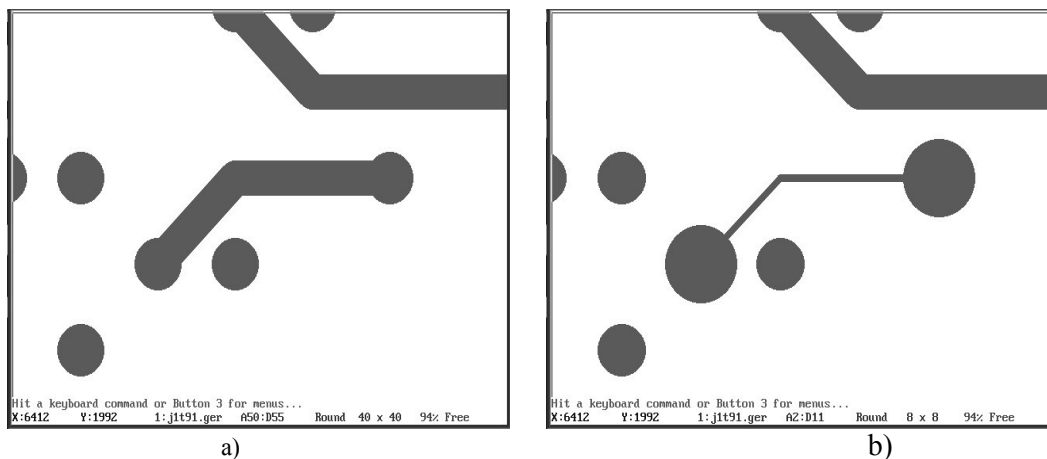


Fig. 5 Modificarea codurilor de apertură pentru o structură dată
a) înainte de modificare; b)după modificare

În figura 6 se prezintă modificarea formei (și dimensiunilor, dacă este cazul) unui cod de apertură dat, în vederea realizării unei optimizări a structurii PCB inițiale, structură ce, poate, nu era compatibilă cu fabricația de la respectivul producător PCB.

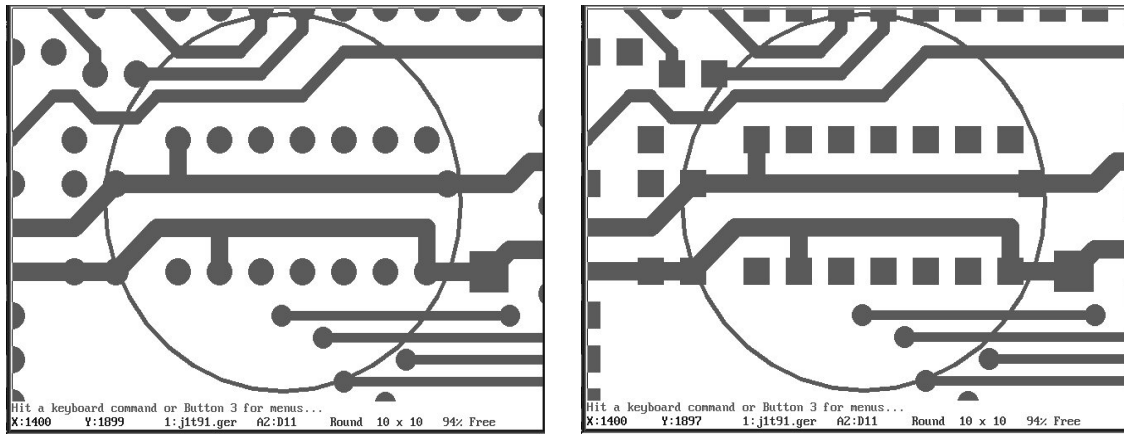


Fig. 6 Modificarea formei (și dimensiunilor, dacă este cazul) unui cod de apertură dat
a) înainte de modificare; b) după modificare

Cu simbolurile din figura 7 se pot face măsurări de precizie în cadrul proiectului CAM între două puncte, între marginile a două articole/obiecte din aria de lucru sau între centrele respectivelor obiecte.

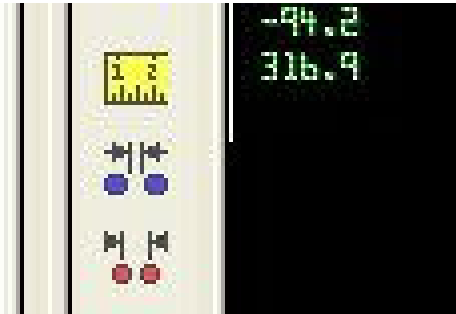


Fig. 7 Măsurarea articolelor/obiectelor din aria de lucru

De exemplu, în figura 8 se prezintă măsurarea distanței dintre centrelor unor pastile (pad-uri) THD, pastile definite prin aperturi circulare în sistemele CAM. În figură distanța este dată în "mil", unitate ce reprezintă miimea de inch.

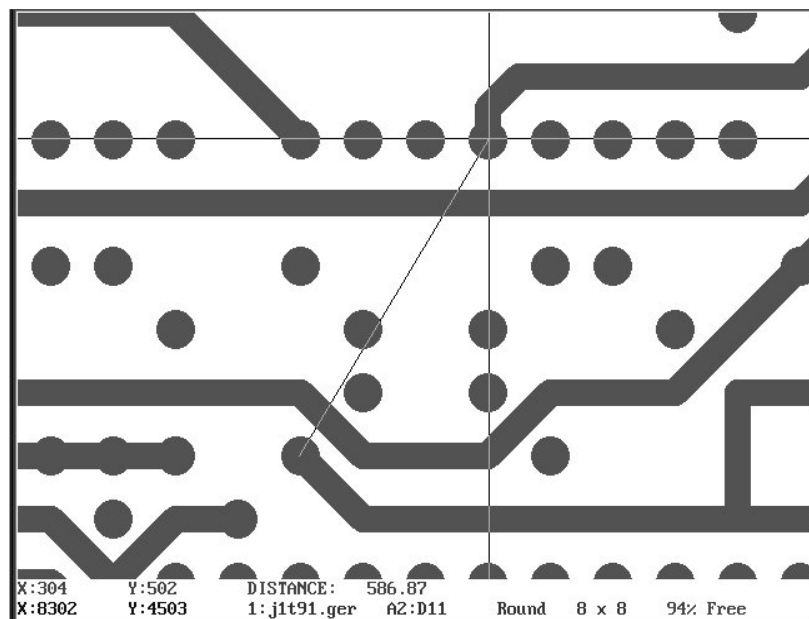


Fig. 8 Măsurarea distanțelor și dimensiunilor articolelor de proiectare

Teme de proiectare:

1. Să se realizeze structura din figura 9 direct într-un mediu CAM (ex. GerbTool, VisualCAM, PCGerber etc.) folosind doar aperturile prezentate în tabelul 1.

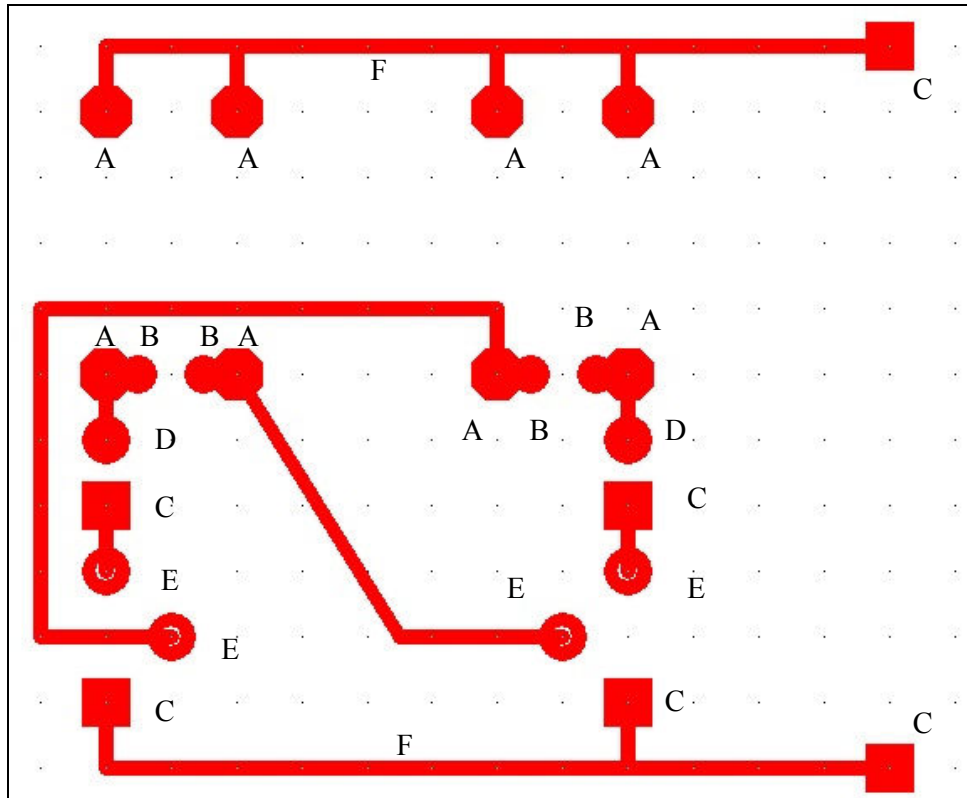


Fig. 9 Structură PCB de realizat prin metode CAM, amplasată pe stratul electric TOP

Aceasta reprezintă layout-ul unui multivibrator cu 2 tranzistoare bipolare cu frecvență de aproximativ 1Hz și vizualizare prin 2 LED-uri. Layout-ul va fi amplasat pe stratul electric TOP. Distanța dintre 2 puncte adiacente vizibile în figură este de $1M = 2,54\text{mm}$. Să se salveze structura cu numele „TIEL4_pr1.gtd” și să se genereze fișierul Gerber asociat.

Apertură	Formă	Valoare
A	Octogon	80 mil
B	Cerc	60 mil
C	Pătrat	75 mil
D	Cerc	75 mil
E	“Donut” (coroană circulară)	75 mil
F	Cerc	20 mil

Tab. 1 Aperturi pentru proiectul 1

2. Să se proiecteze pe layer-ul TOP structura PCB de mai jos (figura 10) direct într-un mediu CAM (GerbTool, VisualCAM, PCGerber etc.) utilizând doar aperturile prezentate în tabelul 2. D71 (apertura pentru traseul de interconectare dintre pastila pătrată centrală și cea rotundă din dreapta) trebuie calculată astfel încât să se obțină o spațiere de 20 mil pe verticala centrală (marcată prin linia

verticală). Să se salveze proiectul sub numele "TIEL4_pr2.gtd" și să se genereze fișierul Gerber asociat.

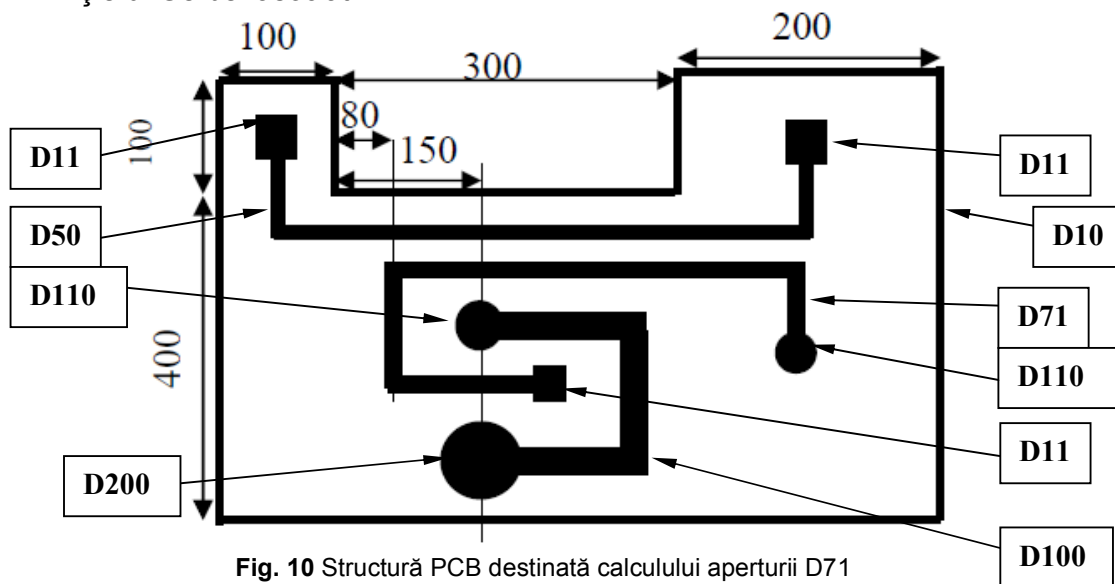


Fig. 10 Structură PCB destinată calculului aperturii D71

Apertură	Formă	Valoare
D10	Pătrat	8 mil
D11	Pătrat	70 mil
D50	Cerc	0,4 mm
D71	Pătrat	de calculat
D100	Cerc	20 mil
D110	Cerc	1,8 mm
D200	Cerc	4 mm

Tab. 2 Aperturi pentru proiectul 2

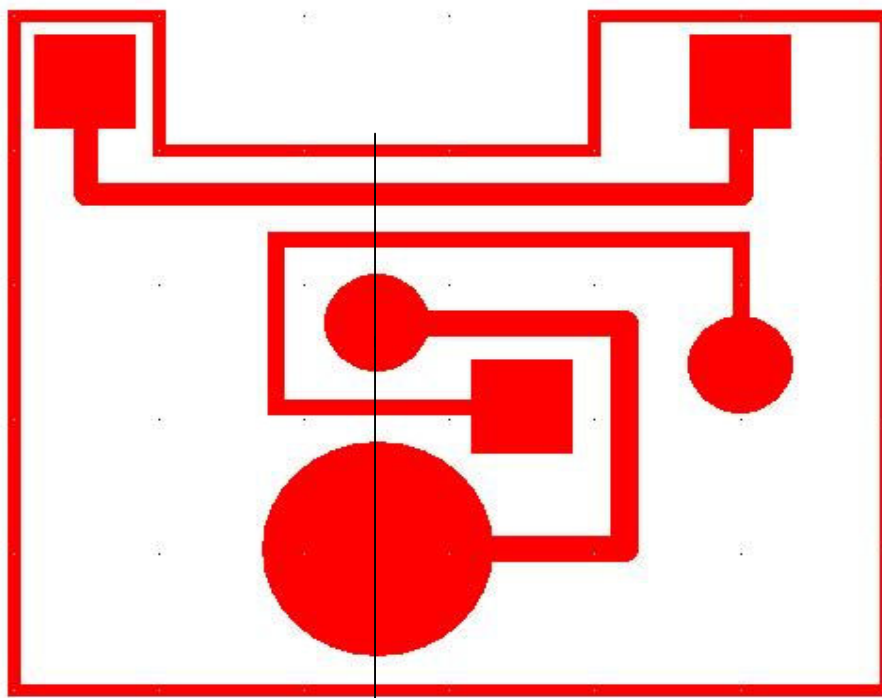


Fig. 11 Structura de obținut în cazul proiectului 2

3. Să se realizeze prin metode CAM un filtru de microunde microstrip de tip “trece-bandă” cu linii cuplate (numit și “cu rezonatoare cuplate marginal”), numit “TIEL4_pr3.gtd” și să se genereze fișierul Gerber destinat fabricației. Constructiv, acest tip de filtru este format din perechi de rezonatoare de lungime $\lambda/2$ deschise la ambele capete și cuplate marginal paralel. Raportul de tip “listă de aperturi” va fi generat manual, sub formă de script. Să se precizeze structura de straturi electrice pentru a respecta topologia “microstrip”.

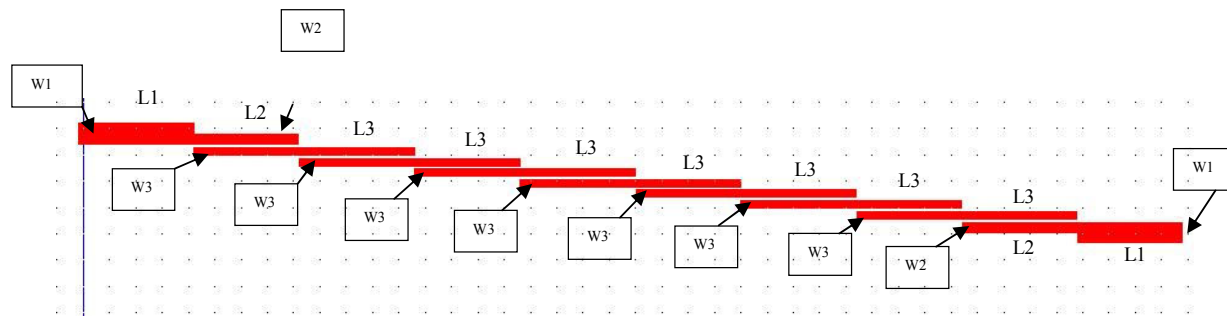


Fig. 12 Filtru microstrip cu linii cuplate realizat prin metode CAM

Spațierea între elementele 1 și 2 este de 0,3 mm (similar, între elementele 8 și 9). Între toate celelalte elemente ale filtrului spațierea este de 0,2 mm.

L1	10 mm
L2	10 mm
L3	20 mm
W1	2 mm
W2	1 mm
W3	0,8 mm

≈ • ≈