



TEHNOLOGII DE INTERCONECTARE ÎN ELECTRONICĂ

LUCRAREA DE LABORATOR nr. 3 PROIECTARE "PCB" AVANSATĂ ȘI POSTPROCESĂRI "PCB"

Scopul lucrării: Scopul prezentei lucrări de laborator este de a introduce studentul în proiectarea avansată a circuitelor imprimate și în etapele de postprocesare PCB, necesar a fi executate la finalizarea proiectelor CAD de tip "layout", etape fără de care nu se pot fabrica plăci de circuit imprimat și module/produse electronice performante.

Desfășurarea lucrării

1. Metode CAD de proiectare avansată a circuitelor imprimate

Circuitul din anexă reprezintă proiectul electronic "cu erori" care a făcut obiectul lucrării de laborator nr. 2 (pe baza microcontroller-ului de 8 biți 80C51, având tensiunea de alimentare în plaja 2,7 – 5,5V și numit în prezenta lucrare de laborator TIE2006). În figură se prezintă zona ce cuprinde circuitul TIE2006, structura de oscilație cu cuarț, circuitul de RESET și magistralele AD0-AD7 și A0-A7, ultima dintre ele comandată de driver-ul octal CMOS 82C82 (a se studia anexa - schema electrică a circuitului). Se citește fișierul "PCB" TIEL3-PR1.BRD. Se parcurg etapele descrise mai jos.

- Circuitele integrate U1 și U2 vor prezenta următoarele capsule: U1-THD de tip DIP și U2-SMD de tip SOIC (SO). Alimentările sunt următoarele: U1 – VCC/pin 40 și GND/pin 20 iar U2 – VCC/pin 20 și GND/pin 10.

U1		U2	
NET	PIN	NET	PIN
VCC	40	VCC	20
GND	20	GND	10

Tab. 1 Alimentările circuitelor integrate U1 și U2

- Componentele pasive nepolarizate (rezistoare, condensatoare) sunt de tip SMD, prezentând capsule 1206. Condensatorul polarizat C3 este de tip THD, cu terminale radiale și capsulă circulară, cu distanța dintre pastile de 2 module.

Tranzistorul Q1 va fi plasat într-o capsulă SOT23, pastila de sus fiind colectorul iar cea din stânga jos, marcată prin originea capsulei, baza (figura 1).

- Capsulele conectoarelor de 8 și 9 pini vor fi de tip SMD cu pastile amplasate pe o singură linie.
- Cuarțul Y1 va avea o capsulă convenabilă THD cu distanța dintre pastile de 3M.

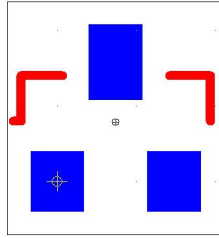


Fig. 1 Aspectul capsulei SOT23

- Conturul plăcii se va realiza conform figurii 2. Valorile sunt date în inch iar în paranteze în milimetri. Placa va prezenta patru găuri de prindere, conform specificațiilor de mai jos.

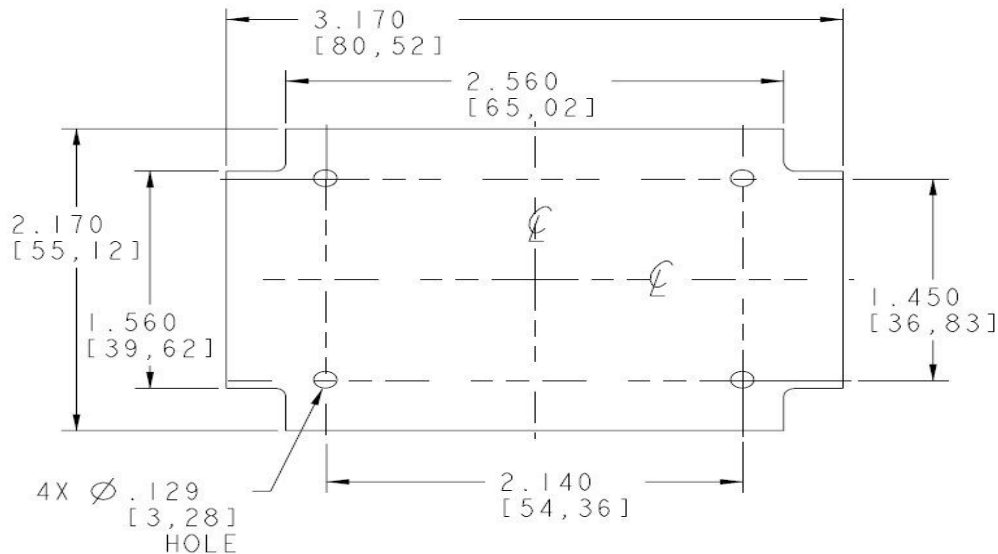


Fig. 2 Conturul plăcii de circuit imprimat

- Pe tot conturul plăcii se va păstra o spațiere (clearance) cu lățimea de minim 1mm, lipsită de orice articole de proiectare (componente, conexiuni, găuri de trecere, etichete, etc.).
- Toate componentele se vor plasa convenabil în vederea respectării cerințelor de proiectare. Conectoarele vor fi amplasate pe cele patru laturi ale plăcii de circuit imprimat.
- La plasarea cristalului de cuarț Y1 și condensatoarelor C1, C2 se va avea în vedere rolul lor. Structura Y1, C1, C2 și zona terminalelor X1 și X2 va fi protejată printr-un plan de masă parțial amplasat pe layerul electric opus celui de plasare a componentelor.
- Capsula pentru tranzistorul Q1 trebuie să fie conform figurii 1, aleasă convenabil din bibliotecile sistemului CAD.
- Condensatorul polarizat C3 are pastile pătrate cu latura de 1,7mm iar găurile de 0,7mm. Supradimensionarea (“oversize”-ul) măștii de lipire (“solder-mask-ului”) este de 0,4mm.

- Conectoarele de 8 și 9 pini vor prezenta pastile rectangulare de 2mm/1,4mm, orientate perpendicular pe capsulă, fără “oversize” la solder-mask și spațiate la 1M.
- Traseele de interconectare vor avea următoarele lățimi: semnale-14mil, masă-0,8mm, alimentare aleasă convenabil și vor fi rutate pe cele 2 layer-e electrice externe.
- Traseul semnalului WRITE va respecta regula 3W pe toată lungimea sa.
- Bus-ul A0-A7 va prezenta o spațiere de 0,3mm între traseele sale, acestea trebuind rutate pe un singur layer electric.
- Găurile de trecere vor fi circulare, cu diametrul pastilei de 1mm și gaură de 0,5mm, soldermask-ul având o supradimensionare de 10mil.
- Spațieri în toate cazurile: 0,2 mm, exceptând specificațiile mai sus menționate.
- În finalul proiectării, după procedura de rutare, se vor face verificările legate de corectitudinea spațiilor.

OBS: Se acceptă aproximația 40mil = 1mm.

2. Postprocesări PCB

Postprocesările PCB sunt activități efectuate după finalizarea proiectării PCB, fiind orientate spre trei direcții majore: obținerea documentației modulului electronic proiectat, generarea de fișiere de fabricație pentru realizarea plăcii de circuit imprimat a modulului și producerea unor fișiere speciale destinate interfațării cu alte sisteme software de analiză (analiză termică și de fiabilitate, analiză a integrității semnalelor, analiză a integrității structurii de alimentare și altele). *Postprocesarea*, ca orice activitate de automatizare a proiectării electronice (EDA), necesită un număr de ieșiri. Acestea au semnificațiile următoare:

1. Echipament de postprocesare: reprezintă mașina-unealtă care va materializa datele din fișierul CAD în vederea obținerii unui scop propus: un *plotter* va duce la realizarea unui desen ingineresc, un *fotoplotter* va realiza filmele tehnice necesare fabricării de circuite imprimate, o mașină *NC-drill* va realiza o găurire automată de înaltă precizie. Această listă poate continua, producătorii sistemelor de proiectare oferind (prin editarea fișierelor de definiție) dreptul de a utiliza practic orice mașină cu posibilități software (comandată de calculator, bandă perforată, bandă magnetică ș.a.). În general, lista echipamentelor de postprocesare cuprinde:

- plottere cu “peniță” (pen-plotters), plane sau rotative (Hewlett-Packard, Huston Instruments);
- fotoplottere vectoriale și laser;
- mașini de găurit în coordonate;
- imprimante tip postscript.

2. Fișiere de selecție (.PPN): reprezintă fișiere ce stochează selecțiile pentru entitățile grafice dorite pentru fiecare tip de postprocesare. Ele sunt comparabile cu opțiunea de *Display Options* ce avea efect material pe ecran. Salvate într-un astfel de fișier cu extensia .PPN, aceste articole selectate se vor utiliza pentru orice tip de postprocesare specifică, evitând efortul de a selecta articolele necesare la fiecare operație în parte.

3. Fișiere de comandă (.SPL): fișiere *spool*, stochează datele care comandă de fapt mașina de postprocesare. Aceste date se pot salva ca fișiere cu extensia .SPL (sau .PLT) sau se pot transmite direct mașinii dorite.

⇒ **Plottere plane și rotative**

Plotterele sunt mașini-unelte utilizate pentru desenarea cu precizie a documentelor tehnice. Ele pot fi plane sau rotative. Desenarea se realizează cu un cap de desenare (plotare) prevăzut cu rezervor de tuș sau purtător de creion, pastă de pix sau orice trasator grafic. *Plotterul* se numește plan când desenarea se execută pe o platformă plană de dimensiune dată de caracteristicile plotterului (exemple: Digigraf 1208=format A1, Digigraf 1712 =format A0, etc.). Platforma dedicată desenării este prevăzută cu dispozitive pentru fixarea hârtiei pentru desen: calc, carton, hârtie obișnuită. Deasupra acestei platforme se deplasează capul de desenare al plotterului cu elementul trasator: tuș, cerneală, etc.. Precizia și calitatea desenării pe un plotter plan sunt ridicate, singurul dezavantaj fiind acela al spațiului mare ocupat de o astfel de mașină-unelte. *Plotterul* se numește rotativ când platforma de desen nu mai este definită în 2 coordonate X,Y ci doar coordonata X, coordonata Y fiind obținută prin înfășurare pe un tambur. Desfășurarea hârtiei de desen se realizează prin rotirea tamburului, acest element dând de fapt numele tipului de plotter. Viteza de desenare pe un astfel de plotter este foarte ridicată, deoarece capul de desenat execută deplasări mai scurte decât la plotterul plan, calitatea desenării fiind de asemenea ridicată. Această generație de plottere este mai nouă, ea fiind rezultatul fabricației marilor firme de plottere: Hewlett-Packard și Huston Instruments.

Programele CAD oferă, pentru generarea documentelor tehnice pe plottere, un set extins de fișiere de definiție tocmai pentru a acoperi o arie cât mai largă din gama de plottere existente pe piață. Iată un tabel informativ cu câteva “user-e”:

PLOTTER	A4	A3	A2	A1	A0
HP 7470	A7470.usr				
HP 7475	A7475.usr	B7475.usr			
HP 7550	A7550.usr	B7550.usr			
HP 7570			C7570.usr	C7570.usr	
HP 7576					E 7576.usr
HP 7580	A7580.usr	B7580.usr	C7580.usr	D7580.usr	
HP 7585	A7580.usr	B7580.usr	C7580.usr	D7580.usr	E7585.usr
DMP-29	ADMP29.usr	BDMP29.usr			
DMP-40	ADMP40.usr	BDMP40.usr			
DMP-40-2	A40MP.usr	B40MP.usr			
PC595	APC695.usr				
PC695	APC605.usr	BPC695.usr			
DMP-41			CDMP41.usr	DDMP41.usr	
DMP-42			CDMP41.usr	DDMP41.usr	
DMP-51			CDMP51.usr	DDMP51.usr	
DMP-52			CDMP51.usr	DDMP51.usr	
DMP-51MP			C51MP.usr	D51MP.usr	
DMP-52MP			C51MP.usr	D51MP.usr	
CPS-19				DCPS19.usr	ECPS19.usr

Tab. 2 Fișiere “user” pentru plottere

Din tabel, se observă, pe lângă domeniul mare de formate oferit, faptul că *user*-ele pot fi comune pentru tipuri de plottere apropiate ca parametri tehnici.

⇒ Fotoplottere

Familiarele plottere cu peniță produc desene de precizie, dar precizia de reprezentare este redusă la dimensiunea minimă a elementului trasator: toc Rotring, creion, peniță. Sunt situații în care o astfel de precizie este nesatisfăcătoare (în special în cazul fabricației PCB), fiind necesară realizarea unor reprezentări grafice de (foarte) mare precizie direct pe filme tehnice, cu spoturi de lumină. Aceste plottere se numesc fotoplottere, ele producând o structură grafică de înaltă calitate, numită *artwork* ("lucrare/operă de artă", cum se mai poate denumi în termeni artistici). Se poate spune că un fotoplotter este, așa cum rezultă chiar din numele său, un plotter care desenează utilizând lumina. La un fotoplotter tocul de scriere este înlocuit cu aperturi (deschideri) de anumite forme prin care lumina trece și care creează forme identice pe filmul-țintă, prin impresionarea sa. Expunerea filmului tehnic într-un fotoplotter se realizează fie cu o sursă de lumină obișnuită (bec cu halogen sau cu incandescentă) fie cu laser. Uzual, se poate vorbi de două familii de fotoplottere:

- a) fotoplottere vectoriale;
- b) fotoplottere laser.

Fotoplotterele vectoriale utilizează pentru expunerea pe film o sursă de lumină în fața căreia se plasează mai întâi un obturator și apoi elementul intermediar care definește formele de desen (aperturile). Acest element intermediar între sursa de lumină și filmul tehnic se prezintă în general sub formă de disc sau sanie și are pe margini marcate (prin decupare, frezare, găurire, etc.) aperturile prin care trece raza de lumină înainte de a ajunge la film (figura 3). Această traversare a luminii produce pe film, după cum am amintit, apariția unor forme ce corespund acestor aperturi. În limbajul fotoplottelilor aceste discuri cu aperturi sunt cunoscute sub numele de *aperture wheels*.

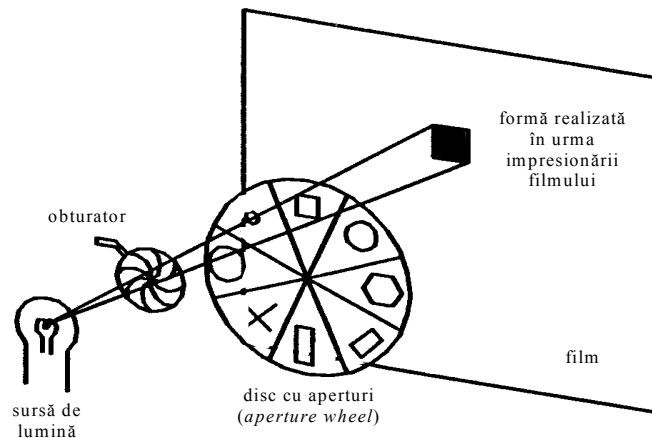


Fig. 3 Prezentare simplificată a unui fotoplotter vectorial

Din punct de vedere al expunerii pe film aperturile pot fi:

1. **flash**: pentru o expunere de scurtă durată a unei pastile sau a unei găuri de trecere, etc.
2. **draw**: iluminează filmul un interval de timp dat, timp în care se pot trasa rute, linii, diverse curbe.

Fotoplottelile laser sunt de generație nouă (singurele utilizate în prezent în fabricația

PCB), impresionând filmul cu ajutorul unui fascicul laser (*beam*). Expunerea laser pe film este comparabilă cu baleierea spotului de la un tub cinescop. Spre deosebire de fotoplotterul vectorial, cel laser înlocuiește “*aperture wheel*” cu aperturi mult mai variate, obținute prin proceduri software. Aici cele două tipuri de aperturi nu mai sunt dedicate, o apertură *flash* putând fi *draw* și invers. Fotoplotterele laser sunt mult mai performante din două puncte de vedere:

- realizează un timp de expunere foarte redus pentru un film, economia mare de timp rezultând din lipsa discului cu aperturi;
- un set de aperturi pentru realizarea unui film se realizează prin programare software, nemaexistând îngrădirea datorată discului cu aperturi, care are un număr limitat de posibilități de expunere.

Programele CAD oferă posibilitatea transformării formatelor binare proprii în **format general Gerber** (formatul standard utilizat în fabricația PCB pe plan mondial pentru layerele electrice și neelectrice ale proiectului PCB), numele fișierului *user* fiind uneori chiar GERBER.USR. Structura unui *user* de fotoplotter este asemănătoare cu cea de plotter, singurul element suplimentar fiind definirea aperturilor. Descrierea fotoplotterului furnizează date tehnice esențiale despre echipament. Prin această descriere se asigură conversia fișierelor CAD în date ce vor fi înțelese de fotoplotter. Adaptarea datelor tehnice ale unui fotoplotter la un *user* existent trebuie realizată în strictă concordanță cu cartea tehnică a respectivei mașini precum și cu respectarea formatului fișierului *user* (ordinea datelor și faptul că trebuie să existe toate liniile din câmp). Definirea tabelii cu simboluri a fotoplotterului se constituie, de fapt, în realizarea corespondenței tabelii tehnologice a fișierului de CAD cu forma și dimensiunile aperturilor fotoplotterului. Când se realizează postprocesarea, programul verifică în această zonă din *user* dacă elementele de tip “flash” și “draw” au corespondent ca formă și mărime de apertură. Formatul acestui tabel este următorul:

- (linie text 1) trebuie inserate două linii de text de max. 80 caractere pe fiecare;
- (linie text 2) linie de comentariu pentru conținutul acestei secțiuni a *user*-ului.

POSITION SHAPE USAGE SIZE ORIENT LENGTH COMMENT
(position) (shape) (usage) (size) (orient) (length) (comment)

unde:

- *position*: este un număr întreg de la 1 la 999 care definește poziția aperturii în tabel;
- *shape*: este codul formei definite în program și este un număr întreg între 1 și 7:
 - 0 este pastilă stadion (*finger*);
 - 1 este pastilă rotund (*round*);
 - 2 este pastilă pătrat (*square*);
 - 3 este pastilă inelar (*annulus*);
 - 4 este pastilă romboidal (*diamond*);
 - 5 este pastilă octogonal (*octagon*);
 - 6 este pastilă dreptunghiular (*rectangle*);
 - 7 este pastilă glonț (*bullet*).
- *usage*: poate fi F, D sau B
 - F este pentru *flash*;
 - D este pentru *draw*;
 - B este pentru ambele (*both*) *flash* și *draw*;
- *size*: este mărimea aperturii exprimată în miimi de inch, unitate numită “mil”;
- *orient*: valabilă numai pentru pastile stadion, dreptunghi și glonț. Reprezintă orientarea aperturii, pentru pastile stadion și dreptunghi:

0 = orizontal

1 = vertical

Pentru pastile glonț : 0... 3 reprezintă rotații cu câte 90° pentru fiecare cifră;
- *length*: este utilizată numai pentru pastilele stadion, dreptunghi și glonț; ca valoare, reprezintă suma parametrilor LLEN și RLEN din tabela Assignments a programului;
- *comment*: comentariu care se poate adăuga opțional.

Iată un exemplu cu o zonă dintr-un tabel:

GERBER SYMBOL TABLE						
PHOTOHEAD DISC 1						
POSITION	SHAPEUSAGE		SIZE	ORIENT	LENGTH	COMMENT
10	1	F	20			utiliz. pentru
11	1	D	15			umplere zone
12	1	D	50			
13	3	F	60			
14	0	F	60	0	75	

Intervenția operatorului în această zonă a fișierului de definiție este admisă la toate valorile numerice, singura restricție fiind aceea de a respecta formatele descrise.

⇒ Mașini de găurit în coordonate

O mașină de găurit NC găurește automat o placă al cărei circuit a fost proiectat automat. Mașina de găurit solicită pentru execuție un format de date (sub formă de fișier sau legat direct din calculator) care în principal trebuie să-i specifice coordonatele fiecărei găuri precum și dimensiunea ei. Informațiile despre tipul de găuri și coordonatele lor sunt extrase la postprocesare prin intermediul fișierului de definiție din tabela de parametri tehnologici *Assignments*. În cadrul ei se alocă, odată cu pastilele, traseele și dimensiunile găurilor necesare pentru echiparea componentelor care necesită găurirea plăcii și apoi lipire. Tabelul de alocare a uneltelor de găurire (*tool allocation table*) are următoarea structură:

(numărul uneltei)	(dimensiunea găurii)	(culoarea)
(numărul uneltei)	(dimensiunea găurii)	(culoarea)
.....

Se pot introduce 64 de linii de declarație a sculelor de găurire, limita acestui număr de linii fiind dată de numărul sculelor de găurire ale mașinii de găurit. Semnificația acestor linii din *tool allocation table* este:

- (număr uneltă de găurire): este numărul curent al sculei de găurire de la mașina de găurit. Aceeași sculă de găurire poate fi utilizată pentru mai multe dimensiuni de găuri, trebuind avute în vedere setările corespunzătoare ale mașinii;
- (dimensiune gaură): este dimensiunea găurii ce urmează a fi executată;
- (culoarea): este culoarea găurii în identificarea propusă. Sunt permise cuvinte cu lungimea de 20 de caractere.

În cele ce urmează se prezintă un exemplu al secțiunii *tool allocation table* dintr-un user de tip NC drill (prima coloană reprezintă numărul de ordine al burghiului, coloana a doua reprezintă valorile diametrelor de burghiu în "mil" și coloana a treia codul de culoare al respectivului burghiu).

TOOL ALLOCATION TABLE

1	20	RED
2	32	BLUE
3	40	GREEN

⇒ Procedura generală de postprocesare a structurilor PCB în vederea fabricației

Procedura descrie etapele ce trebuie parcurse la finalizarea unui proiect PCB în vederea trimiterii acestuia în fabricație.

Ultima fază de proiectare, 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 semnalelor și de compatibilitate electromagnetică. În general, trebuie verificate și optimizate următoarele: placă (formă, contur, decupaje, spațieri, găuri de prindere), localizare componente și capsule asociate, structură de interconectare (spațiere între trasee/rute, unghiuri și forme ale traseelor, ieșiri din pastile, găuri de trecere, burghie), mască de lipire (**solder-mask**), mască pentru aplicarea pastei de lipit (**solder-paste** sau **solder-paste-mask**), mască de inscripționare (**silk-screen**), texte, logo-uri etc. Pasul final al optimizării layout-ului include o ultimă verificare a finală/generală a proiectului, punând accent din nou 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, ca o confirmare a corectitudinii sale. Acum, proiectul PCB este finalizat și proiectantul este pregătit pentru a genera fișierele destinate fabricației plăcii de circuit imprimat.

1. Se consideră un proiect electronic PCB (“cds_routed”, existent în directorul D>Cadence>SPB_16.6>share>pcb>examples>board_design), pregătit pentru fabricație, în conformitate cu cele prezentate mai sus și discutate la curs;

OBS: În cele ce urmează vor fi create fișierele de fabricație (fișiere pentru straturi (layer-e) – Gerber, fișierul de găurire – Excellon asociate proiectului). După generarea fișierelor de fabricație nu se mai pot efectua modificări asupra proiectului PCB. Prin intermediul procedurilor de postprocesare, proiectantul dă informații strat cu strat (“layer-by-layer”) destinate fabricației reale a plăcii de circuit imprimat.

2. Se deschide fereastra de postprocesare pentru generarea fișierelor Gerber din meniul **Manufacture > Artwork...**; fișierele se vor genera în conformitate cu formatul **RS-274X (Gerber-X)**, formatul standard utilizat în fabricația PCB;
3. Fereastra de postprocesare, numită **Artwork Control Form**, conține două tab-uri: **Film Control** și **General Parameters**. Setările implicite pot genera un mesaj

de avertizare (incompatibilitate între formatele de postprocesare), incompatibilitate ce va fi rezolvată de cadrul didactic împreună cu studenții.

4. Se generează layer-ele electrice (prestabilite automat), după configurarea două tab-ului **General Parameters** și a zonei “Film Options” din tab-ul **Film Control**; Generarea efectivă începe prin apăsarea butonului “**Artwork**” din partea de jos a ferestrei **Artwork Control Form**.

5. Layer-ele neelectrice nu sunt prestabilite automat. Ele sunt configurate în conformitate cu metoda “WYSIWYG – What You See Is What You Get”. Astfel, pentru postprocesarea și generarea fișierului Gerber cu conturul plăcii (“outline”) este necesar să se “stingă” întregul proiect (selecție simbol de lucru cu culori, “Color 192”, din bara superioară de icon-uri, apoi “Global Visibility - OFF”), apoi să se “aprindă” doar conturul plăcii. Apoi, în fereastra de postprocesare **Artwork Control Form**, se selectează ultimul layer electric > dreapta-mouse > Add. Un nou layer va apărea, iar acesta, pe care îl vom numi “outline” va conține exact conturul plăcii și numai atât. Prin aceeași metodă se pot genera și alte fișiere Gerber importante de fabricație: **Solder-mask**, **Solder-paste** și **Silk-screen**;

6. Pentru generarea fișierului/fișierelor de găurire (uzual se realizează doar unul sau două astfel de fișiere) se deschide fereastra de postprocesare a fișierelor N.C. Drill (Excellon) din meniul **Manufacture > NC > NC Drill...**; Fișierele sunt generate pe baza setărilor specificate în caseta de dialog **NC Parameters**. Generarea efectivă începe prin apăsarea butonului “**Drill**” din partea dreapta-sus a ferestrei **NC Drill**.

⇒ Vizualizarea și editarea fișierelor de fabricație cu sistemul CAM Gerbtool/Visual CAM
--

În mod normal, înainte de trimiterea în fabricație a plăcii de circuit imprimat (de fapt înainte de trimiterea la fabrică a fișierelor de fabricație obținute în cadrul fazei de postprocesare) este necesar nu numai un simplu “Preview” ci studierea și verificarea filmelor tehnice “virtuale” (numite “viewing and editing”, vizualizare și editare). Uzual, această operație se realizează cu programe CAM speciale (PCGerber, Gerbview, Gerbtool, CAM350, etc.).

În cele ce urmează sunt prezentați pașii de începere a unei sesiuni de lucru cu sistemul Gerbtool/Visual CAM.

1. Se deschide programul Start > All Programs > WISE Software > Gerbtool 15.0 > Gerbtool;
2. Se importă, pentru vizualizare, fișierul Gerber astfel: File > Import > Gerber...>

- (nume fișier). Extensia uzuală poate fi: *.gbr, *.grb, *.gbx, *.ger, *.pho, *.art etc.;
3. Deoarece postprocesarea a fost una de tip “avansat/extins”, generând fișiere de tip Gerber-X, nu se mai introduce manual lista de aperturi asociată layer-ului postprocesat și importat, transferul listei și importul acesteia făcându-se automat;
 4. Va apărea fereastra de import și o previzualizare a layer-ului de importat. Se acceptă cu OK, layer-ul respectiv apărând în format 1:1 în fereastra de lucru (tab-ul “Main”);
 5. În final se obține filmul tehnic virtual al layer-ului care a fost postprocesat (figura 4) sau al tuturor layer-elor introduse spre vizualizare. Prin tehnici simple se vizualizează fiecare layer în parte și se studiază cu atenție corectitudinea articolele de fotoplotat și prezența tuturor “obiectelor” care vor fi plasate pe filmul tehnic real, film tehnic ce va reprezenta matrița layer-ului în cadrul fabricației reale.

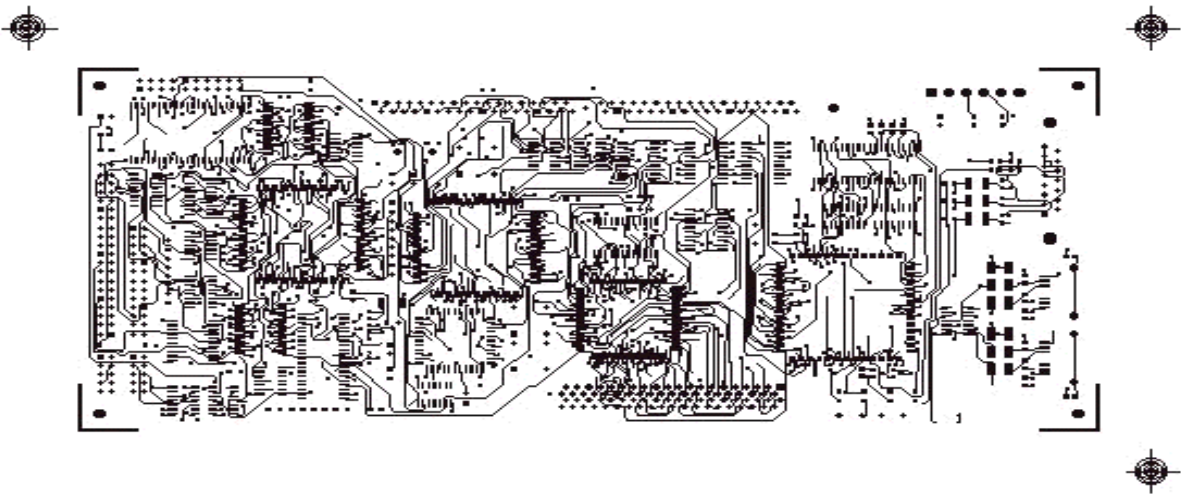


Fig. 4 Film tehnic virtual destinat verificărilor în faza de pre-fabricație (filmul real va reprezenta chiar matrița după care se va fabrica circuitul imprimat real)

Interfațarea cu producătorul PCB se realizează prin intermediul unui fișier cu informații generale de fabricație, numit în cadrul disciplinei TIE “**General info document for PCB manufacturing**”, fișier ce informează detaliat producătorul cu privire la proiectul PCB ce se dorește a fi fabricat. Acest fișier va fi studiat, generat și completat în lucrarea de laborator nr. 4.

≈●≈

