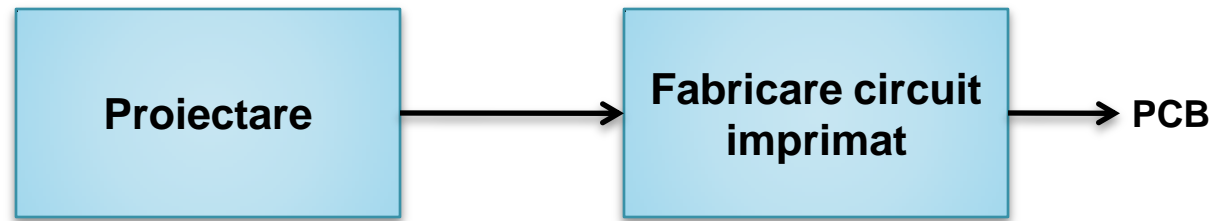


## ***4.2 Proiectarea pentru fabricare (DfM)***



**Dr. Ing. Marius RANGU**

Universitatea "Politehnica" Timișoara  
Facultatea de Electronică și Telecomunicații

2009



# 1. Capabilități tehnologice

## ➤ Structura plăcii

- Numărul de niveluri conductoare
- Grosimea nivelurilor conductoare / dielectrice
- Proprietățile de material ale dielectricului
- Perechi de găurire

## ➤ Lățimea minimă a traseelor conductoare

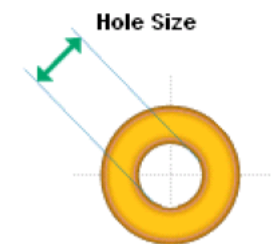
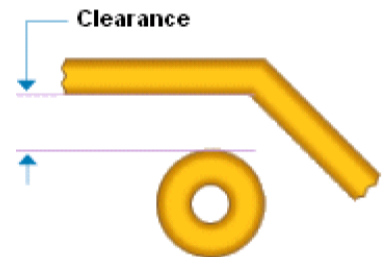
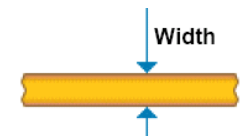
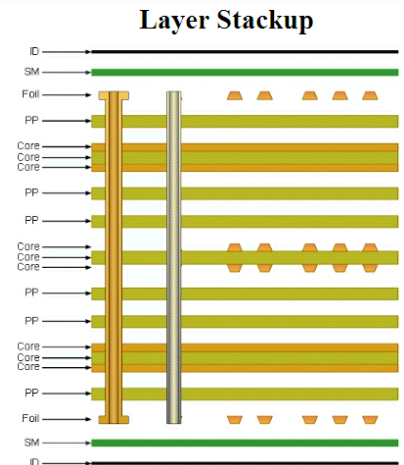
- Rezoluția filmului
- Rezoluția fotorezistului
- Controlul procesului de corodare

## ➤ Spațierea minimă între suprafețele conductoare

- Rezoluția filmului
- Rezoluția fotorezistului
- Controlul procesului de corodare

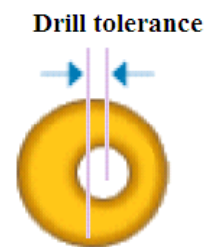
## ➤ Diametrul minim al găurii

- Tehnologia de găurire, burghie disponibile
- Procesul de metalizare a găurilor (impune un factor de aspect  $\rightarrow$  raportul diamentru / înălțime gaură)



➤ **Toleranța pozițională la găurire**

- Precizia echipamentului de găurire
- Determină raportul pad / gaură



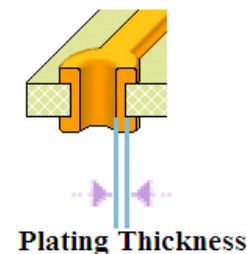
➤ **Coroana metalică a padurilor TH**

- Precizia echipamentului de găurire
- Rezoluția filmului și a fotorezistului
- Controlul procesului de corodare



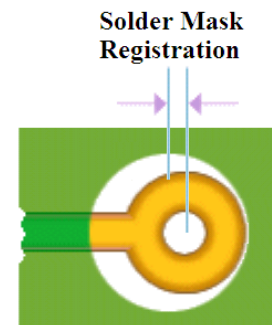
➤ **Grosimea metalizărilor**

- Procesul de metalizare
- Afectează dimensiunea finală a găurii
- Afectează grosimea finală a stratului de cupru



➤ **Toleranța la alinierea măștilor**

- Procesul de metalizare
- Afectează dimensiunea finală a găurii
- Afectează grosimea finală a stratului de cupru



➤ **Lățimea minimă a măștii de lipire (solder mask)**

➤ **Lățimea minimă a inscripționărilor (silkscreen)**

## 2. Selecția materialelor

### ➤ Suportul izolator

- **Constanta dielectrică** ( $\epsilon_r$ ) și **factorul de disipare** ( $\delta$ ) determină caracteristicile de propagare a semnalului: impedanță, atenuare, pierderi în dielectric
- **Conductivitatea termică** determină capacitatea plăcii de a disipa căldura degajată în funcționare
- **Coeficientul de dilatare** (CTE) determină capacitatea ansamblului de a suporta șocuri termice
- **Temperatura de vitrifiere** ( $T_g$ ) determină domeniul temperaturilor de lipire
- **Grosimea** fiecărui strat influențează caracteristicile mecanice, electrice și termice

### ➤ Conductorul

- **Grosimea** nivelurilor conductoare determină capabilitatea de curent, însă și precizia procesului de corodare (subcorodare !)

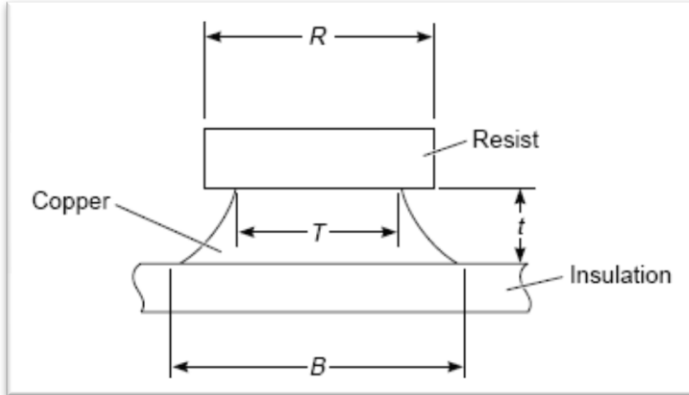
### ➤ Masca de lipire

- **Tipul** măștii determină rezoluția de structurare și caracteristicile electrice și termice

### ➤ Metalizările de contact

- **Compoziția** materialului determină compatibilitatea cu terminalele componentelor și aliajul de lipire și fluxul

### 3. Subcorodarea



Factorul de corodare: 
$$F = \frac{2t}{(B - T)}$$

Subcorodarea: 
$$U = \frac{(R - T)}{2}$$

**Pentru compensarea subcorodării este necesară ajustarea dimensiunii fotorezistului (R) în funcție de grosimea stratului de cupru**

**Valori tipice de compensare**

Grosime cupru	Supradimensionare
0.5 oz ( 17.5 $\mu\text{m}$ )	0.012 mm
1 oz ( 35 $\mu\text{m}$ )	0.036 mm
2 oz ( 70 $\mu\text{m}$ )	0.07 mm
3 oz ( 105 $\mu\text{m}$ )	0.1 mm



## 4. Caracteristici geometrice

➤ **Colțurile traseelor:** Dinamica agentului de corodare este influențată de caracteristicile geometrice ale structurii trasee + paduri



Optim



Preferat



Acceptat



Interzis  
(acid trap)

➤ **Paralelismul:** Canalele lungi și înguste necesită timpi de corodare mari



De evitat



Preferabil

➤ **Caracteristicile izolate:**

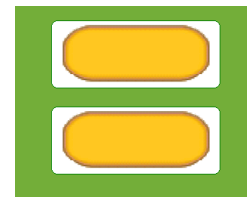
- Zonele de corodare izolate și de dimensiuni reduse și necesită timpi de corodare mari;



- Suprafețele mascate izolate și de dimensiuni reduse sunt susceptibile la subcorodare

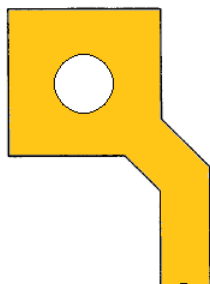


(slivers)

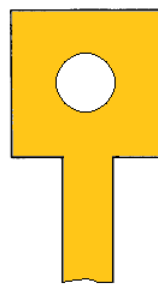


# 5. Contactul traseu-pad

➤ **Unghiul de contact:** De preferat cât mai mare, pentru evitarea capcanelor de acid



**Preferat**



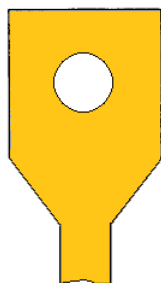
**Acceptat**



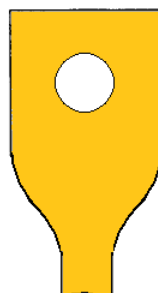
**Interzis**

➤ **Geometrii de contact optimizate**

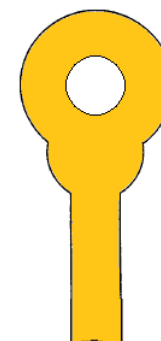
- Compensează toleranța pozițională la găurire
- Evită capcanele de acid
- Asigură fiabilitatea mecanică a contactului traseu-pad



**Fillet**



**Teardrop**



**Snowman**

## 6. Echilibrarea cuprului (copper balancing)

### ➤ NECESARĂ PENTRU:

- Egalizarea timpilor de corodare pe ambele suprafețe (minimizarea subcorodării)
- Economisirea agentului de corodare
- Asigurarea unor canale de curgere a rășinii la laminarea foliilor prepreg

➤ Se completează zonele fără trasee / paduri cu suprafețe de cupru după un anumit șablon:



*dot*



*hatch*



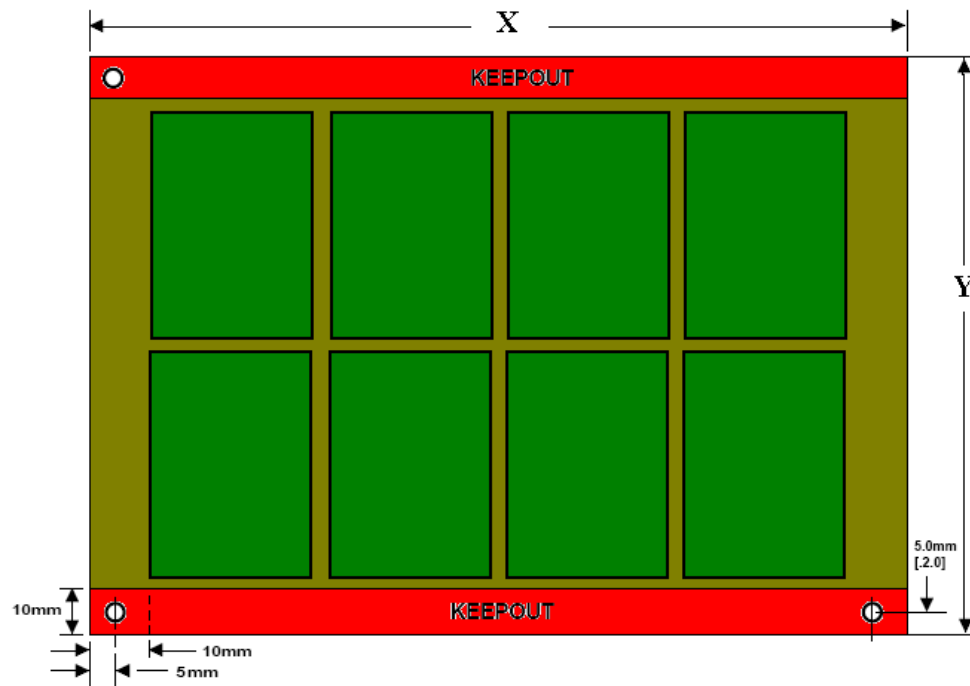
*star burst*



*solid*

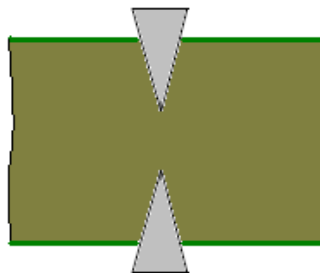


# 7. Dispunerea pe panou



- Zone rezervate pentru manipularea panoului (*keepout*)
- Găuri tehnologice pentru aliniere, fixare, etc (*tooling holes*)
- Dimensiunea tipică a panoului: 460 x 610 mm
- Forma și dimensiunile plăcii trebuie optimizate pentru un nivel de acoperire de minim 75%

Debitarea:



*V - scoring*

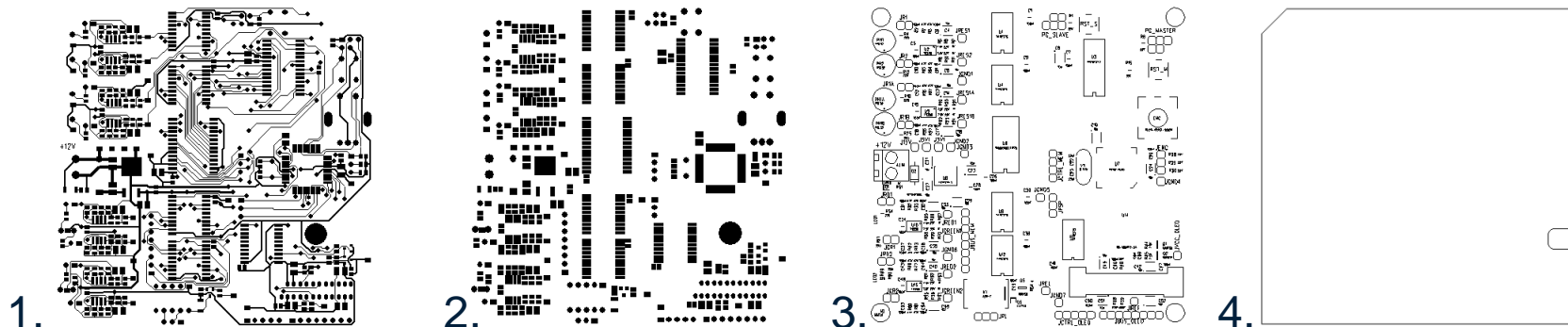


*routing*

# 8. Fișiere de fabricație

## ➤ Fișiere grafice (Gerber)

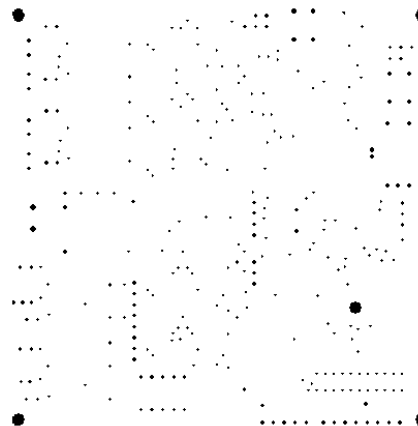
1. Niveluri electrice (*Top, Botom, InnerLayer, InnerPlane*)
2. Măști de lipire (*Top + Bottom*)
3. Inscricțiōnări (*Silkscreen*)
4. Conturul mecanic al plăcii



*RS274D: necesită lista de aperturi; RS274X: lista de aperturi inclusă (embedded apertures)*

## ➤ Fișiere de găurire

1. Găuri metalizate
2. Găuri nemetalizate

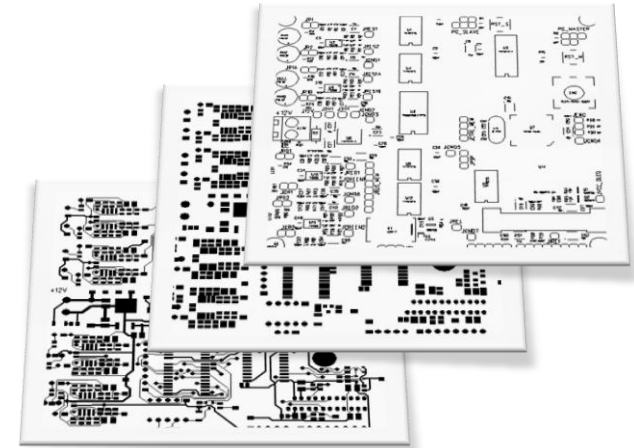


*Lista de burghie (tool list) poate fi inclusă în fișierele de găurire sau furnizată într-un fișier distinct*

# 9. Documentarea proiectului

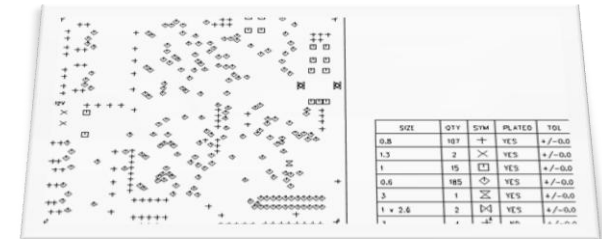
## ➤ Desenele nivelurilor de proiectare

- Reprezentarea grafică a fiecărui fișier Gerber inclus în pachetul de fabricație
- Se utilizează pentru verificarea interpretării corecte a fișierelor grafice



## ➤ Desenele de găurire (drill drawing)

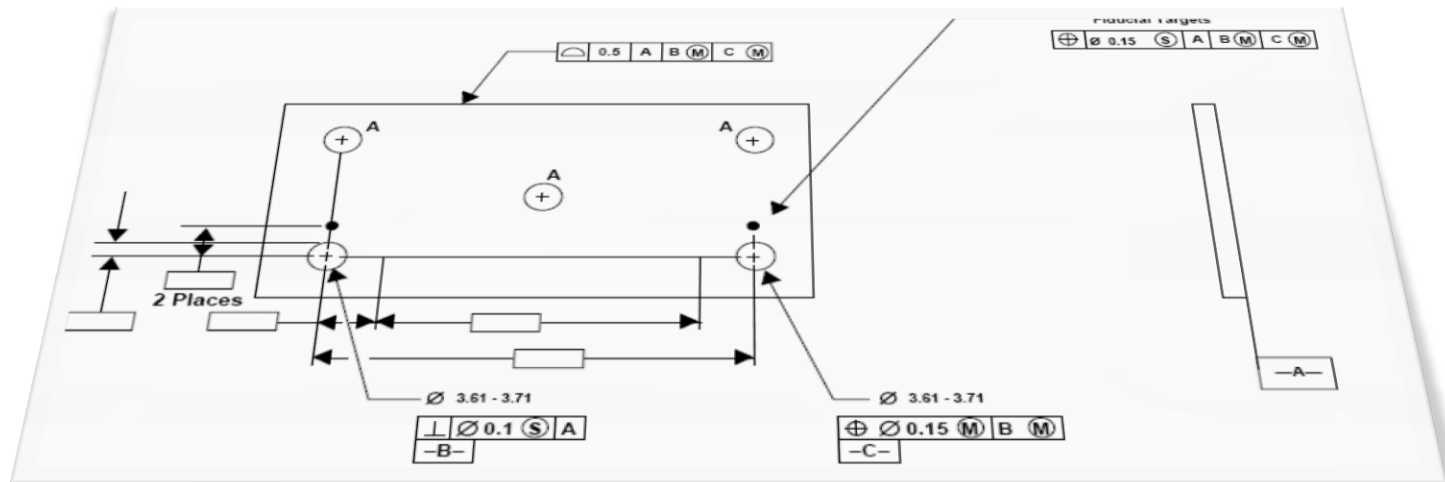
- Utilizează marcaje simbolice pentru fiecare dimensiune de gaură
- Includ legenda simbolurilor de găurire
- Se utilizează pentru verificarea interpretării corecte a fișierelor de găurire
- Imprintate la scară 1:1 pe folie transparentă, se pot utiliza pentru verificarea operației de găurire



SIZE	QTY	SYM	PLATED	TOL
0.6	107	+	YES	+/-0.0
0.8	2	×	YES	+/-0.0
1	15	□	YES	+/-0.0
1.3	185	◇	YES	+/-0.0
3	1	⊗	YES	+/-0.0
1 x 2.6	2	⊠	YES	+/-0.0
3	4	⊕ <sup>A</sup>	NO	+/-0.0

## ➤ Desenele mecanice (*mechanical drawing*)

- Includ toate cotele importante (gabarit, găuri prindere)
- Completate cu specificații mecanice (toleranțe, cerințe de planeitate, etc)



## ➤ Note de fabricație

- Structura plăcii
- Criterii calitative (standarde)
- Specificații de proces
- **Orice alte informații referitoare la fabricarea plăcii**

TABLE 2: MATERIAL STACKUP

LAYER	MATERIAL	THICK	TYPE
TS			
TM			
L1	PLATING COPPER	.0014" .0007"	TRACE
L2	DIELECTRIC COPPER	.0180" .0007"	TYPE
L3	DIELECTRIC COPPER	.0200" .0007"	TYPE
L4	DIELECTRIC COPPER PLATING	.0180" .0007" .0014"	TRACE
BM	USE TM		
TOTAL		.062" (+/- .005)	