



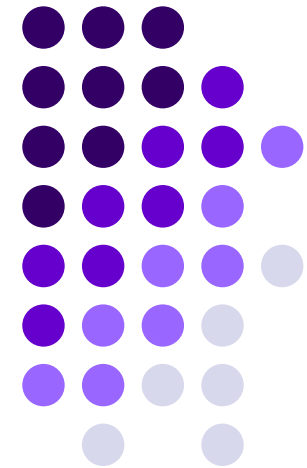
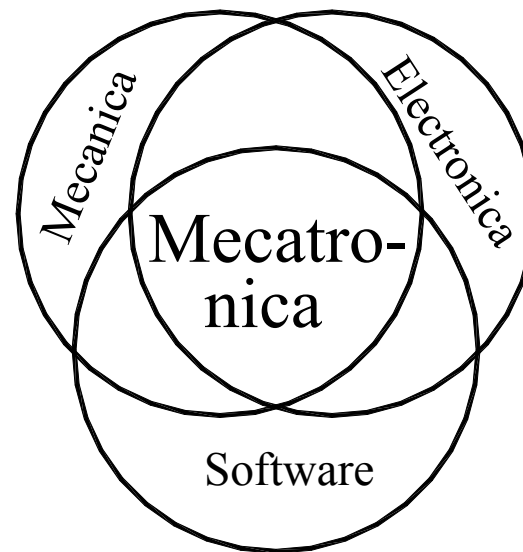
Departamentul
de
MECATRONICĂ

Facultatea
de
MECANICĂ

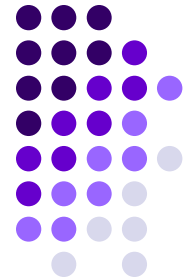


UNIVERSITATEA POLITEHNICA
TIMIȘOARA

PROIECTAREA SISTEMELOR MECATRONICE



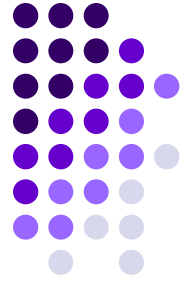
Prof. dr. ing. Valer DOLGA,



Cuprins

- Proiectare pentru X / proiectarea pentru fabricatie DFM
- Proiectarea formei
- Alegerea materialelor
- Proiectarea in domeniul electric
- Proiectarea in domeniul electronic

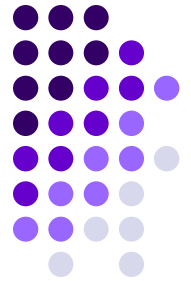
Proiectarea pentru fabricație - DFM



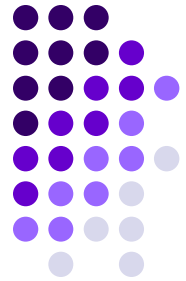
- *proiectare pentru fabricație* (**design for manufacturability - DFM**), cost, fiabilitate și mentabilitate - punctele de plecare pentru dezvoltarea integrată a produsului
- proiectarea produsului este efectiv îmbunătățită dacă inițial sunt evaluate alternativele de proiectare existente;
- proiectarea automatizată beneficiază de diverse variante (fiecare cu specificațiile proprii) pe care un proiectant le poate utiliza :
 - Proiectarea asistată de calculator (Computer Aided Design – CAD);
 - Inginerie asistată de calculator (Computer Aided Engineering – CAE);
 - Modelarea solidelor;
 - Analiza prin elemente finite;
 - Tehnologia de grup;
 - Planificare producției asistate de calculator (Computer Aided Process Planing - CAPP).

Recomandari pentru DFM

- **simplifică proiectarea și reduceți numărul componentelor** pentru că fiecare componentă este o sursă de defecte și erori;
- **standardizează și utilizează componente și materiale obișnuite** pentru a facilita activitatea de proiectare, pentru a reduce prețul de cot și a crește calitatea;
- **proiectați astfel încât să ușurați fabricația.** Selectați procesele compatibile cu materialele și volumul producției. Selectați materiale compatibile cu procesul de producție și minimizați durata procesului. Aplicați indicații specifice pentru procesul de fabricație:
 - pentru un volum mare de componente, luați în considerare turnarea și matrițarea pentru a reduce uzinarea;
 - utilizează turnarea în forme și forjarea pentru a minimize uzinarea și efortul de prelucrare;
 - proiectează pentru o fixare ușoară prevăzând suprafețe largi, paralele și solide de sprijin;
- **proiectează în limita capacității proceselor și evită prelucrări care nu sunt impuse** de cerințele funcționale;

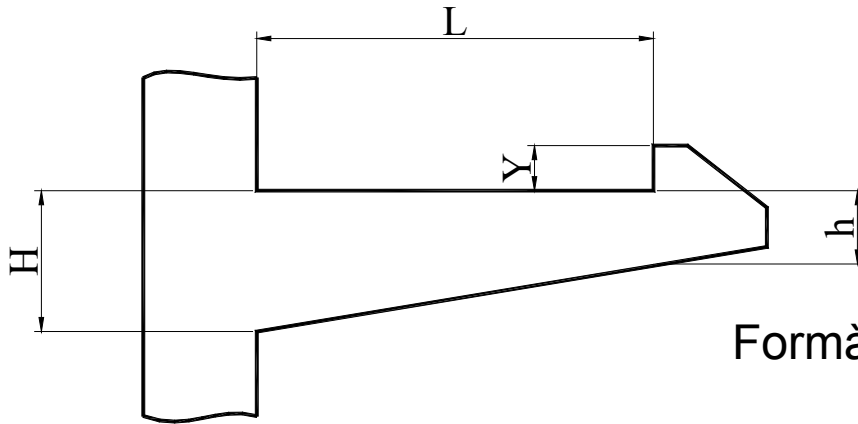


Recomandari pentru DFM



- **proiectează piesele pentru orientare și manipulare sigură** minimizând efortul de lucru și ambiguitățile și erorile în procesul de orientare și îmbinare;
- **minimizează părțile flexibile și interconectările;**
- **proiectează pentru o asamblare ușoară;**
- **proiectează pentru o imbinare și închidere eficientă:**
 - ❑ Elementele de fixare prin filet sunt consumabile de timp pentru asamblare și cu dificultate pentru automatizare;
 - ❑ Consideră îmbinările prin forme elastice;
 - ❑ Analizează alte metode și tehnici de îmbinare cu adezivi;
 - ❑ Armonizează tehnicile de fixare cu materialele utilizate, cerințele funcționale ale produsului și cerințele de dezasamblare și întreținere;
 - ❑ **proiectează produsele modular** pentru a facilita asamblarea cu carcasa sau subansamble;
 - ❑ **proiectează pentru automatizarea producției;**
 - ❑ **proiectează plăcile pentru circuitele imprimate pentru asamblare**

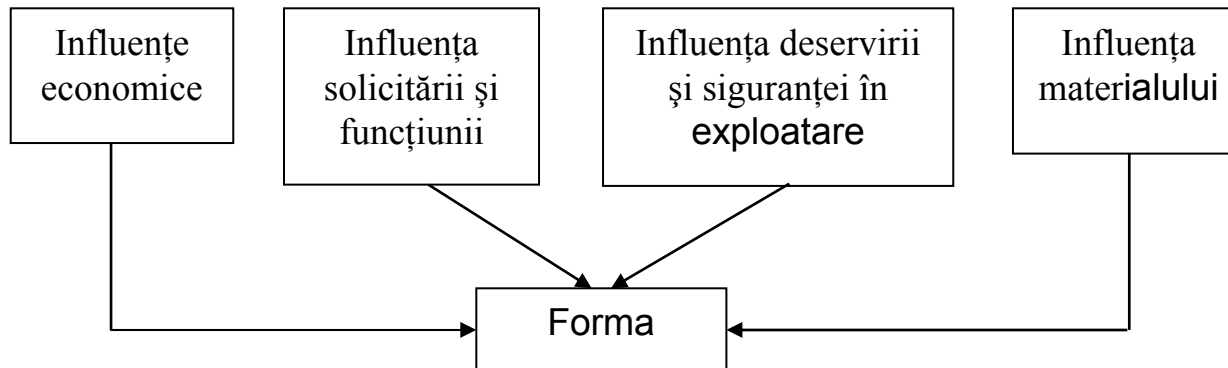
Recomandari pentru DFM



Formă recomandabilă pentru
îmbinare

- **proiectarea formei componentelor** care alcătuiesc produsul-
element esențial pentru DFM;
- la stabilirea formei (configurației) unui ansamblu și a elementelor
acestuia trebuie să se aibă în vedere:
 - ❑ *îndeplinirea funcției de deservire și întreținere;*
 - ❑ *proprietățile materialelor și modul de confecționare.*

Proiectarea formei / Alegerea materialului



Factori care influențează forma unei piese

- **indecele de performanță al materialului (M);**

$$K = \frac{E}{\rho}$$

unde “E” este modulul de elasticitate longitudinal al materialului (modulul lui Young) iar “ρ” este densitatea materialului.

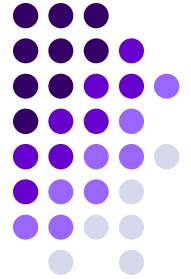
Alegerea materialelor

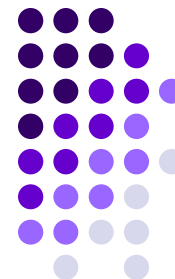
- Alegerea secțiunii transversale a piesei componente – factorul de forma:

$$\varphi_B = \frac{4 \cdot \pi \cdot I}{A^2}$$

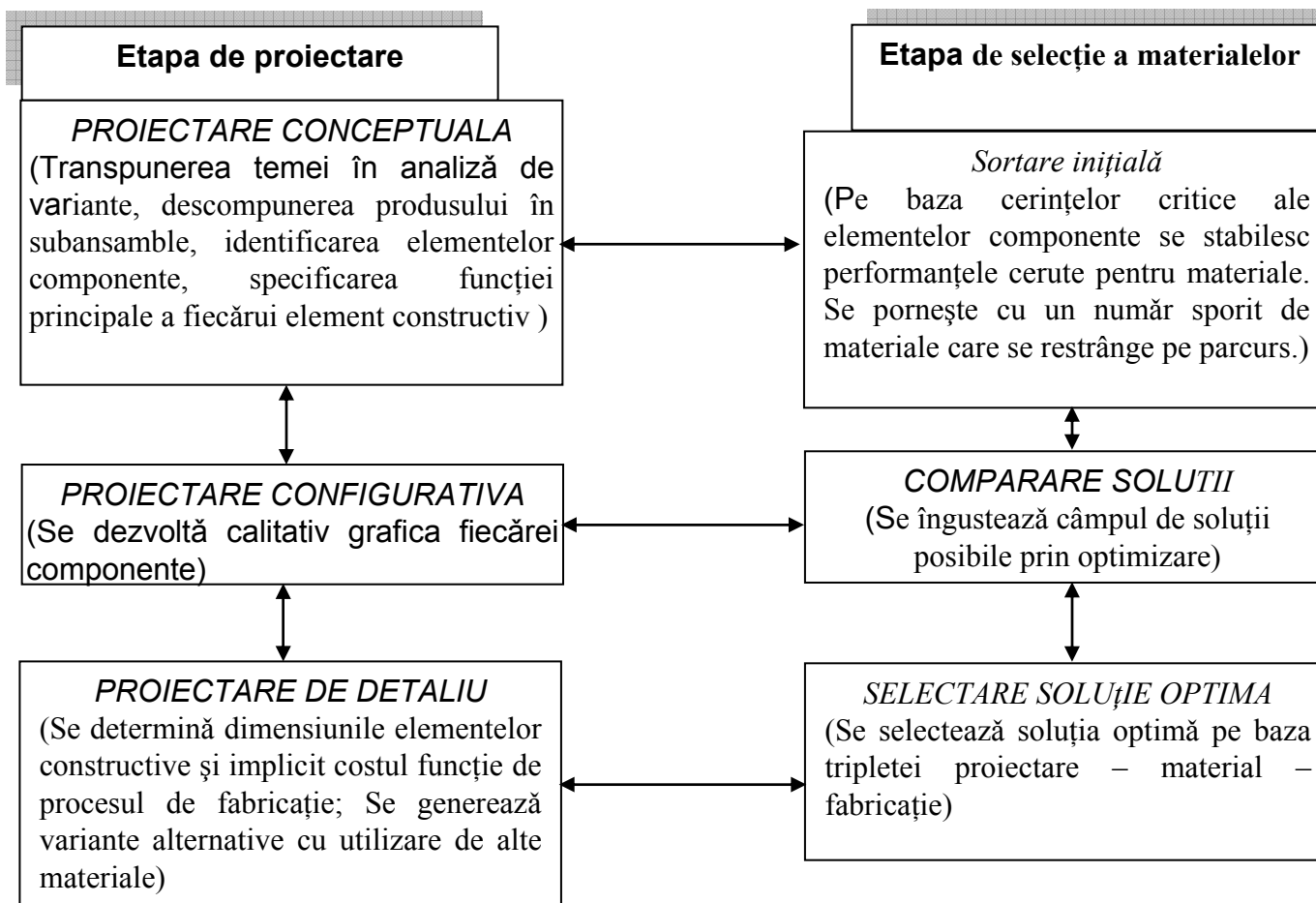
unde “I” este momentul de inerție al secțiunii transversale “A”;

- În alegerea materialului este preconizată valoarea maximă a factorului de formă.





Etape ale proiectării și selecției materialelor



Exemplu de calcul_1

- o bară de lungime L care este încărcată cu o forță axială F
- Se cere să se determine varianta de material care corespunde cel mai bine pentru bara dată;
- Din starea de solicitare admisă, se poate determina aria transversală a barei :

$$A_{nec} = \frac{F}{\sigma_a}$$

unde σ_a este rezistența admisibilă a materialului.

- Se poate stabili pentru bară o arie de realizare practică $A_0 \geq A_{nec}$
- Costul barei se poate defini ca fiind :

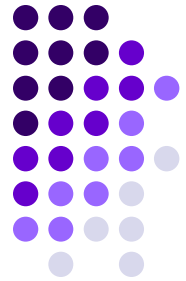
$$Cost_bara = C \cdot \rho \cdot A_0 \cdot L = \frac{C \cdot \rho \cdot F \cdot L}{\sigma_a}$$

unde C – este costul pe unitatea de masă a materialului iar ρ este densitatea materialului.

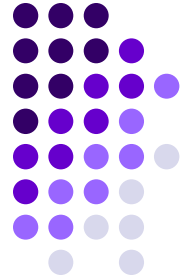
- Pentru o pereche de parametri impuși F , L costul barei este influențat de raportul $\frac{C \cdot \rho}{\sigma_a}$

Alegerea materialelor

- Pe baza indicelui de performanță se pot formula pașii de selecție într-o problemă de proiectare [Ashby]:
 - identifică proprietate care trebuie maximizată sau minimizată: greutate, cost, energie, rigiditate, stare de solicitare, deteriorarea mediului etc.;
 - transpune într-un model matematic atributele anterioare funcție de cerințele funcționale, parametrii geometrici și de material. Se definește astfel funcția obiectiv care trebuie analizată.
 - Identifică variabilele libere;
 - Identifică constrângerile;
 - Dezvoltă ecuațiile pentru constrângeri;
 - Inlocuiește variabilele libere pornind de la ecuațiile de constrângere în funcția obiectiv;
 - Grupează variabilele în trei categorii :
 - ❖ Cerințe funcționale « F »;
 - ❖ Cerințe geometrice « G »;
 - ❖ Cerințe de material « M » ;
 - identifică proprietatea de grup a materialului care determină indicele de performanță maxim.



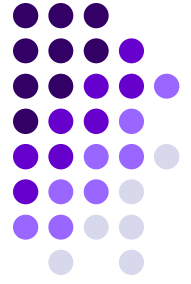
Exemplu de calcul _2



TEMA: determinarea printr-un proces documentat a indicelui de performanță pentru materialul unei vâsle utilizată la propulsia unei ambarcațiuni.

- **Analiza funcțională**

- vâsla - se poate echivala cu o bară dreaptă de o anumită secțiune;**
- problema de rezolvat: alegerea materialului care să îndeplinească condiția de masă minimă (reducerea efortului depus suplimentar de vâslaș). Costul produsului reprezintă de asemenea o limitare care poate fi luată în considerare.**
- rigiditatea ramei - importantă prin limitarea săgeții de la capătul liber. O ramă rigidă are o săgeată la capătul liber $\Delta x = 30$ mm în condițiile : forța aplicată la capătul liber $F = 100$ N pentru o lungime a vâslei – punctul de aplicație a forței, colierul de fixare – de $L = 2.05$ m. O ramă ușor rigidă are săgeata de $\Delta x = 50$ mm.**
- evitarea unei distrugerii prin rupere a vâslei elimină materialele fragile din lista materialelor posibile.**



- **Funcția obiectiv** - masa ramei
- **vâsla** - o bară de lungime L , secțiune circulară de diametru d realizată dintr-un material de densitate ρ .

Masa vislei:

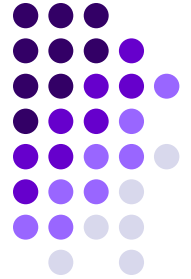
$$m = \rho \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L$$

- **Calculul indicelui de performanță**

Sageata de la capatul liber, pentru un moment M aplicat:

$$f = \frac{M \cdot L^2}{C_1 \cdot E \cdot I}$$

$$f = \frac{64 \cdot M \cdot L^2}{C_1 \cdot E \cdot \pi \cdot d^4}$$



Masa vislei:

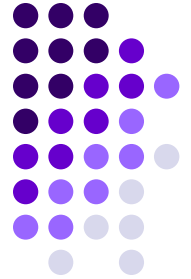
$$m = \frac{\pi \cdot \rho}{4} \cdot \left(\frac{64 \cdot M \cdot L^2}{\pi \cdot C_1 \cdot E \cdot f} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot L = 2 \cdot \sqrt{\frac{\pi}{C_1}} \cdot \frac{L^2 \cdot M^{\frac{1}{2}}}{f^{\frac{1}{2}}} \cdot \frac{\rho}{\sqrt{E}}$$

Indicele de performanta:

$$IP = \frac{\sqrt{E}}{\rho}$$

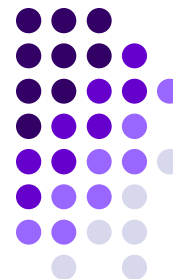
- **Minimizarea masei înseamnă de fapt maximizarea indicelui de performanță IP.**
- *Din sirul de materialele aflate la dispoziție se poate stabili o ierarhizare optimală*

Proiectarea in domeniul electric



Evaluarea compoziției produselor	<ul style="list-style-type: none"> • Compoziția chimică a produselor • Compoziție chimică cu potențial cumulativ • Acumulatori și baterii (tip, greutate, compoziție și cantitate) • Materiale utilizate pentru ambalare și transport
Evaluarea impactului cu mediul a industriei	<ul style="list-style-type: none"> • Energia și serviciile consumate pentru fiecare parte materializată • Emisiile pe durata producției: aer, apă, gaze etc. și posibilitățile de a le elimina, reduce sau controla • Măsurarea și analiza emisiilor • Materialele utilizate în producție: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Materiale reciclabile ➤ Materiale dăunătoare

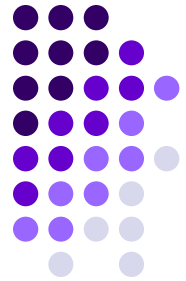
Proiectarea in domeniul electric



<p>Transport, înmagazinare, reciclare</p>	<p>Instrucțiuni pentru ambalare și expediere / transport Reevaluarea necesităților de ambalare și transport interoperațional a tuturor componentelor Instrucțiuni pentru reducerea, reutilizarea, reciclarea materialelor pentru ambalaj Instrucțiuni pentru transportul, stocarea, reutilizarea, reciclarea materialelor consumabile Identificarea componentelor reutilizabile sau reciclabile</p>
<p>Evaluarea operativă a produselor</p>	<p>Consumul energetic și servicii pe timpul utilizării Emisii fizice și chimice de la produse în timpul funcționării sau a repausului; analiza posibilităților de a fi reduse, controla sau elimina Identificarea și măsurarea tuturor produselor dăunătoare cursurilor de apă</p>

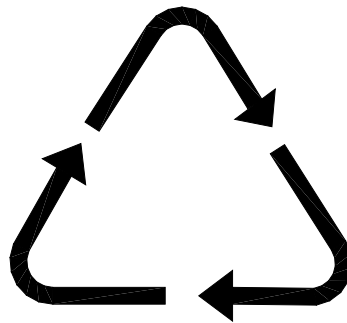
Proiectarea in domeniul electric / alegerea materialelor

- Minimizarea cantității de material utilizat și prin aceasta greutatea produselor;
- Minimizarea numărului de componente utilizate în realizarea produselor și utilizarea unor componente de gabarit minim;
- Alegerea unor materiale reciclabile dacă specificațiile tehnice și cele economice permit acest lucru;
- Este preferabilă utilizarea unui număr minim de categorii de materiale plastice în construcția produselor;
- Alege materiale plastice reciclabile;
- Evită utilizarea combinațiilor de materiale plastice dacă nu sunt compatibile pentru reciclare;
- Evită, dacă este posibil, materialele de protecție pentru plastic;
- Evită inserția componentelor metalice în componentă din material plastic deoarece cele două părți trebuie separate pentru a se putea recicla;
- Evită utilizarea adezivelor în structura unor produse care au atașate etichete în părți plastice. Calitatea fracțiunii de plastic, în cazul reciclării, este influențată de prezența adezivului;



Alegerea materialelor

- Evită utilizarea unor pigmenți coloranți care conțin nickel sau crom;
- Componentele constructive din material plastic cu masa mai mare de 25 g trebuie marcate pentru identificare (ISO 1043)



> PA 66 - GF 30 <

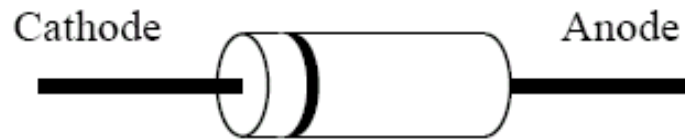
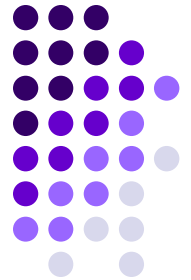
Marcarea componentelor din plastic

Compatibilitatea materialelor plastice

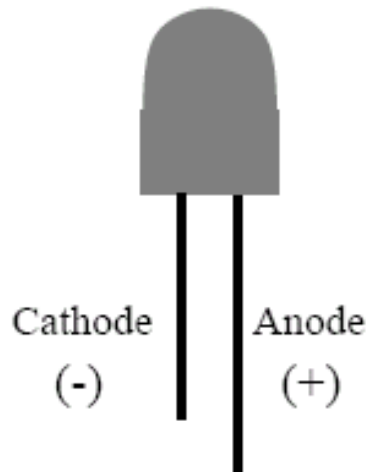
MATERIALUL DE BAZĂ	MATERIAL PLASTIC	ADITIVI / IMPURITĂȚI											
		PE	PVC	PS	PC	PP	PA	POM	SAN	ABS	PBTP	PETP	PMMA
PE	PE	■	○	○	○	■	○	○	○	○	○	○	○
PVC	PVC	○	■	○	○	○	○	○	■	□	○	○	■
PS	PS	○	○	■	○	○	○	○	○	○	○	○	○
PC	PC	○	●	○	■	○	○	○	■	■	■	■	■
PP	PP	●	○	○	○	■	○	○	○	○	○	○	○
PA	PA	○	○	●	○	○	■	○	○	○	●	●	○
POM	POM	○	○	○	○	○	○	■	○	○	●	○	○
SAN	SAN	○	■	○	■	○	○	○	■	■	○	○	■
ABS	ABS	○	□	○	■	○	○	●	○	■	●	●	■
PBTP	PBTP	○	○	○	■	○	●	○	○	●	■	○	○
PETP	PETP	○	○	●	■	○	●	○	○	●	○	■	○
PMMA	PMMA	○	■	●	■	○	○	●	■	■	○	○	■

- – există compatibilitate; □ – există compatibilitate pentru un volum limitat;
- – există compatibilitate pentru volum limitat, cu conținut redus de aditivi
- - incompatibilitate

Marcarea componentelor

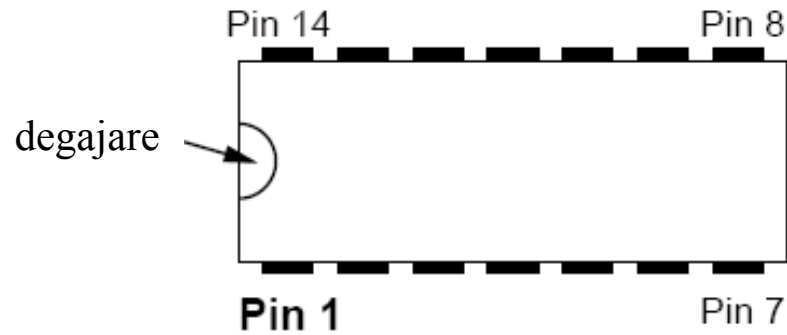
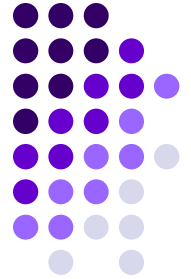


Marcarea terminalelor unei diode

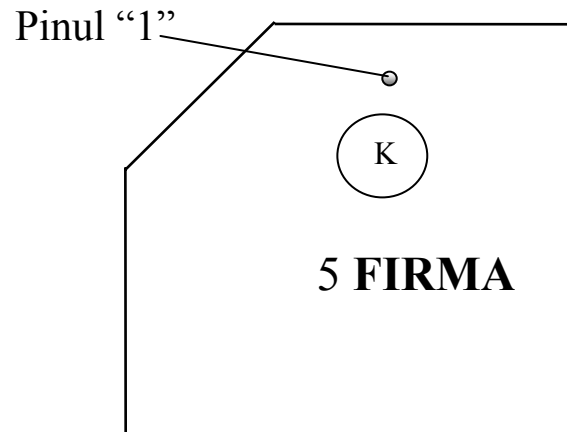


Identificarea terminalelor diodei electroluminiscente

Marcarea componentelor

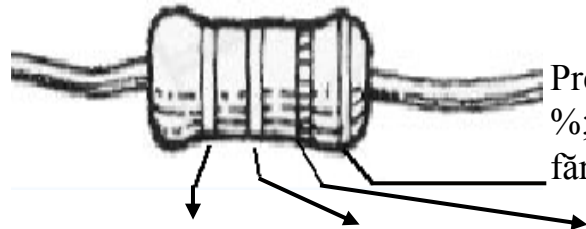
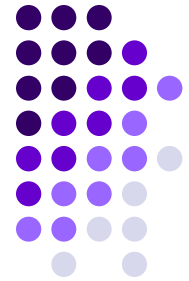


Identificarea pinilor pentru un IC



Identificarea unui circuit imprimat din
 clasa PLCC (plastic leaded chip
 carrier)

Marcarea componentelor



Precizie: auriu = $\pm 5\%$;
 argintiu = $\pm 10\%$;
 fără = $\pm 20\%$

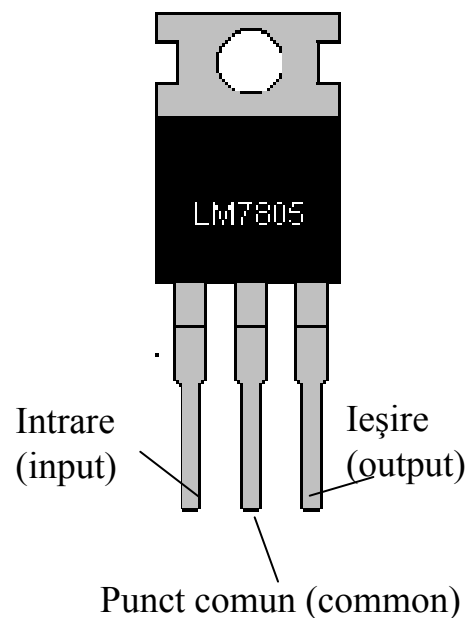
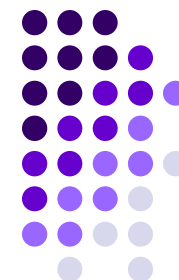
Culoare	Banda 1	Banda 2	Banda 3 = nr. de zerouri
Negru	0	0	
Maro deschis	1	1	0
Roșu	2	2	00
Portocaliu	3	3	000
Galben	4	4	0000
Verde	5	5	00000
Albastru	6	6	000000
Violet	7	7	0000000
Gri	8	8	00000000
Alb	9	9	000000000

Codul culorilor

Culoare 1	Culoare 2	Culoare 3	Valoare [Ω]
galben	violet	roșu	4700
portocaliu	roșu	maro	320
galben	galben	maro	440
verde	albastru	galben	560k

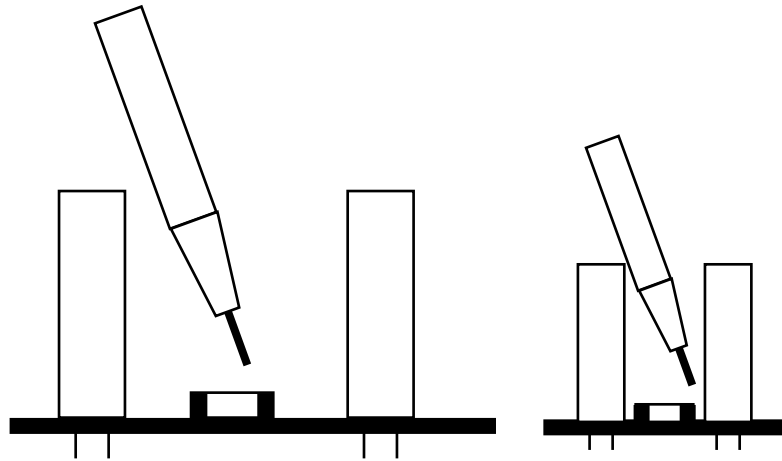
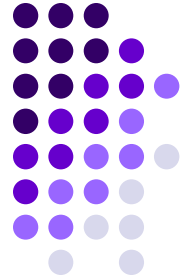
Componenta	Polarizare impusă ?	Efecte ale montajului incorect
Rezistor	NU	
Rezistor izolat	NU	
Rezistor în pachet	DA	Circuitul nu funcționează
Diodă	DA	Circuitul nu funcționează
LED	DA	"_"
Condensator monolitic	NU	
Condensator din tantal	DA	Pericol explozie
Condensator electrolitic	DA	Pericol explozie
DIP socket	DA	Confuzie în utilizare
PLCC socket	DA	Perturbare în funcționare
Circuit integrat	DA	Supraîncălzire; avarie continuă
Inductivitate	NU	
Tranzistor	DA	Circuitul nu funcționează

Marcarea componentelor



Marcarea și dispunerea terminalelor pentru un regulator de tensiune

Marcajul si alocarea spatiului



Alocarea spațiului pentru plasarea componentelor

PCB Assembly Name

PCB Assembly P/N: 654321

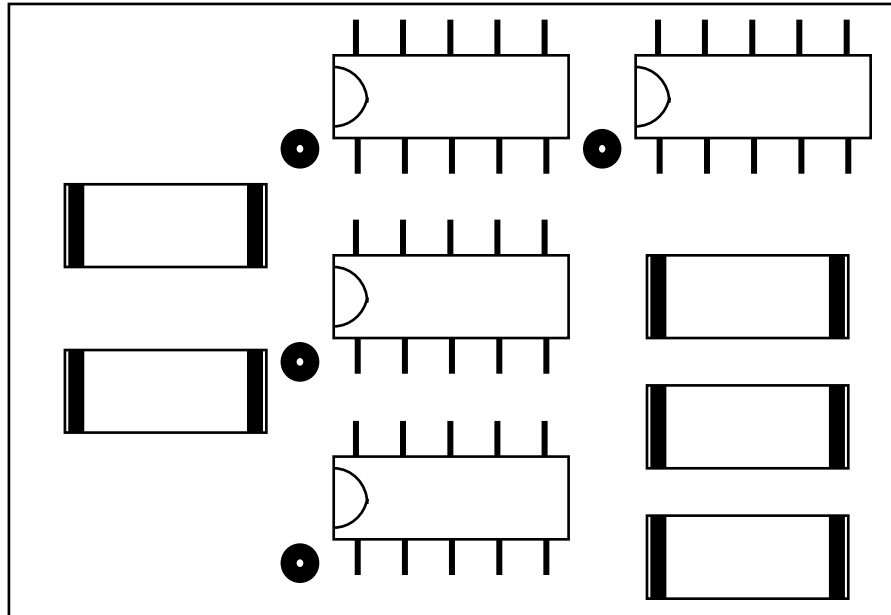
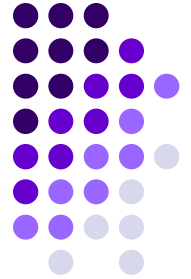
Rev: ■

Bare Board P/N: 654321

Rev: A

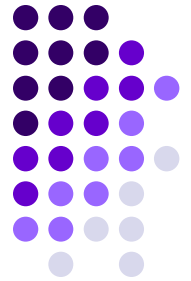
Marcaje ale plăcii cu circuite
 imprimate: numele plăcii,
 numărul de identificare,
 marcajul reviziilor,
 modificărilor de pe placă

Alocarea spațiului



Orientarea componentelor pe placă: aceeași direcție și spații uniforme pe direcție orizontală și verticală.

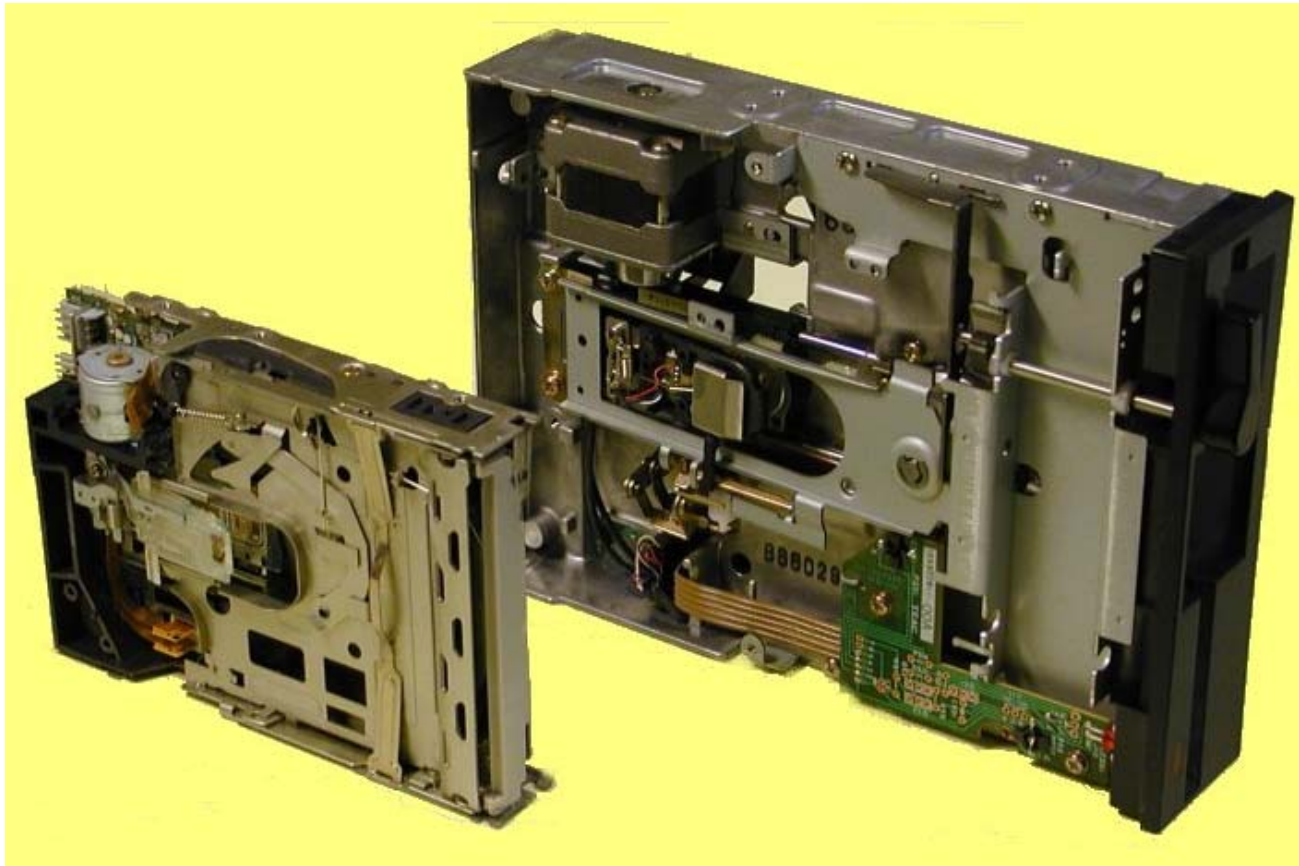
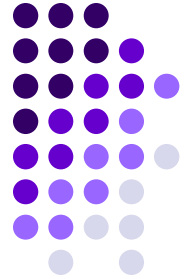
Proiectarea in electronica



Gordon Moore a emis în 1965 o considerație, privind evoluția numărului de tranzistoare pe unitatea de suprafață a circuitelor integrate, devenită peste ani **“legea lui Moore (Moore’s Law)”**

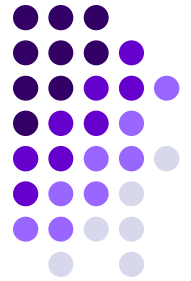
CPU	Anul	Număr tranzistoare
Procesor Intel ® Pentium ® III	1999	24.000.000
Procesor Intel ® Pentium ® 4	2000	42.000.000
Procesor Intel ® Itanium ®	2002	220.000.000
Procesor Intel ® Itanium ® 2	2003	410.000.000

Proiectarea electronica



floppy 1.44 MB 3.5 “ – generația 92 (a) și un floppy 360 kB 5.25 “generația 80 (b)

Proiectarea electronica



hard-disk pentru un laptop: anii '90 si respectiv '80