

## 9. Fundamente de Automatizări

### 1. Explicați comparativ termenii de "comandă" și "reglare"

Știința care abordează din punct de vedere teoretic problemele sistemelor de reglare și de comandă, adică problemele de influențare direcționată a sistemelor dinamice (fizice sau abstracte) este Teoria sistemelor. Ea nu face distincție între natura diferită a sistemelor fizice. În limba engleză termenul "CONTROL" surprinde atât reglarea cât și comanda. Distincția între cele două se face prin: "*feed forward control*" - pentru sistemele de comandă și "*feed-back control*" pentru sistemele de reglare. În limba română termenii corecți sunt: *control în circuit deschis* (sau *conducere în circuit deschis*) - pentru sistemele de comandă și *control în circuit închis* (sau *conducere în circuit închis*) - pentru sistemele de reglare.

Prin termenul de "*automatizare*" se exclud domeniile netehnice, iar prin termenul "*cibernetică*" se extinde domeniul și cu probleme de transmitere și prelucrare de informații.

### 2. Prezentați structura clasică a unui sistem de reglare automată

Schema bloc a unui *sistem de reglare automată* în varianta clasică, abreviat **SRA** este prezentată în fig.1.

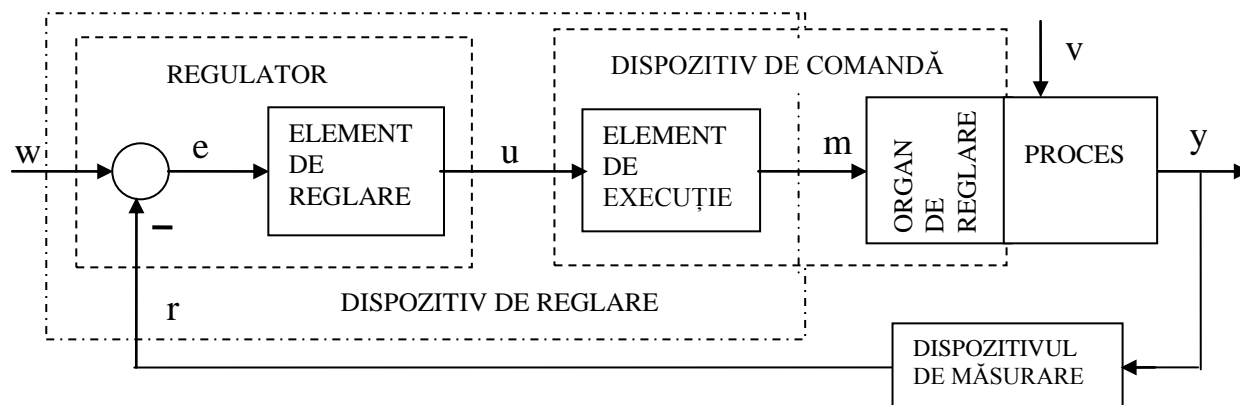


Fig.1. SRA

Mărimile poartă denumirile:  $w$  – mărime de conducere,  $r$  – mărime de reacție,  $u$  – mărime de comandă,  $e$  – eroare de reglare ( $e = w - r$ ),  $v$  – mărime perturbatoare,  $y$  – mărime reglată.

Dispozitivele sunt denumite astfel:

ELEMENTUL DE COMPARARE + ELEMENTUL DE REGLARE = REGULATOR

REGULATORUL + ELEMENTUL DE EXECUȚIE = DISPOZITIV DE REGLARE

ELEMENTUL DE EXECUȚIE + ORGANUL DE REGLARE = DISPOZITIV DE COMANDĂ

### 3. Enumerați cerințele referitoare la reglare

1. Stabilitatea – reprezintă capacitatea unui sistem de reglare sau comandă de a ajunge într-o stare de echilibru.

2. Precizia staționară – este dată de eroarea de reglare sau numai de valoarea diferenței dintre valoarea prescrisă și valoarea reală în regim de echilibru.
3. Calitatea dinamică – vizează regimul tranzitoriu. Prin cerințe de calitate dinamică se solicită ca răspunsul unui sistem său să nu fie, pe de-o parte prea lent, iar pe de altă parte prea oscilant.
4. Cerințe optime – sunt de natură cantitativă. Se cere ca sistemul să aibă o comportare optimă dintr-un anumit punct de vedere denumit *criteriu de optim*.
5. Cerințe impuse de elementul de execuție datorită domeniului limitat de variație a mărimii de execuție. Caracteristica unui element de execuție este de obicei liniară cu saturație.

#### 4. Care sunt etapele prelucrării unei teme de reglare

- (I) Formularea problemei. De regulă, constă în extragerea problemei de reglare dintr-o temă de proiectare de automatizare mai mare.
- (II) Alegerea echipamentelor constă în alegerea elementului de execuție, a elementului de măsurare și a elementului de comparare. Alegerea depinde de tipul procesului și de sarcinile sistemului de reglare. înregistrează acumulată în timp, întru-cât fiecare domeniu are particularitățile sale.
- (III) Conceperea modelului matematic (MM) al sistemului de reglare. Este vorba de identificarea a unei părți din sistemul de reglare și anume a lanțului format din: *element de execuție – proces – element de măsurare*. Modelele obținute trebuie aduse la formele canonice.
- (IV) Analiza sistemului de reglare reprezintă operația de investigare a stabilității și a comportării staționare, în cazul în care dispozitivul de reglare se consideră sub forma de element proporțional.
- (V) Corecția dinamică a sistemului de reglare. Dacă regulatorul proporțional din etapa anterioară nu asigură calitatea dorită atunci algoritmul de lucru al acestuia trebuie corectat astfel încât sistemul să fie stabil, cu o calitate dinamică corespunzătoare și o precizie staționară adecvată.
- (VI) Simularea sistemului de reglare pe calculator. Prin această etapă se validează rezultatul etapei anterioare și constă din supunerea modelului matematic al sistemului de reglare la diferite scenarii de solicitare, corespunzătoare sistemului real.
- (VII) Realizarea fizică a regulatorului. Această etapă urmărește transpunerea regulatorului proiectat în etapa V și simulat în etapa IV într-o schemă fizică concretă.

#### 5. Extinderea noțiunii de reglare

Structura de reglare clasică nu este suficientă pentru asigurarea performanțelor unui sistem de reglare mai complicat și mai pretențios. Astfel se ajunge la structuri complexe. Există cel puțin trei motive care justifică utilizarea de structuri complexe:

- i) - intensificarea acțiunii mărimii de comandă în sensul intervenției oportune. Aceasta presupune observarea mai atentă a procesului, cuprinzând mai multe mărimi și realizarea de reacții multiple.
- ii) - există procese care au mai multe mărimi de comandă, deci necesită comenzi multiple.

- iii) - există procese care au un grad ridicat de necunoaștere a comportării lor. În cadrul structurii clasice s-a considerat doar cazul în care necunoașterea a fost restrânsă la nivelul perturbației. În numeroase cazuri incertitudinea este mult mai mare. Sub influența mediului ambiant, parametri procesului pot să se modifice atât de mult încât o singură buclă de reglare să nu poată face față. De aceea este necesară utilizarea de sisteme de reglare capabile să se adapteze la aceste modificări. Astfel de sisteme se numesc *sisteme de reglare adaptive*. Acțiunea lor se bazează pe observarea mai complexă a procesului soldată cu *adaptări* ale regulatorului. Prin observarea complexă se obține o cunoaștere temporară care compensează necunoașterea apriorică a procesului. Ca urmare procesul de adaptare este continuu. Cele mai des utilizate scheme de adaptare sunt: a) *structura autoadaptivă*, b) *structura cu model de referință*.

## 6. Conceptul de sistem linear

Fie un sistem cu orientarea dependența funcțională  $u \rightarrow y$ , asupra căruia se efectuează trei experimente și anume:

- se aplică la intrare o funcție  $u(t) = u_1(t)$ , corespunzător la ieșire se obține o funcție  $y(t) = y_1(t)$  ;
- se aplică la intrare o funcție  $u(t) = u_2(t)$ , corespunzător la ieșire se obține o funcție  $y(t) = y_2(t)$  ;
- se aplică la intrare o funcție  $u(t) = c_1 \cdot u_1(t) + c_2 \cdot u_2(t)$ ,  $c_1, c_2 \in R$ , corespunzător la ieșire se obține o funcție  $y(t) = y_3(t)$  ;

Definiție: spunem că sistemul este *linear* dacă:

$$y_3(t) = c_1 \cdot y_1(t) + c_2 \cdot y_2(t), \quad \forall c_1, c_2 \in R, \quad \forall u_1(t), u_2(t) \in U.$$

Se observă că linearitatea cuprinde următoarele două principii:

- pentru  $c_1 = 1, c_2 = 1$  apare principiul superpoziției;
- pentru  $c_1 = c, c_2 = 0$  apare principiul amplificării.

Sistemele lineare au următoarea proprietate notabilă: *prin interconectarea de sisteme lineare se obține un sistem linear*.

## 7. Formele canonice ale modelelor matematice intrare-stare-ieșire ale sistemelor liniare în timp continuu

Modele matematice *intrare-stare-ieșire* au forma:

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = A \cdot x(t) + B \cdot u(t), & x(t_0) = x_0 & (1) \\ y(t) = C \cdot x(t) + D \cdot u(t) & & (2) \end{cases}$$

Mărimile sunt: vectorul de intrare  $u \in R^m$ , vectorul de stare  $x \in R^n$  și vectorul de ieșire  $y \in R^p$ . Matricele A, B, C, D sunt constante și au dimensiunile: A(n,n), B(n,m), C(p,n), D(p,m). Ele au denumirile: A - matricea sistemului, B - matricea de intrare, C - matricea de ieșire și D - matricea de interconexiune.

Relația (1) se numește ecuație de stare. Prin derivata vectorului de stare ea redă tendința de evoluție a sistemului. Relația (2) se numește ecuație de ieșire.

## 8. Prezentări conexiunile de bază și relațiile de legătură dintre mărimi

1° Conexiunea paralel (fig.1).

Relațiile specifice conexiunii paralel sunt:

$$\begin{cases} u_1(t) = u(t) \\ u_2(t) = u(t) \\ y(t) = y_1(t) + y_2(t) \end{cases} \quad (1)$$

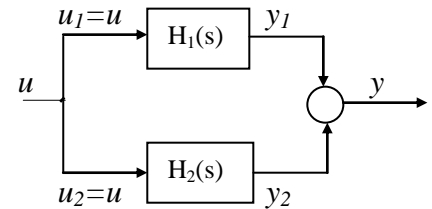


Fig.1 Conexiunea paralel

2° Conexiunea serie (fig.2).

Relațiile specifice conexiunii serie:

$$\begin{cases} u_1(t) = u(t) \\ u_2(t) = y_1(t) \\ y(t) = y_2(t) \end{cases} \quad (2)$$

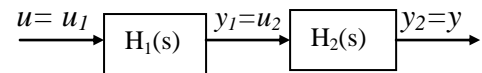


Fig.2 Conexiunea serie

3° Conexiunea cu reacție (fig.3).

Se tratează simultan două cazuri:

- conexiunea cu reacție negativă (-);
- conexiunea cu reacție pozitivă (+).

Relațiile specifice conexiunii cu reacție:

$$\begin{cases} u_1(t) = u(t) \mp y_2(t) \\ y(t) = y_1(t) \\ u_2(t) = y(t) \end{cases} \quad (3)$$

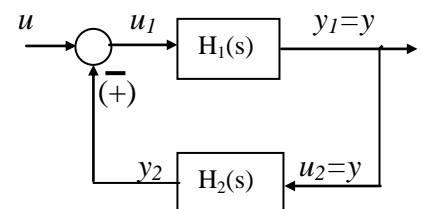


Fig.3 Conexiunea cu reacție  
- negativă, + pozitivă

## 9. Cum de soluționează problema calculului sistemelor în regim staționar

În ipoteza că regimul staționar există, toate mărimile sunt funcții constante de timp:

$$w(t) = w_{\infty}, \quad v(t) = v_{\infty}, \quad x(t) = x_{\infty} \quad (1)$$

Se pune problema calculării valorilor staționare ale mărimilor din sistem în funcție de valorile staționare ale mărimilor de intrare. Problema se rezolvă cu ajutorul teoremei valorii finale :

$$\text{Dacă există și este finită } f_{\infty} = \lim_{t \rightarrow \infty} f(t) \text{ atunci } f_{\infty} = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot f(s). \quad (2)$$

unde  $f(s)$  este imaginea Laplace a funcției  $f(t)$ . Întrucât nu interesează modul în care sistemul ajunge în regim staționar ci doar valorile mărimilor în regim staționar, pentru simplificarea calculelor se poate considera că sistemul a ajuns în regim staționar datorită aplicării la intrare a unor semnale treaptă de amplitudini egale cu valorile staționare ale mărimilor de intrare.

## 10. Ce înțelegem prin "Observabilitatea sistemelor dinamice"?

Această proprietate este necesară în situațiile în care din vectorul de stare se realizează bucla de reacție iar mărimile de stare nu sunt măsurabile în mod direct, în totalitate sau în parte. Pentru măsurarea indirectă a mărimilor de stare se utilizează un sistem denumit *observator de stare* (OS).

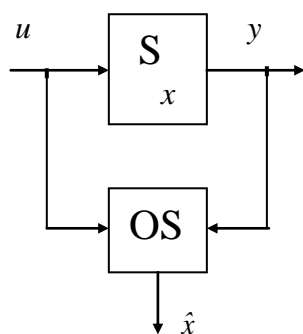


Fig. 1

Acesta se concepe astfel încât mărimile sale de ieșire  $\hat{x}$  să tindă în timp către mărimile  $x$  nemăsurabile ( $\hat{x} \rightarrow x$ ). Observabilitatea este proprietatea care garantează posibilitatea realizării unui OS. El poate fi utilizat în scopuri de măsurare propriu-zisă sau poate fi utilizat la realizarea sistemelor de conducere în circuit închis.

Definiție: O stare  $x_0$  este *observabilă* dacă prin urmărirea intrărilor și ieșirilor pe un interval de timp finit ea poate fi determinată. Un sistem este *observabil* dacă singura stare neobservabilă este starea de repaos.

## 10. Tehnici și Sisteme de Măsurare

### 1. Ce sunt calele ?

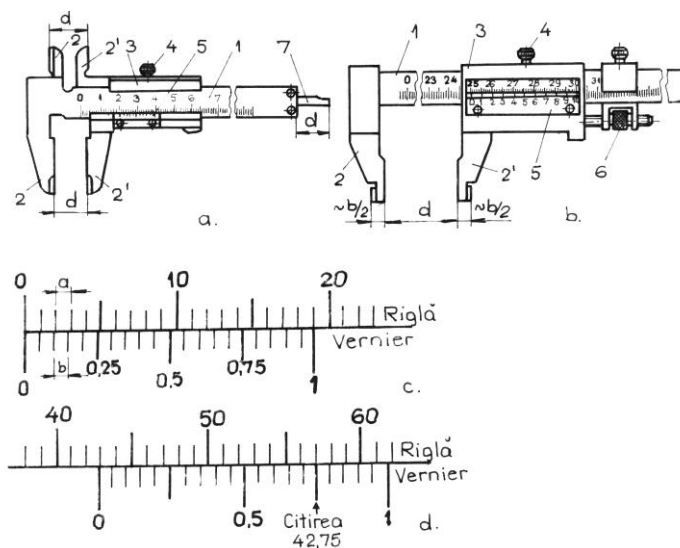
Calele fac parte din categoria mijloacelor de măsurare de tip măsur. Ele materializează o anumită dimensiune cu o precizie ridicată, dimensiune care se regăsește între fețele paralele ale unui paralelipiped dreptunghic sau ale unui cilindru circular, motiv pentru care se mai numesc și cale plan paralele.

### 2. Ce sunt calibrele ?

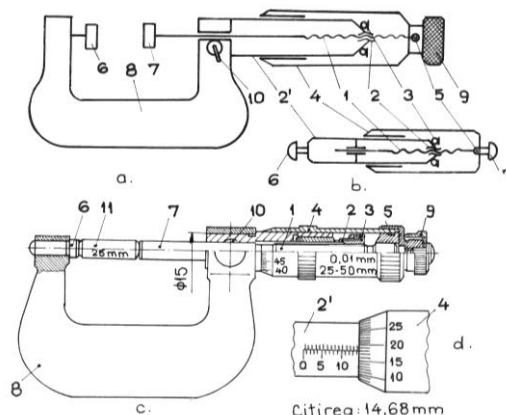
Calibrele sunt mijloace de măsurare/verificare fără redarea explicită (numerică) a informației, adică sunt tot de tip măsur.

### 3. Ce reprezintă șublerele?

Șublerele sunt mijloace pentru măsurarea lungimilor, de tip instrument, la care mărirea preciziei de citire se realizează cu ajutorul unui interpolator longitudinal-vernierul.



**4.Ce mijloc de măsurare este reprezentat în figura de mai jos?**



Mijlocul de măsurare reprezentat este micrometrul (varianta pentru exterior respectiv pentru interior)

## 5. Cum se realizează măsurarea industrială a unghiurilor?

Pentru măsurarea industrială a unghiurilor se utilizează, în principal, trei metode cu mijloacele de măsurare aferente și anume:

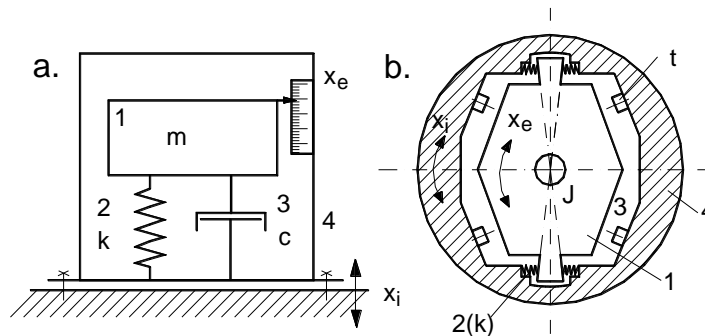
- metoda comparației, utilizând blocuri de cale unghiulare,
- metoda geometrică pentru măsurări absolute, la care valoarea unghiului se citește direct și
- metoda trigonometrică, indirectă, la care unghiul de măsurat se determină prin calcul după efectuarea unor măsurări de lungimi.

## 6.Care este utilitatea traductoarelor giroscopice de viteză unghiulară absolută

Traductoarele giroscopice de viteză unghiulară absolută se utilizează, atât pentru măsurarea vitezelor de rotație foarte mici, cât și pentru determinarea (prin integrare) a unor unghiuri de deviație față de o anumită direcție.

## 7. Descrieti pe scurt functionarea traductorului seismic

La un traductor seismic se urmărește deplasarea masei seismice ( $x_e$ ) în raport cu carcasa. Prelevarea semnalului de ieșire se poate realiza pe cale mecanică, optică sau electrică cu mijloace (traductoare) adecvate, cele mai răspândite fiind traductoarele electrice de tip tensorezistive, inductive (parametrice/generatoare), capacitive sau piezoelectrice.



## 8.Descrieți principiul de funcționare al dinamometrelor cu element elastic

Principiul de funcționare al acestor dinamometre se bazează pe proporționalitatea dintre forță și deformația unui element elastic (deformație reversibilă, în limitele de valabilitate a legii lui Hooke). Deformația elementului elastic se evidențiază apoi printr-o modalitate convenabilă.

## 9.La ce se utilizează tubul Bourdon?

Tubul Bourdon este un tub metalic aplatizat în secțiune transversală și este utilizat ca element elastic sesizor în construcția manometrelor

## 10.Din ce este compus debitmetrul rotametric?

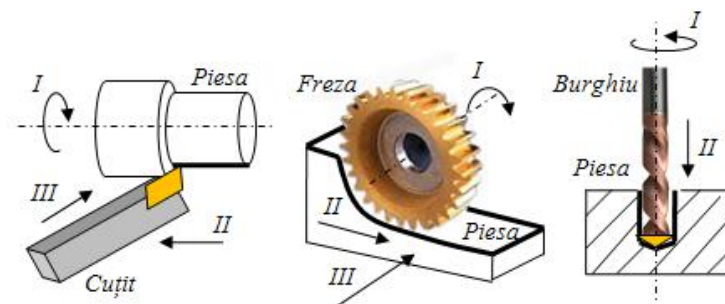
Debitmetrul rotametric este compus dintr-un tub vertical transparent, de formă tronconică și un imersor care se deplasează în interiorul acestuia, cu ajutorul căruia se măsoară debitul de fluid vehiculat prin tub.

# 11. Fabricația Dispozitivelor Medicale

## 1. Ce este procesul de aşchiere şi care sunt principalele scheme de aşchiere (strunjire, frezare, burghiere)

Procedeul tehnologic de prelucrare bazat pe mişcarea relativă cu contact dintre piesă şi sculă, prin acţiunea unor forţe exterioare suficient de mari pentru a învinge rezistenţa la deformare plastică a materialului de prelucrat, prin care semifabricatului i se modifică forma şi dimensiunile astfel încât să se obţină reperul finit.

Principalele scheme de aşchiere: strunjire, frezare, burghiere

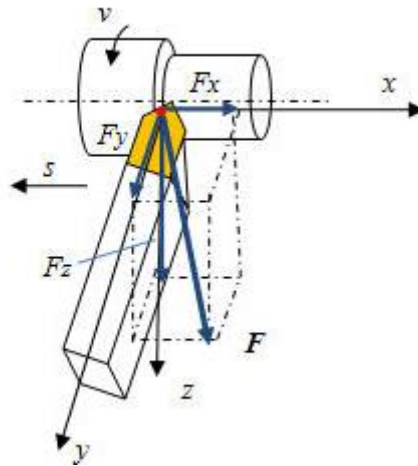


- Mişcarea de rotație  $I$  – denumită şi mişcare principală de aşchiere;

- Mișcarea de deplasare longitudinală *II* – avans longitudinal.
- Mișcarea de deplasare transversală *III* – avans transversal.

## 2. Definiți forțele implicate în procesul de așchiere. Cazul strunjirii.

În cazul strunjirii longitudinale, forța de așchiere  $F$  este o rezultantă a eforturilor necesare pentru producerea deformațiilor elastice și plastice ale materialului. Această forță are trei componente:



- Componenta tangențială  $F_z$ , denumită și apăsarea principală, care acționează în direcția mișcării principale (coincide cu direcția vitezei de așchiere), și determină momentul de torsiune necesar la universalul mașinii;
- Componenta axială  $F_x$  sau apăsarea de avans acționează pe direcția mișcării de avans longitudinal și determină forțele necesare mecanismului de avans al mașinii.
- Componenta radială  $F_y$  sau apăsarea de respingere acționează în lungul cuțitului și reprezintă forța pe care piesa o exercită asupra cuțitului când acesta este introdus în straturi noi de material. Această componentă influențează în mod direct dimensiunile și calitatea suprafeței strunjite.

## 3. Definiți principalele metode de prototipare rapidă

**Stereolitografierea** - patentată în 1986, metoda constă în construirea modelului 3D din polimeri lichizi fotosensibili care polimerizează când sunt expuși la lumina ultravioletă. Procesul are loc strat cu strat.

**Laminarea** - metoda constă în suprapunerea de straturi succesive, adezive, de material pentru a forma prin legătura intimă un reper. Materialul semifabricat este de regulă o hârtie impregnată cu un adeziv care se activează termic, și care este supusă procesului de laminare la cald. Trasarea conturilor corespunzătoare fiecărui strat se face cu ajutorul unui cuțit.

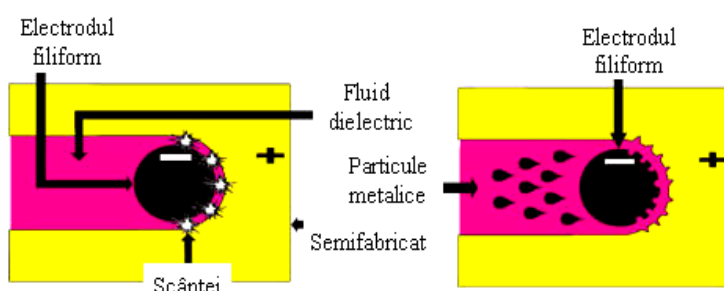
**Sinterizarea selectivă cu laser** – folosește un fascicul laser pentru a sinteriza în mod selectiv materialul semifabricat aflat sub formă de pulbere metalică, nemetalică sau polimerică. Baleiajul fasciculului este în concordanță cu informațiile geometrice corespunzătoare fiecărei secțiuni a obiectului.

**Modelarea prin depunerea topiturii** - Principiul acestei metode constă încălzirea și extrudarea firelor termoplastice printr-o duză care se mișcă în planul xy. Capul de extrudare este controlat astfel încât să depună mase subțiri de material pe platforma de bază, pentru a forma primul strat. Straturile se suprapun succesiv până la finalizarea obiectului.

**Topirea cu fascicul de electroni (EBM)** - Procesul de prototipare rapidă EBM folosește ca sursă de energie un fascicul de electroni pentru a topi pulberea metalică sau nemetalică strat cu strat. Puterea ridicată a fasciculului de electroni permite efectuarea unui baieaj de preîncălzire a fiecărui strat, ne mai fiind nevoie de utilizarea unei surse suplimentare de preîncălzire. Procesul are loc în mediu de vacuum.

#### 4. Definiți principiul electroeroziunii cu fir.

Principiul electroeroziunii cu fir se bazează pe îndepărtarea prin scânteiere a materialului piesă la deplasarea unui fir-electrod pe un contur al acesteia, într-un mediu dielectric. Când între cei doi electrozi (piesa și firul) diferența de potențial ajunge la o valoare de aproximativ 90V dielectricul din vecinătatea electrozilor ionizează, conducând la apariția unei scânteieri controlate. Această topește și vaporizează materialul, iar dielectricul asigură resolidificarea, răcirea și transportul particulelor erodate din zona de proces.



#### 5. Definiți următoarele coduri utilizate în programarea MU: G00, G01, G02, G03, G04, G40, G41, G42, G54...G59, G90, G91, M02, M03, M04, M05, M06.

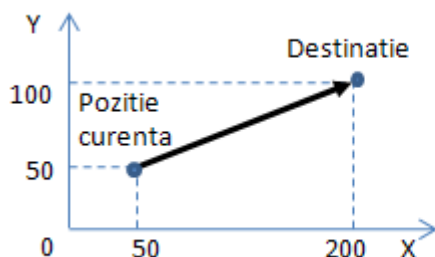
G00	Deplasare cu avans rapid
G01	Deplasare liniară cu avans de lucru
G02	Interpolare circulară în sens orar
G03	Interpolare circulară în sens trigonometric
G04	Oprirea programată a mișcării sculei (temporizare)
G40	Anularea compensării sculei
G41	Compensarea pe stânga a razei sculei
G42	Compensarea pe dreapta a razei sculei
G54...G59	Selectarea sistemului de coordonate de lucru
G90	Mod absolut de programare
G91	Mod incremental de programare
M02	Sfârșit de program – STOP
M03	Pornirea arborelui principal în sensul acelor de ceasornic CW
M04	Pornirea arborelui principal în sensul trigonometric CCW
M05	Oprirea arborelui principal

M06	Schimbarea sculei
-----	-------------------

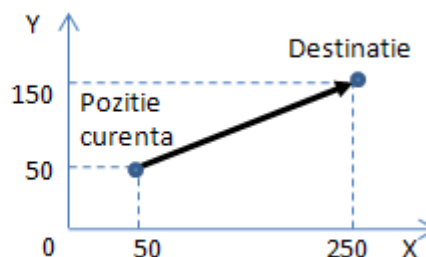
## 6. Definiți și exemplificați funcția de interpolare liniară a mașinilor unelte CNC.

Funcția de interpolare liniară (G01) este utilizată pentru a comanda mișcarea axelor mașinii cu o viteză de avans prestabilită în program. G01 este o comandă modală și deci avansul stabilit într-o linie de program este valabil până la introducerea unei noi valori de avans.

Exemple de deplasări liniare absolute și relative:



(G90) G01 X200 Y100 F200;

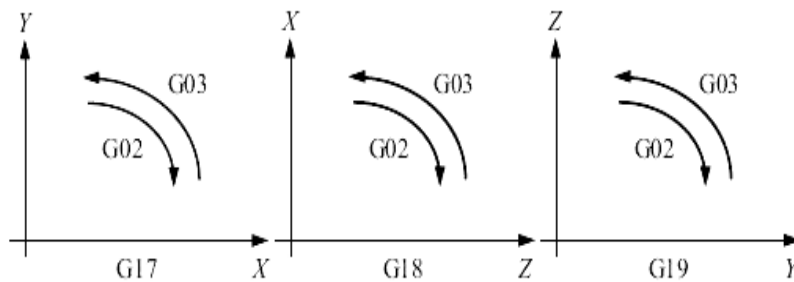


(G91) G01 X200 Y100 F200

## 7. Definiți și exemplificați funcția de interpolare circulară mașinilor unelte CNC.

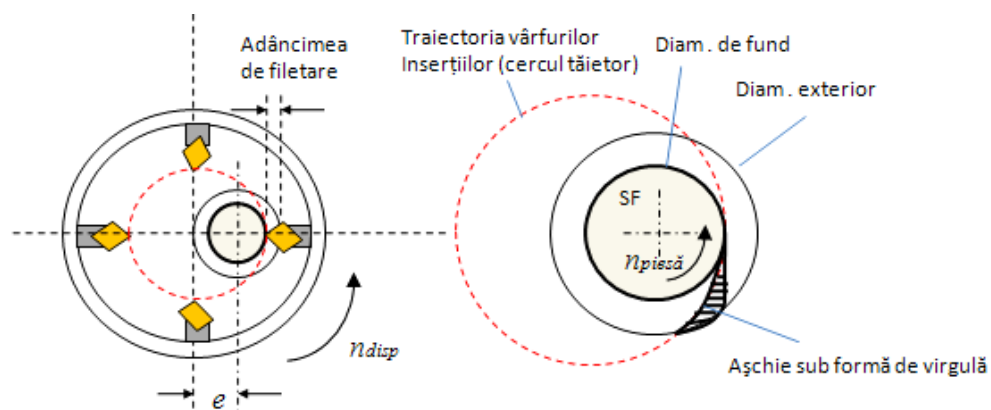
Funcția de interpolare circulară (G02 și G03) se utilizează pentru a comanda mișcarea sculei pe traiectoria unui arc de cerc. G02 este funcția de interpolare circulară în sensul acelor de ceasornic, iar G03 este funcția de interpolare circulară în sens trigonometric. Elementele necesare apelării acestei funcții sunt:

Nr.	Definiția	Comanda	Semnificația
1	Planul	G17	Parametrii arcului în planul XY
		G18	Parametrii arcului în planul ZX
		G19	Parametrii arcului în planul YZ
2	Sensul	G02	Orar
		G03	Trigonometric
3	Raza arcului	R	Raza arcului
4	Distanța de la punctul de start la centrul arcului	I, J, K	Distanța de la punctul de start la centrul arcului (valori relative introduse cu semne)
5	Avansul pe arc	F	Avansul de-a lungul arcului de cerc



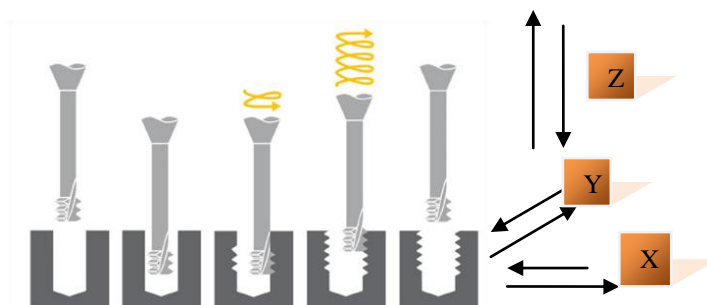
## 8. Cum se realizează filetele șuruburilor medicale prin filetarea în vârtej?

Filetarea în vârtej este un proces de fabricație a filetelor pe mașini de strunjit în care o sculă numită cap de filetat care are unul sau mai multe inserții tăietoare (cuțite sau discuri), produce aşchiera semifabricatului. Capul de filetat este acționat la turații mari de 6000 – 8000 rpm, în timp ce semifabricatul este acționat la turații mult inferioare (10 – 60 rpm). Unghiul pasului este determinat de unghiul elicei cuțitului. Avansul longitudinal este executat fie de piesă atunci când aceasta este prinsă într-un universal cu rezemare continuă, fie de dispozitivul de filetat, fixat pe sania mașinii sau într-un *live tool*. Schema aşchierii se prezintă în figura de mai jos.



## 9. Cum se realizează filetele prin frezare?

Frezarea filetului se realizează pe mașini cu comandă numerică, cu ajutorul unor scule (freze) similare tarozilor dar printr-un procedeu total diferit. Spre deosebire de tarod, freza nu are nicio teșire a tăişurilor. Aceasta se introduce în orificiu de-a lungul axei arborelui principal, la o adâncime care să producă lungimea dorită a filetului. Controlerul deplasează freza de filetat spre diametrul exterior al găurii până când tăişul frezei pătrunde în pereții laterali ai găurii. Freza se deplasează apoi după o traiectorie elicoidală (mișcare circulară + liniară pe Z) până la realizarea filetului, pasul elicei fiind pasul filetului.



## **10. Etapele realizării modelului CAM pentru o plăcuță cervicală de stabilizare.**

### **a) Definirea parametrilor piesei:**

- Definirea sistemului de coordonate atașat piesei;
- Definirea limitelor mașinii;
- Definirea blocului semifabricat (*stock*);
- Definirea geometriei piesei finite (*target*).

### **b) Definirea sculelor de prelucrare:**

- Definirea tabelului cu parametrii tuturor sculelor utilizate în fabricație.

### **c) Definirea operațiilor de prelucrare:**

- Realizarea găurilor străpunse destinate șuruburilor de fixare
- Realizarea frezării orificiilor destinate șuruburilor de fixare
- Frezarea canalelor transversal și longitudinal
- Realizarea orificiilor  $\Phi 1\text{mm}$
- Teșirea canalului transversal
- Frezarea pe conturul exterior

## **12. Fundamente de Inginerie Electronica**

### **1. Modalitati de inscripționare a rezistoarelor și condensatoarelor. Regula divizorului de tensiune și regula divizorului de curent.**

### **2. Redresorul mono și bialternanță**

### **3. Tranzistorul bipolar: efectul de transistor, tipurile de conexiuni, familiile de caracteristici ale tranzistorului bipolar, ecuația TB.**

### **4. Tranzistorul bipolar: modelul dinamic în parametrii $\pi$ și $h$ .**

### **5. Proiectarea schemei cu stabilizare totală a punctului static de funcționare pentru un montaj amplificator cu transistor bipolar.**

### **6. Tranzistorul cu efect de câmp: tipurile de tranzistoare cu efect de câmp, modalități tehnologice de obținere a TEC**

### **7. Tranzistorul cu efect de câmp: familii de caracteristici ale TEC, inversorul CMOS.**

### **8. Amplificatorul operational (AO) ideal și real.**

**9. AO inversor, neinversor, sumator (relatii + schema)**

**10. AO diferencial, integratorul.**