**FACULTATEA DE CONSTRUCŢII DE MAŞINI
ŞI MANAGEMENT INDUSTRIAL**

Florentin Cioată **Adriana Munteanu**

Păduraru Emilian

TOLERANŢE ŞI CONTROL DIMENSIONAL
Lucrarea de laborator nr. 2

Iaşi, 2020

LUCRAREA NR. 2.

CONTROLUL DIMENSIUNILOR CU INSTRUMENTE ŞI APARATE COMPARATOARE

Aplicaţii care se vor efectua la lucrarea de laborator nr. 2:

- măsurarea dimensiunilor exterioare cu comparatoare cu cadran sau digitale fixate la suport de atelier;
- măsurarea diametrelor exterioare cu pasametrul;
- măsurarea înălţimilor cu coloana digitală de înălţime;
- măsurarea diametrelor interioare cu comparatorul de interior şi cu pasimetrul.

1. Scopurile lucrării de laborator

Cunoaşterea instrumentelor şi aparatelor comparatoare utilizate la măsurarea dimensiunilor exterioare şi interioare; cunoaşterea modului de reglare la zero a instrumentelor comparatoare şi a modului de măsurare cu acestea

2. Controlul dimensiunilor liniare cu mijloace de măsurare comparatoare

2.1. Consideraţii generale

Mijloace de măsurare comparatoare sunt instrumente şi aparate care se folosesc la măsurarea lungimilor prin metoda diferenţei. Ele, întotdeauna, se reglează la zero cu măsuri de lungime (cale plan- paralele, calibre), sau piese model, care materializează, de regulă, valoarea nominală a dimensiunii care se măsoară.

2.2. Clasificarea mijloacelor de măsurare comparatoare

Criterii de clasificare a mijloacelor de măsurare comparatoare:

C1. După construcţie:

- aparate cu pârghii: minimetrul cu pârghii;
- aparate cu pârghii şi şurub: pupitastul;
- aparate cu roţi dinţate: comparatorul cu cadran:;
- aparate cu pârghii şi roţi dinţate: microcomparatorul, ortotestul, pasametrul, pasimetrul;
- aparate cu elemente elastice: microcatorul;
- aparate optico- mecanice: optimetrul, ultraoptimetrul, aparatul Abbe;
- aparate electrice şi electronice;
- aparate pneumatice.

C.2. După precizia de citire (valoarea diviziunii scării de repere): 0,01 mm; 0,005 mm; 0,002 mm; 0,001 mm; 0,0005 mm; 0,0002mm.

C.3. După precizie:

- aparate comparatoare de lucru: sunt aparatele comparatoare utilizate exclusiv pentru măsurarea lungimilor;
- aparate comparatoare etalon: sunt aparatele comparatoare utilizate pentru etalonarea altor mijloace de măsurare cu precizie inferioară lor.

C4. După modul de redare a dimensiunii măsurate:

- instrumente comparatoare cu scară de repere (cu cadran);

- instrumente comparatoare digitale.

O parte dintre instrumentele comparatoare mecanice, des utilizate la măsurarea lungimilor, sunt date în fig. 1. şi 2.

Fig. 1. Instrumente comparatoare I

a- comparator cu cadran, v.d.= 0,01 mm;
b- microcomparator, v.d.= 0,001 mm;
c- comparator digital, rez.= 0,01 mm;
d- d- comparator digital, rez.= 0,001 mm;
e- pupitast; v.d.=0,002/ 0,005 mm; g-
f- ortotest, v.d.= 0,001 mm;
g- pasametru, v.d.= 0,002 mm.

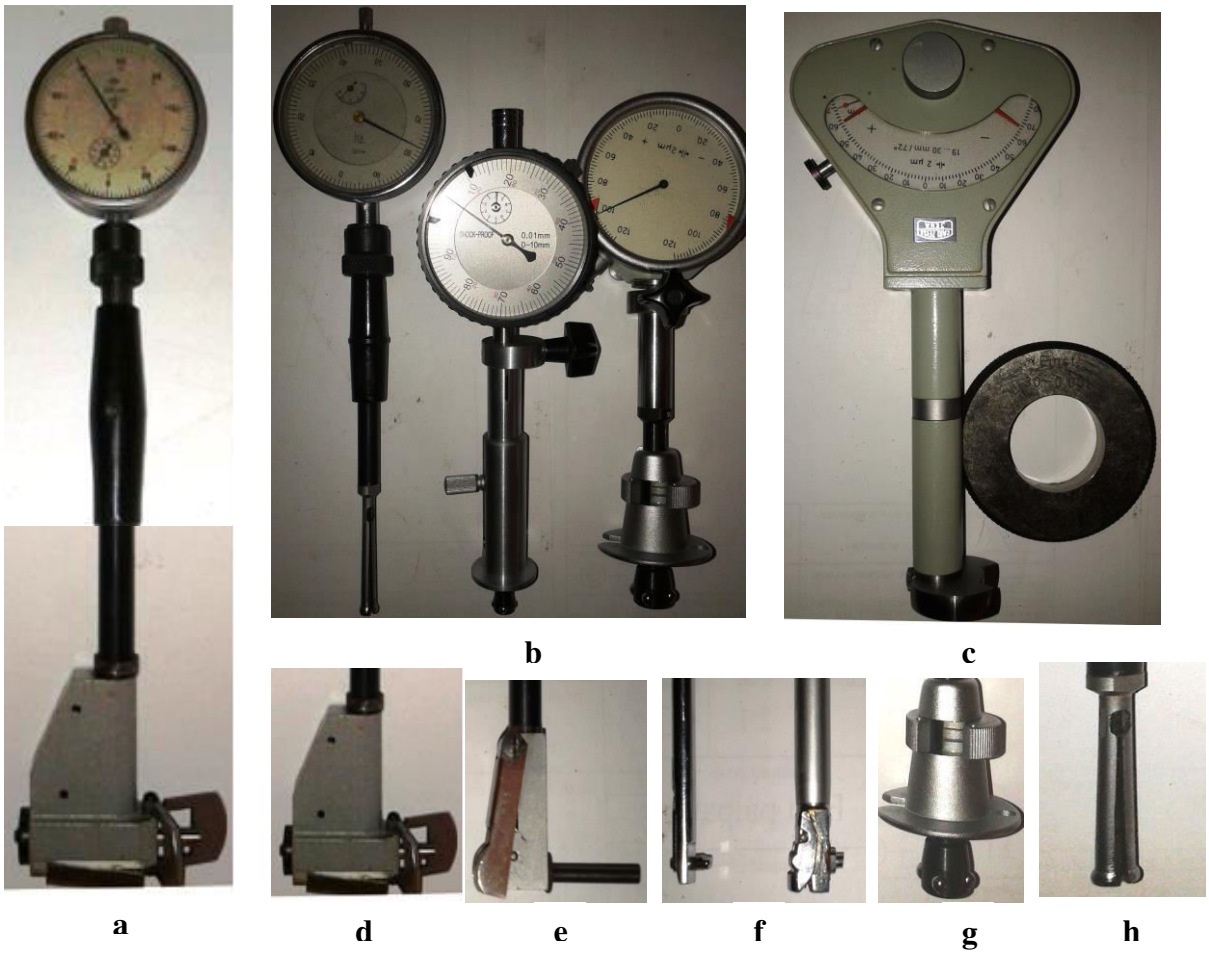


Fig. 2. Comparatoare de interior

a, b-comparator de interior cu cadran, v.d.= 0,01, 0,002mm;
c- pasimetru, v.d.= 0,005, 0,002 mm;
d, e- mecanism de transmitere cu pârghie;
f- mecanism de transmitere tijă conică;
g- mecanism de transmitere cu sfere calibrate;
h- mecanism de transmitere cu bucşă extensibilă.

2.3. Suporţi pentru instrumente şi aparate comparatoare

Pentru a putea măsura cu instrumente şi aparate comparatoare, acestea se montează la suporţi, care asigură orientarea- poziţionarea acestora faţă de piesele de controlat.

În funcţie de precizia de citire pe care o au, mijloacele de măsurare comparatoare se reglează la zero în mai multe trepte de reglare (grosieră, intermediară, fină); ele sunt prevăzute cu mecanisme de reglare fină, celelalte trepte de reglare fiind asigurate de suporţii la care acestea se fixează.

Suporţii instrumentelor şi aparatelor comparatoare sunt construcţii la care se montează acestea şi se fixează în poziţia corectă, în raport cu piesa de controlat şi care asigură poziţionarea piesei de controlat în raport cu instrumentul comparator.

Construcţia generală a unui suport cuprinde următoarele elemente: soclu 1, măsuţă 2, cu suprafaţă activă plană a (pentru aşezarea piesei de controlat), coloană 3, la care se montează o consolă 4, în care se montează instrumentul comparator şi se fixează cu şurubul de fixare 9 (fig. 3).

Deplasarea instrumentului comparator pentru apropierea acestuia de piesa care se controlează, se poate realiza în două trepte, cu două tipuri de mecanisme:

- un mecanism de reglare grosieră 5 (care asigură deplasarea consolei 4, pe coloana 3); blocarea consolei 4, pe coloana 3, se realizează cu roata de mână 6; mecanismele de reglare grosieră pot avea diferite variante constructive (cu mecanism şurub, piuliţă, cu angrenaj roată dinţată- cremalieră, cu fricţune, deplasarea manuală a consolei pe coloană);
- un mecanism de reglare intermediară 7 (care asigură deplasarea instrumentului în raport cu piesa de controlat), care se blochează cu roata de mână 8 (variante constructive mai utilizate sunt: mecanisme cu camă radială, mecanism cu elemente elestice).

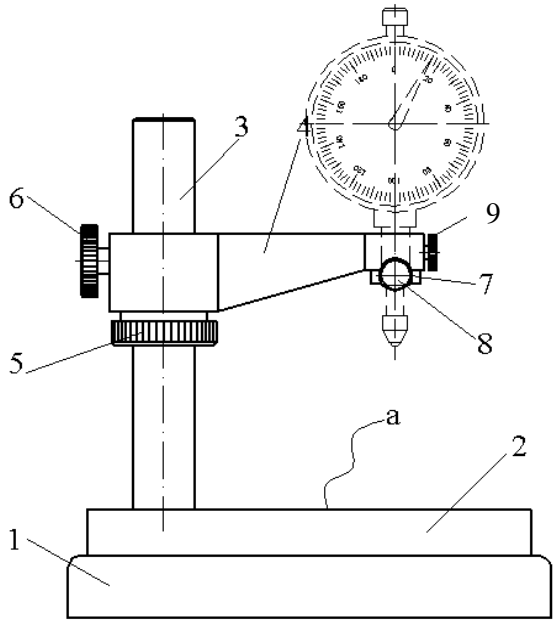


Fig. 3
Structura generală a unui suport de instrument/ aparat comparator

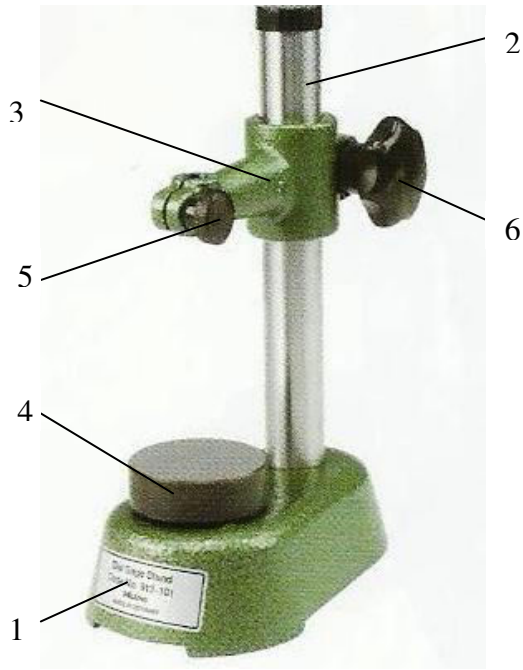


Fig. 4
Suport fix de atelier

În funcţie de precizia de citire a mijloacelor de măsurare comparatoare, suporţii la care acestea se montează, se împart în două categorii distincte:

- ***suporţi de atelier***, la care se montează instrumente comparatoare obişnuite, cu precizie de citire sub 0,005 mm. Aceşti suporţi asigură numai reglarea grosieră, prin deplasarea manuală a consolei pe coloană.
  După scopul urmărit, suporţii de atelier pot fi:
  - suporţi ficşi de atelier (fig. 4), prevăzuţi cu măsuţa cilindrică cu suprafaţă activă 4 pe care se aşază piesa de controlat;
  - suporţi mobili de atelier (fig. 5), utilizaţi pentru măsurarea abaterilor geometrice; aceştia asigură poziţionarea instrumentului indicator 7, în raport cu piesa de controlat, prin deplasarea soclului 1 (prevăzut cu suprafaţă plană inferioară activă, a), pe suprafaţa activă a unei plăci de verificare.

Fig. 5
Suport mobil de atelier

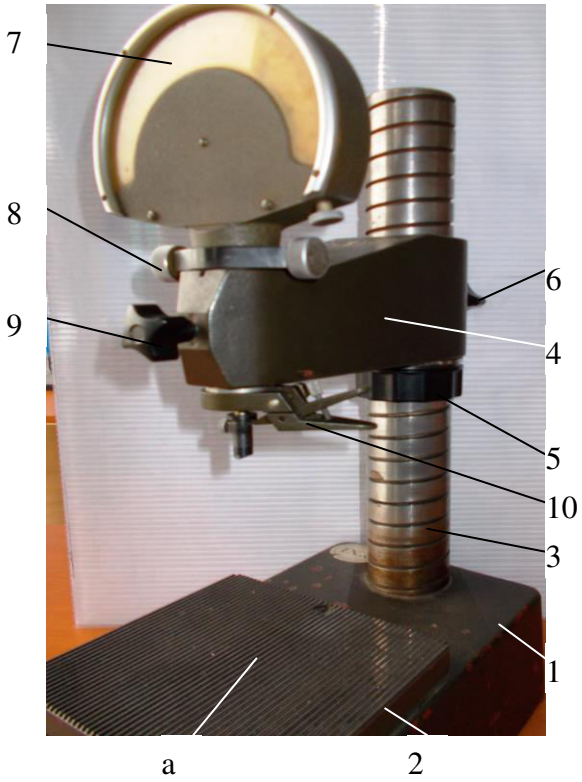


Fig. 6
Suport de laborator

Pe toată lungimea laturilor soclului 1, sunt prevăzute alte două suprafeţe active b, care asigură traiectoria rectilinie a suportului (atunci când este deplasat în contact cu un distanţier);

- ***suporţi de laborator***, la care se montează instrumente şi aparate comparatoare cu precizie mare de citire: 0,002 mm, 0,001 mm, 0,0005 mm. Datorită preciziei mari a instrumentelor şi aparatelor comparatoare care se montează, suporţii de laborator au coloanele şi consolele cu rigiditate mare şi sunt prevăzuţi cu mecanisme de reglare grosieră şi intermediară.

În fig. 6, este prezentat un suport de laborator la care este montat un ortotest (aparat comparator cu precizia de citire de 0,001 mm). Pe soclul 1, este montată măsuţa 2, cu suprafaţă plană activă a, pe care se aşază piesa de controlat. La coloana 3, este ataşată consola 4, care se deplasează pe coloană, prin intermediul unui mecanism filetat cu pas mare (care asigură treapta de reglare grosieră), acţionat de piuliţa 5; şurubul 6, blochează consola 4, pe coloană. Aparatul comparator 7, se montează la capătul consolei 4; mecanismul de reglare intermediară (cu camă radială) este acţionat de roata de mână 8. Şurubul 9, asigură fixarea aparatului 7, în poziţia dorită. Suportul de laborator este prevăzut şi cu un mecanism de retragere a palpaorului, acţionat de pârghia 10.

Notă: unele aparate comparatoare foarte precise sunt montate la suporţi proprii şi permanenţi, formând un ansamblu unitar cu aceştia.

3. Măsurarea dimensiunilor cu mijloace de măsurare comparatoare.

Măsurarea dimensiunilor cu mijloace de măsurare comparatoare se realizează prin aplicarea metodei diferenţei.

Metoda diferenţei constă în stabilirea diferenţei dintre o măsură cu valoare cunoscută şi mărimea de măsurat; măsura (cu lungimea egală cu valoarea nominală a dimensiunii de măsurat) este folosită pentru reglarea la zero a instrumentului sau aparatului comparator utilizat.

Notă: la măsurarea lungimilor prin metoda diferenţei, măsurile pentru reglarea la zero a instrumentelor şi aparatelor comparatoare, sunt: calele plan- paralele, calibre, piese model.

3.1. Măsurarea dimensiunilor exterioare cu comparatoare cu cadran şi digitale

Comparatoarele cu cadran şi cele digitale pot fi utilizate la măsuarea lungimilor, dacă sunt montate şi fixate la suporţi de atelier sau de laborator, în funcţie de precizia de citire a lor.

Tehnica măsurării: instrumentul comparator, fixat la un suport corespunzător, se reglează la zero cu un bloc de cale plan- paralele cu lungimea egală cu valoarea nominală a dimensiunii care se măsoară.

Reglarea la zero a instrumentului: pe măsuţa 1, se aşază blocul de cale plan- paralele 2 (fig. 7.a); se coboară consola 7 (pe coloana 10, a suportului), la care este montat cu instrumentul indicator 4, până când vârful de măsurare 3, al acestuia, vine în contact cu suprafaţa liberă a blocului de cale plan- paralele 2. Se continuă coborârea instrumentului cu 1- 2 mm, după care, se blochează consola 7, pe coloana 10, prin acţionarea roţii de mână 9.

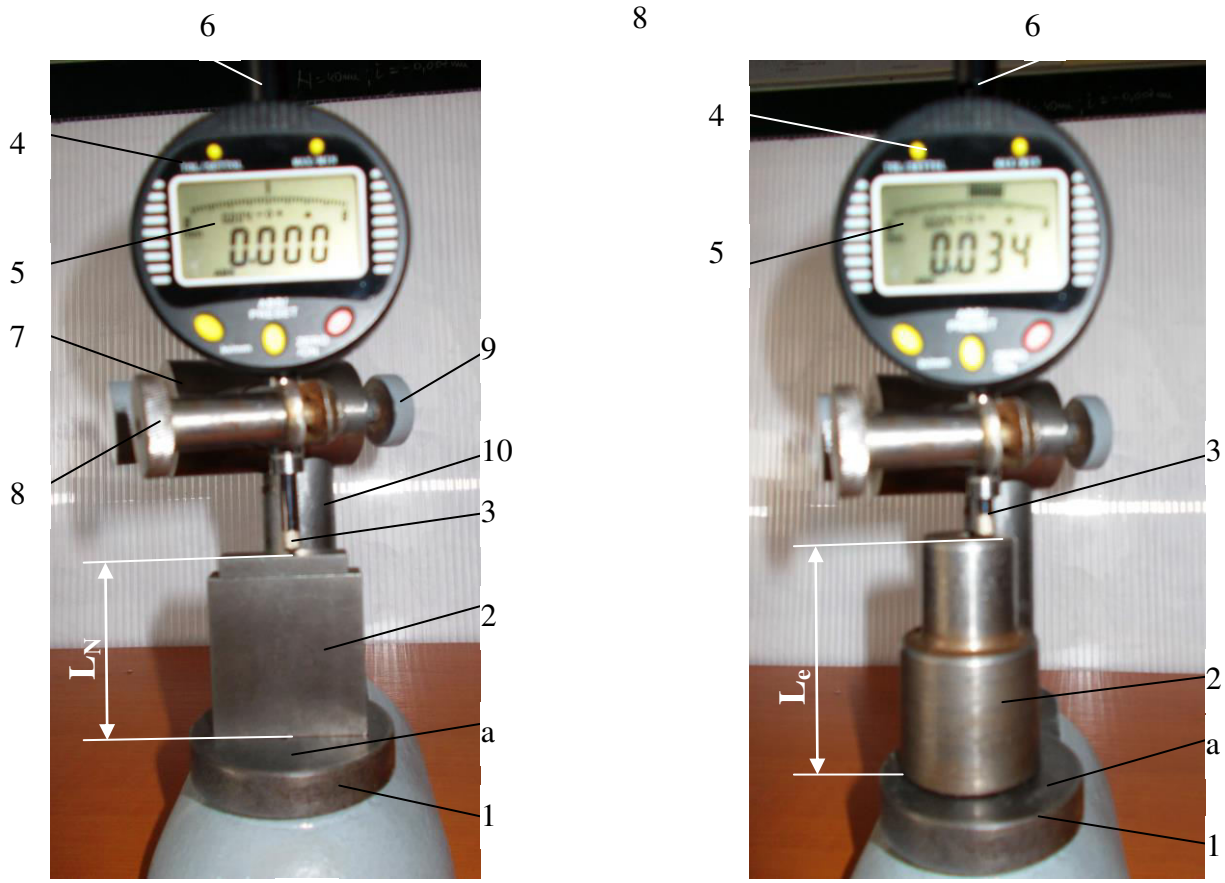
În această poziţie, se reglează la zero instrumentul indicator 4.

Notă: instrumentele comparatoare digitale sunt prevăzute cu un buton care, prin apăsarea lui asigură reglarea la zero; instrumentele comparatoare analogice (cu cadran şi arătător) se reglează la zero prin rotirea cadranului şi aducerea reperului “0” al acestuia în dreptul arătătorului.

După reglarea la zero, se verifică stabilitatea indicaţiilor instrumentului, astfel: se acţionează, o dată, de două ori, elementul de retragere a vârfului de măsurare cu care este prevăzut instrumentul sau suportul: trăgător, pîrghie sau buton (în acest caz, trăgătorul 6) şi se urmăreşte indicaţia instrumentului, care trebuie să fie “0”; dacă indicaţia este diferită de zero, se aduce la zero.

După reglarea la zero a instrumentului comparator, se retrage vârful de măsurare 3, se scoate blocul de cale plan- paralele, instrumentul fiind pregătit pentru măsurare.

Măsurarea dimensiunii cu instrumentul comparator: pentru măsurarea înălţimii piesei 2, se ridică vârful de măsurare 3 (prin acţionarea trăgătorului 6) şi, în locul blocului de cale plan- paralele folosit pentru reglare, se introduce piesa de controlat 10; se readuce vârful de măsurare 3, în contact cu suprafaţa liberă a piesei (prin eliberarea elementului de retragere al acestuia) şi se notează indicaţia **i**, a instrumentului (fig. 7.b).



a. **b.**

Fig. 7
Măsurarea dimensiunilor exterioare cu comparatorul digital
a-reglarea la zero cu cale plan- paralele; b- măsurarea dimensiunii piesei (înălţimea).

Dimensiunea efectivă (măsurată) se obţine ca sumă algebrică dintre valoarea nominală N şi indicaţia instrumentului comparator:

$$\mathbf{d_e = N + i.} \qquad (1)$$

Notă:: în cazul comparatoarelor cu cadran, la citirea indicaţiei **i,** a instrumentului, se vor nota:

- valoarea absolută a indicaţiei, care se citeşte pe scara circulară de pe cadranul instrumentului, în dreptul arătătorului;
- semnul indicaţiei, astfel: dacă arătătorul este deplasat în dreapta reperului "0", al scării circulare, semnul indicaţiei este pozitiv; dacă arătătorul este deplasat spre stânga reperului "0", semnul indicaţiei este negativ.

Notă:: drept măsuri de lungime pentru reglarea la zero a mijloacelor de măsurare comparatoare se pot utiliza: cale plan- paralele, calibre, piese model care materializează valoarea nominală a dimensiunii de măsurat.

3.2. Măsurarea dimensiunilor exterioare cu aparate indicatoare de precizie.

Aparatele indicatoare de precizie sunt echipamente de măsurare care au valoarea diviziunii (rezoluţia) de cel puţin 1 μm; sunt utilizate pentru măsurarea dimensiunilor cărora le sunt prescrise toleranţe foarte mici (de ordinul zecilor de micrometri).

Pentru măsurarea dimensiunilor cu aparate idicatoare cu precizie mare de citire, acestea se montează şi se fixează la suporţi de laborator, prevăzuţi cu două trepte de reglare şi care au rigiditate mare.

<u>Tehnica măsurării:</u> aparatul indicator (cu rezoluţia de 0,0005 mm), fixat la un suport de laborator, se reglează la zero cu un bloc de cale plan- paralele cu lungimea egală cu valoarea nominală a dimensiunii care se măsoară.

Reglarea la zero a instrumentului: pe măsuţa 1, a suportului de laborator, se aşază blocul de cale plan- paralele 12 (fig. 8.a); se coboară aparatul indicator 5 (pe coloana 11, a suportului), până când vârful de măsurare 2, vine în contact cu suprafaţa liberă a blocului de cale plan- paralele 12 şi se blochează cu roata de blocare 8. Se acţionează rozeta 4, de reglare intermediară, continuând coborârea vârfului de măsurare 2, cu aproximativ 1 mm (nu este necesară blocarea).

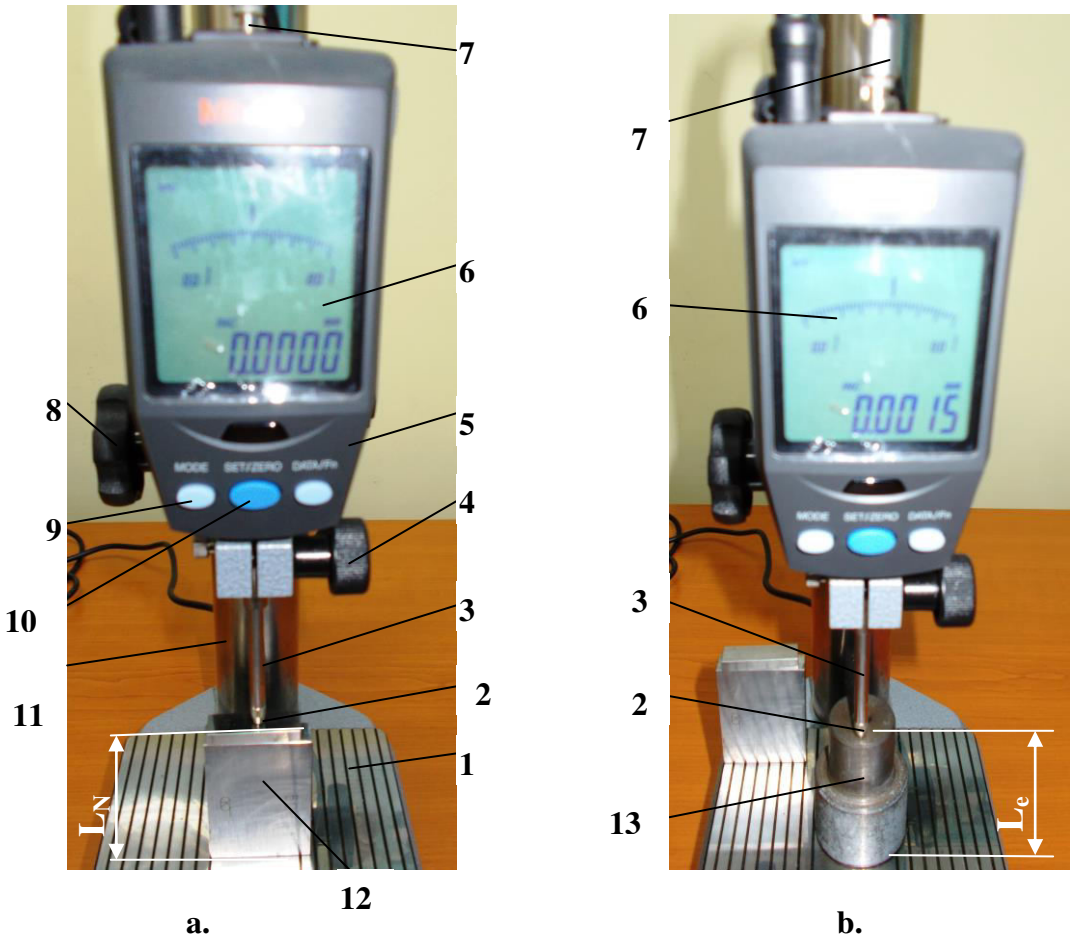


Fig. 8
Măsurarea dimensiunilor exterioare cu comparatorul digital
a-reglarea la zero cu cale plan- paralele; b- măsurarea dimensiunii piesei (înălţimea).

În această poziţie, se reglează la zero aparatul indicator 5, prin apăsarea butonului 10 (“ZERO”).Se verifică stabilitatea indicaţiilor aparatului, astfel: se ridică, o dată, de două ori, tija de retragere 7 şi se urmăreşte indicaţia instrumentului, care trebuie să fie “0”; dacă indicaţia este diferită de zero, se aduce la zero.

Măsurarea dimensiunii cu aparatul indicator: pentru măsurarea înălţimii piesei 13, se ridică vârful de măsurare 2 (prin acţionarea trăgătorului 7) sub care se introduce piesa de controlat 13; se eliberează, uşor, tija de retragere 7 şi se aduce vârful de măsurare

2, în contact cu suprafaţa liberă a piesei 13 (fig. 8.b); şi se notează indicaţia **i**, a aparatului care este afişată pe display- ul 6.

Dimensiunea efectivă (măsurată) se obţine ca sumă algebrică dintre valoarea nominală N şi indicaţia instrumentului comparator:

$$d_e = N + i.$$

3.3. Măsurarea dimensiunilor exterioare cu pasametrul

Pasametrele sunt instrumente comparatoare cu mecanism de măsurare cu pârghii şi roţi dinţate şi valoarea diviziunii de 0,002 mm. Sunt folosite pentru măsurarea precisă a dimensiunilor exterioare.

Tehnica măsurării. Pasametrul, fixat la un suport corespunzător (suport special pentru pasametre), se reglează la zero cu un bloc de cale plan- paralele cu lungimea egală cu valoarea nominală a dimensiunii care se măsoară.

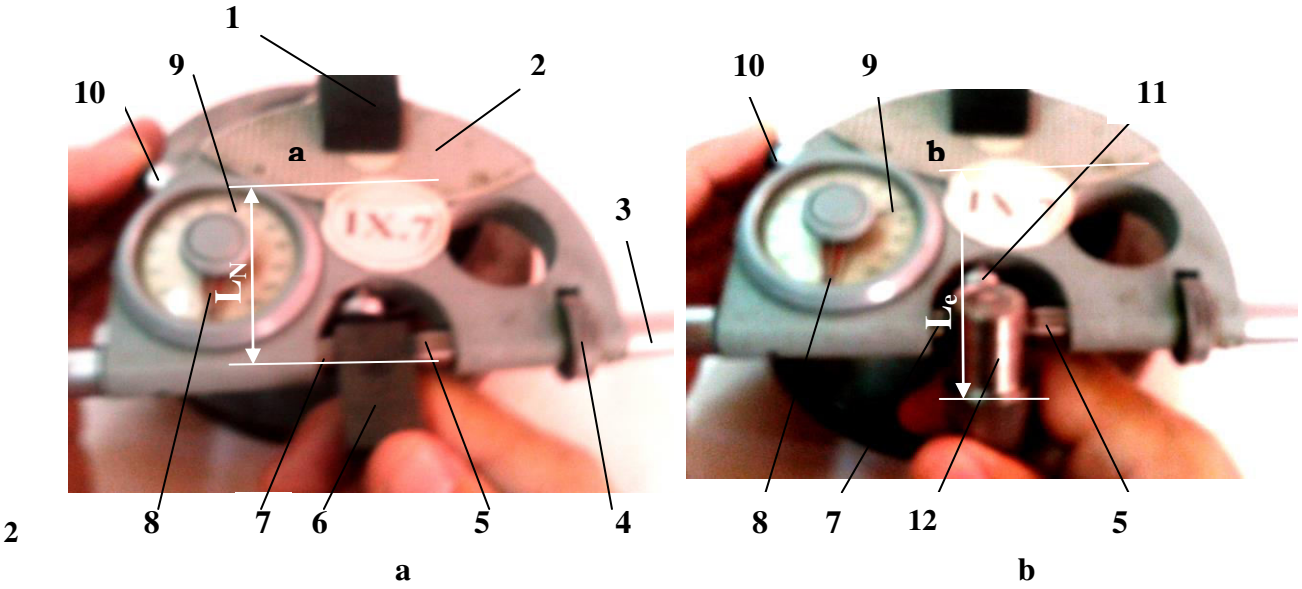


Fig. 9.
Măsurarea dimensiunilor exterioare cu pasametrul
a-reglarea la zero a instrumentului; b- măsurarea diametrului exterior la un arbore

Reglarea la zero a pasametrului: pasametrul 2, fixat la suportul 1, este prevăzut cu un palpator fix 5 şi unul mobil 7, cu suprafeţe plane active (fig. 9.a). Se slăbeşte contrapiuliţa 3 şi se acţionează piuliţa 4, pentru deplasarea palpatorului fix 5, astfel încât, între acesta şi palpatorul mobil 7 să fie introdus blocul de cale plan- paralele 6. După introducerea blocului de cale plan- paralele 6 între palpatoarele 5 şi 7, se acţionează, din nou piuliţa 4 şi se aduc cele două palpatoare în contact cu suprafeţele libere ale blocului de cale; se continuă acţionarea piuliţei 4, până când arătătorul 8, ajunge în dreptul reperului "0" al cadranului 9. Se acţionează elementul de retragere a palpatorului mobil 7 (butonul 10), pentru a verifica stabilitatea indicaţiilor. Dacă arătătorul 8, revine la "0", se blochează palpatorul fix cu ajutorul contrapiuliţei 3.

Se apasă butonul 10, care retrage palpatorul mobil 7 şi se scoate blocul de cale plan- paralele. Pasametrul este reglat la zero şi pregătit pentru măsurare.

Măsurarea dimensiunii exterioare cu pasametrul: pentru măsurarea diametrului piesei 11, se retrage palpatorul mobil 7, prin apăsarea butonului 10 şi se introduce piesa de controlat 12, între palpatoarele 5 şi 7, sprijinind- o, în acelaşi timp, pe opritorul 11 (pentru

a se asigura contactul dintre palpatoare şi piesă, după un diametru al ei). Se eliberează butonul 10 şi se notează indicaţia **i**, a instrumentului (fig. 4.b).

Dimensiunea efectivă (măsurată) se obţine ca sumă algebrică dintre valoarea nominală N şi indicaţia instrumentului comparator:

$$\mathbf{d_e = N + i.}$$

Notă:: drept măsuri de lungime pentru reglarea la zero a mijloacelor de măsurare comparatoare se pot utiliza: cale plan- paralele, calibre, piese model care materializează valoarea nominală a dimensiunii de măsurat.

Notă: în cazul pieselor cu gabarit mare, pasametrul se poate folosi pentru măsurare şi fără a fi ataşat la suport ţinându- se în mână.

3.4. Măsurarea înălţimilor cu coloana digitală de înălţime.

Coloanele de înălţime se utilizează pentru măsurarea precisă a înălţimii pieselor (distanţe dintre suprafeţe, măsurate pe direcţie verticală). Pentru măsurarea înălţimilor cu coloanele de înălţime, este necesară aşezarea piesei de controlat şi a coloanei de înălţime, pe suprafaţa activă a unei plăci de verificare.

Coloanele de înălţime sunt structuri mecanice montate pe o placă de bază cu suprafaţă activă, prin intermediul căreea se sprijină pe suprafaţa activă a unei plăci de verificare; coloanele digitale sunt echipate cu palpator şi instrument sau aparat de măsurare a dimensiunilor liniare.

După tipul instrumentului sau aparatului de măsurare, coloanele de înălţime se pot clasifica în două categorii distincte:

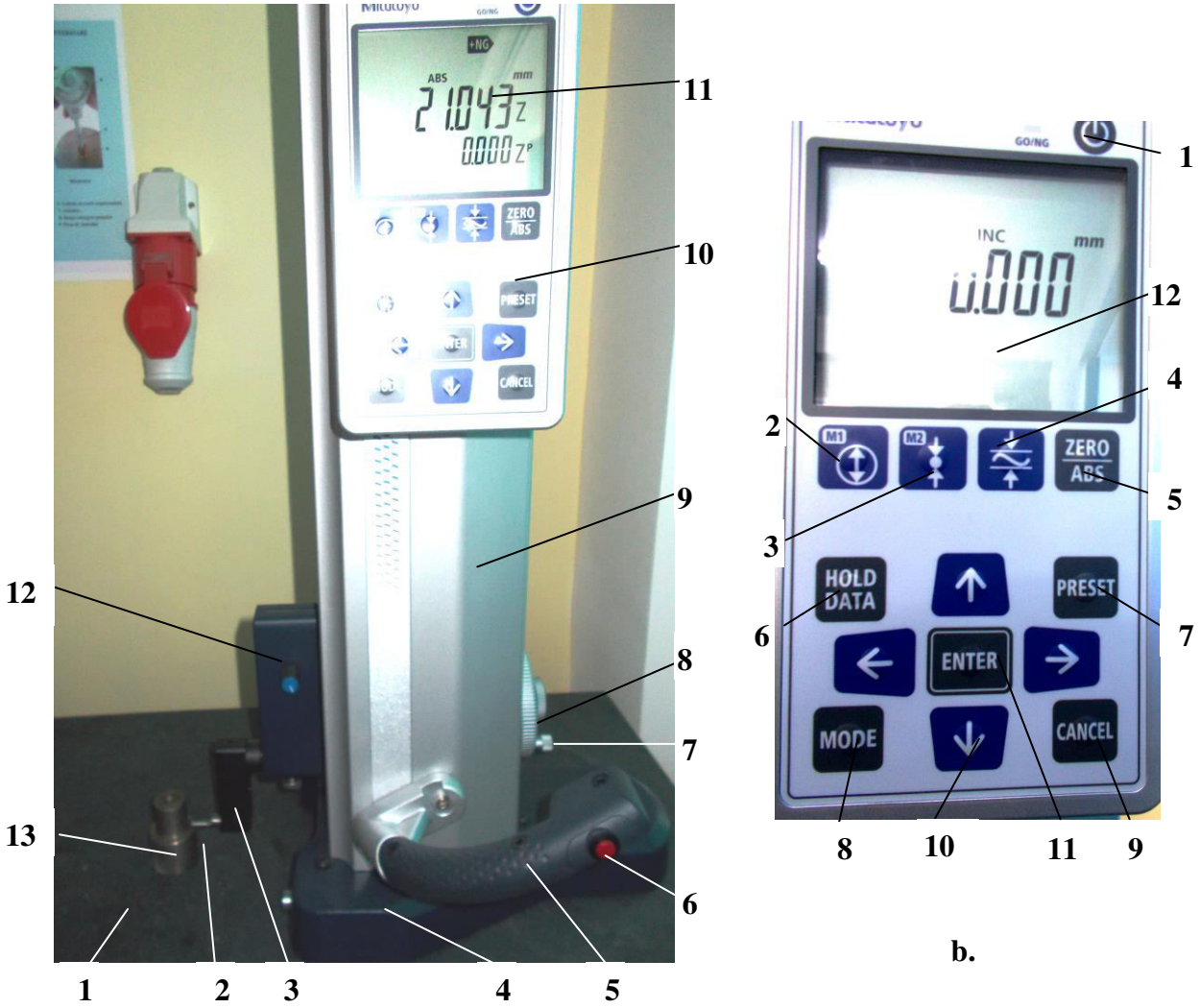
- coloane digitale cu instrument indicator, care poate fi:
  - comparator cu cadran;
  - comparator digital;
- coloane de înălţime digitale cu aparat de măsurare integrat şi display pentru afişarea valorilor măsurate.

Coloana de înălţime din dotarea laboratorului TCD, este o coloană digitală care are următoarea structură (fig. 10.a): coloana verticală 9, a cărei placă de bază 4 (cu suprafaţă inferioară plană activă) se sprijină pe suprafaţa activă a plăcii de verificare din andezit 1; pe coloana 9, se deplasează rectiliniu, sania 12, la care este montat suportul 3, al plapatorului sferic 2. La coloana 9, este montat panoul cu butoane 10, prevăzut cu un display 11, pentru afişarea valorilor măsurate.

Coloana de înălţime este prevăzută cu mânerul 5, care asigură deplasarea acesteia pe placa de verificare 1. Pentru deplasarea uşoară a coloanei, în structura acesteia este integrată o pompă de aer, acţionată de butonul 6; în acest fel, se crează o pernă de aer între suprafaţa inferioară a plăcii de bază 4 şi suprafaţa activă a plăcii de verificare 1, prin care se reduce frecarea dintre suprafeţe.

Deplasarea rapidă a palpatorului 3, pe direcţie verticală, se realizează prin rotirea roţii de mână 8; pentru reglarea fină, se acţionează rozeta 7.

Panoul cu display, ataşat la coloana 9, conţine o serie de butoane necesare pentru stabilirea condiţiilor de măsurare a coloanei digitale (fig. 10.b): 1- buton de pornire/ oprire a coloanei digitale; 2- buton setare măsurare dimensiuni exterioare; 3- buton setare măsurare dimensiuni interioare; 4- buton scanare suprafaţă plană; 5- buton setare mod de măsurare; 6- buton pentru menţinerea/ memorarea valorii măsurate; 7- buton de resetare a unei valori numerice; 8- buton setare a modului de scanare; 9- buton anulare a comenzii precedente; 10- butoane pentru introducerea/ schimbarea valorilor numerice; 11- buton de confirmare a comenzii efectuate.



a. b.

Fig. 10
Coloană digitală de înălţime

a.-.vedere generală;
b.- panoul cu display pentru afişarea valorilor măsurate

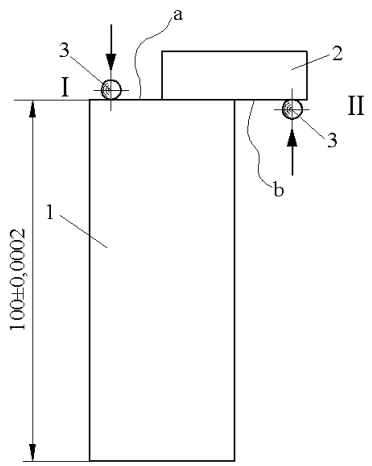


Fig. 11
Cală plan- paralelă pentru calibrarea palpatorului

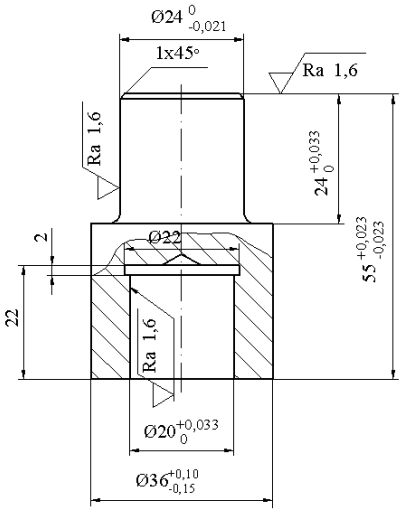


Fig. 12
Piesă de controlat- desen de reper

Palpatorul sferic ataşat la coloana de înălţime are diametrul de 5 mm; pentru calibrarea acestuia, este utilizată o cală plan- paralelă 1, cu lungimea de 100 mm, materializată cu o abatere de ±0,2 µm (fig. 11); pe suprafaţa activă liberă a, a calei plan-paralele 1, este alăturată o cală marginală 2, cu suprafaţa activă inferioară b. Pentru calibrarea palpatorului, acesta se aduce în contact cu suprafaţa superioară a (poziţia A), apoi, cu suprafaţa inferioară b (poziţia B).

Coloana de înălţime are două moduri de măsurare, în funcţie de baza de referinţă (baza de cotare de pe desen) la care se raportează dimensiunea măsurată:

- modul ABS (ABS measurement system);
- modul INC (INC measurement system).

Notă: reglarea la zero a coloanei de înălţime se realizează diferit pentru cele două moduri de măsurare.

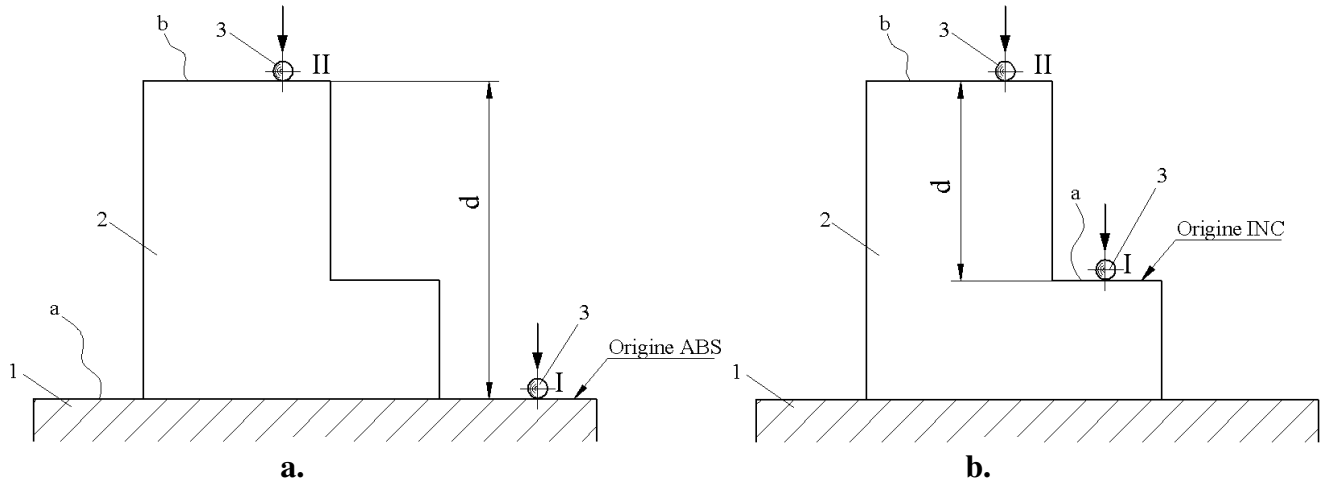


Fig. 13
Moduri de măsurare cu coloana de înălţime
a- modul de măsurare ABS; b.- modul de măsurare INC.

Modul de măsurare ABS este utilizat atunci când baza de cotare a dimensiunii **d**, care se măsoară este suprafaţa cu care piesa de controlat 2, se sprijină pe suprafaţa activă **a,** plăcii de verificare 1 (fig. 13.a); în acest caz baza de referinţă, notată ***originea ABS***, este suprafaţa activă **a**, plăcii de verificare 1 iar, pentru reglarea la zero a coloanei de înălţime, palpatorul 3, se aduce în contact cu această suprafaţă (poziţia I).

Modul de măsurare INC este utilizat atunci când baza de cotare a dimensiunii **d**, care se măsoară este altă suprafaţă a piesei de controlat 2 (fig. 13.b); în acest caz baza de referinţă, notată ***originea INC***, este acea suprafaţă a piesei 2 (suprafaţa **a**) cu care palpatorul 3 se aduce în contact (poziţia I) pentru reglarea la zero a coloanei de înălţime.

3.4.1. Măsurarea înălţimilor în modul ABS.

La măsurarea înălţimilor în modul ABS, reglarea la zero a coloanei de înălţime se realizează prin utilizarea, ca bază de referinţă, a suprafeţei active a plăcii de verificare, pe care este aşezată coloana de înălţime.

Exemplu: pentru măsurarea dimensiunii cu valoarea nominală N= 55 mm (distanţa dintre suprafeţele inferioară şi superioară ale piesei din fig. 12), se parcurge următoarea succesiune de paşi:

- se apasă butonul 1 de pe panou (fig. 10.b) şi se pune în funcţiune coloana de înălţime;
- se setează modul ABS de măsurare: se apasă butonul 5 (ZERO/ABS) de pe panou (fig.10.b), menţinând apăsat mai mult de o secundă; pe display va apărea simbolul ”ABS”;
- se apasă butonul 7 (PRESET) de pe panou şi se observă valoarea numerică apărută pe display; dacă valoarea numerică este ”+000,000” (care reprezintă referinţă) se trece la pasul următor; dacă valoarea numerică este diferită, cu ajutorul butoanelor 10 (←;↑;→;↓), se stabileşte valoarea de referinţă;

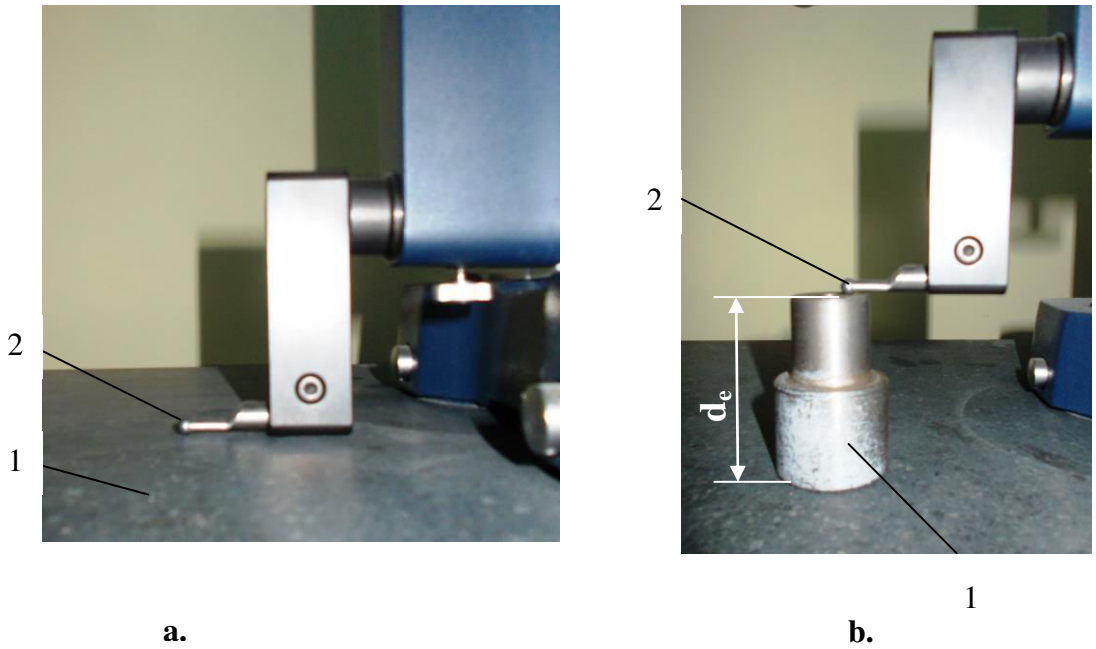


Fig. 14
Măsurarea înălţimilor în modul ABS
a-reglarea la zero; b- măsurarea dimensiunii piesei (înălţimea).

- se deplasează palpatorul sferic 2 (deplasare rapidă) către placa de verificare 1, până când acesta vine în contact cu suprafaţa activă a plăcii de verificare (fig. 14.a); se continuă cu deplasarea fină a palpatorului până când se aude semnalul sonor care indică faptul că originea ABS este stabilită şi se poate trece la măsurarea propriu-zisă;
- se ridică palpatorul şi pe placa de verificare se aşază piesa de controlat 3(fig. 14.b);
- se aduce palpatorul în contact cu suprafaţa superioară a piesei şi se continuă cu deplasarea fină a acestuia până când se aude semnalul sonor;
- pe display apare o valoare numerică diferită de ”0” care reprezintă valoarea măsurată a înălţimii piesei.

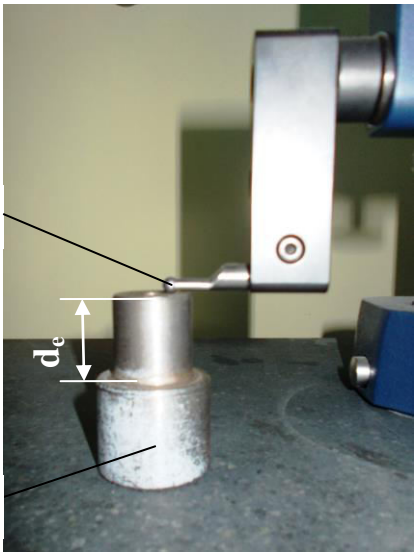
3.4.2. Măsurarea înălţimilor în modul ICN.

La măsurarea înălţimilor în modul INC, reglarea la zero a coloanei de înălţime se realizează direct pe piesa de controlat, prin utilizarea, ca bază de referinţă, una din suprafeţele între care este materializată dimensiunea care trebuie măsurată.

Exemplu: pentru măsurarea dimensiunii cu valoarea nominală N= 24 mm (distanţa dintre suprafaţa umărului şi suprafaţa superioară ale piesei din fig. 12), se parcurge următoarea succesiune de paşi:

- se apasă butonul 1 de pe panou (fig. 10.b) şi se pune în funcţiune coloana de înălţime;
- se setează modul INC de măsurare: se apasă butonul 5 (ZERO/ABS) de pe panou (fig.10.b), menţinând apăsat mai mult de o secundă; pe display va apărea simbolul ”INC”;
- se aşază piesa de controlat 3, pe suprafaţa plăcii de verificare;

a.



b.

Fig. 15
Măsurarea înălţimilor în modul ICN
a-reglarea la zero; b- măsurarea dimensiunii piesei (înălţimea).

- se aduce palpatorul în contact cu suprafaţa umărului piesei şi se continuă cu deplasarea fină a acestuia până când se aude semnalul sonor (fig. 15.a);
- se apasă butonul 7 (PRESET) de pe panou şi se observă valoarea numerică apărută pe display; dacă valoarea numerică este ”+000,000” (care reprezintă referinţă) se trece la pasul următor; dacă valoarea numerică este diferită, cu ajutorul butoanelor 10 (←;↑;→;↓), se stabileşte valoarea de referinţă;
- se aduce palpatorul în contact cu suprafaţa superioară a piesei şi se continuă cu deplasarea fină a acestuia până când se aude semnalul sonor (fig. 15.b);
- pe display apare o valoare numerică diferită de ”0” care reprezintă valoarea măsurată a dimensiunii.

3.5. Măsurarea diametrelor interioare cu comparatorul de interior.

Comparatoarele de interior sunt instrumente folosite pentru măsurarea dimensiunilor interioare (diametrelor interioare, distanţe dintre suprafeţe interioare), iar unele din ele numai pentru măsurarea diametrelor suprafeţelor cilindrice interioare. Ele sunt echipate cu instrumente indicatoare (comparatoare cu cadran sau comparatoare digitale, cu valoarea diviziunii de 0,01 mm, 0,005 mm, 0,002 mm).

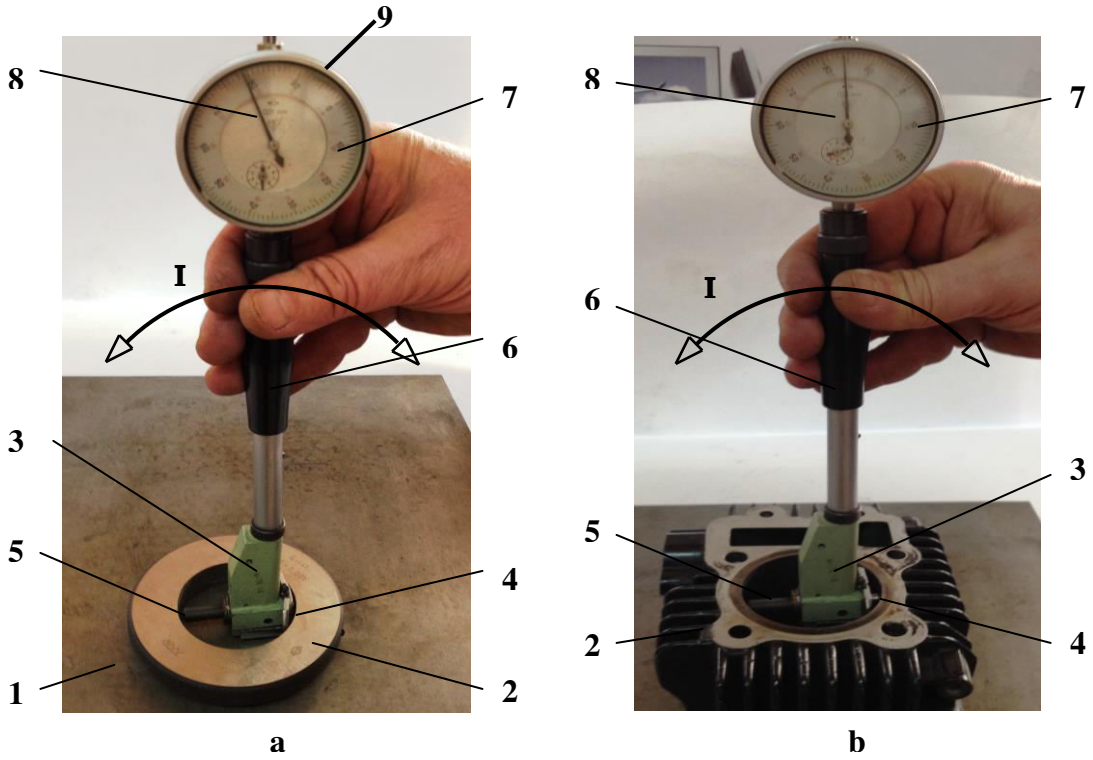


Fig. 16 Reglarea la zero şi măsurarea cu comparatorul de interior
a-reglarea la zero cu calibrul inel; b- măsurarea diametrului interior.

Comparatoarele de interior se livrează în truse care acoperă un domeniu specificat de dimensiuni care pot fi măsurate.

Tehnica măsurării. Comparatorul de interior se reglează la zero cu un calibru inel, având diametrul egal cu valoarea nominală a diametrului care se măsoară (fig. 16).

Reglarea la zero a comparatorului de interior: calibrul inel 2, se aşază pe suprafaţa activă a unei plăci de verificare 1; se introduce corpul 3, al insrumentului în interiorul calibrului inel, astfel încât palpatoarele 4 şi 5, ale acestuia să vină în contact cu suprafaţa cilindrică interioară a calibrului (fig. 16.a). Se basculează instrumentul (ţinîndu-se de mânerul 6) în plan vertical (mişcarea I), până ce se obţine punctul de întoarcere al arătătorului 8, care se roteşte în faţa cadranului 7. În acel moment, se reglează la zero instrumentul, prin rotirea cadranului 7 (se acţionează porţiunea exterioară 9, a cadranului) şi se aduce arătătorul 8, în dreptul reperului “0” al cadranului 7. Se basculează din nou instrumentul (mişcarea I), pentru a se verifica stabilitatea indicaţiilor (indicaţia “0” a arătătorului în punctul de întoarcere al acestuia).

Se scoate instrumentul din calibrul inel 2 (prin înclinarea în plan vertical); comparatorul de interior este reglat la zero şi pregătit pentru măsurare.

Măsurarea diametrului interior cu comparatorul de interior: pentru măsurarea diametrului interior al piesei 2 (care se aşază pe suprafaţa activă a plăcii de verificare 1), se introduce corpul 3, al instrumentului în interiorul piesei, astfel încât palpatoarele 4 şi 5, ale acestuia să vină în contact cu suprafaţa cilindrică interioară a piesei (fig. 16.b).

Se basculează instrumentul (ţinîndu- se de mânerul 6) în plan vertical (mişcarea I), până ce se obţine punctul de întoarcere al arătătorului 8, în faţa cadranului 7. În acel moment, se notează idicaţia **i,** a instrumentului, care reprezintă abaterea diametrului piesei faţă de valoarea nominală a acestuia.

Diametrul efectiv (măsurat) al piesei se obţine ca sumă algebrică dintre valoarea nominală N şi indicaţia instrumentului comparator:

$$\mathbf{D_e = N + i.}$$

Notă:: datorită mecanismului de transmitere a deplasării palpatorului mobil 4, la comparatorul cu cadran, la citirea indicaţiei **i**, a acestuia, se va schimba semnul abaterii indicate de acesta.

Notă: unele comparatoare de interior (cele cu mecanism de transmitere cu pârghie) se pot regla la zero şi cu blocuri de cale plan- paralele introduse în cadrul din trusa de accesorii.

3.6. Măsurarea diametrelor interioare cu pasimetrul.

Pasimetrele sunt instrumente comparatoare prevăzute cu trei puncte de contact cu suprafaţa piesei de controlat: două sunt fixe, iar al treilea corespunde unui vîrf de măsurare mobil: Sunt folosite numai pentru măsurarea diametrelor interioare şi au valoarea diviziunii de 0,005 mm şi 0,002 mm.

Spre deosebire de comparatoarele de interior, pasimetrele au interval de măsurare mic. Se livrează în truse, pentru acoperirea unui domeniu specificat de dimensiuni măsurate. O trusă conţine un pasimetru şi mai multe capuri de măsurare interschimbabile; fiecare cap de măsurare este însoţit de vârful de contact corespunzător şi de calibrul inel necesar pentru reglarea la zero.

Tehnica măsurării. Pasimetrele se reglează la zero cu un calibru inel, conţinut în trusa pasimetrului, având diametrul egal cu valoarea nominală a diametrului care se măsoară (fig. 17).

Reglarea la zero a pasimetrului: calibrul inel 2, se aşază pe suprafaţa activă a unei plăci de verificare 1. Pasimetrul se ţine cu mâna dreaptă de corpul 3 şi se introduce capul de măsurare (aflat la capătul tijei cilindrice 4) în interiorul calibrului inel 2 (fig. 17.a).

Se urmăreşte indicaţia arătătorului 7, pe scara de repere 6, a instrumentului; dacă indicaţia este diferită de “0”, se dessşurubează capacul 5 şi, cu o cheie specială, se acţionează mecanismul de rotire a scării 6 până când reperul “0”, al ei ajunge în dreptul arătătorului 7. Se verifică stabilitatea indicaţiilor, apăsând şi eliberând, o dată- de două ori butonul 8, de retragere a vârfului de măsurare; arătătorul trebuie să revină la “0”, când se eliberează butonul 8.

Se scoate pasimetrul din calibrul inel şi se montează la loc, capacul 5;
pasimetrul este reglat la zero şi pregătit pentru măsurare.

Măsurarea diametrului interior cu pasimetrul: pentru măsurarea diametrului interior al piesei 9 (care se aşază pe suprafaţa activă a plăcii de verificare 1), se procedează astfel: cu pasimetrul ţinut în mâna dreaptă şi butonul 8, apăsat, se introduce capul de măsurare (nefigurat în figură), în interiorul piesei de controlat (fig. 17.b).

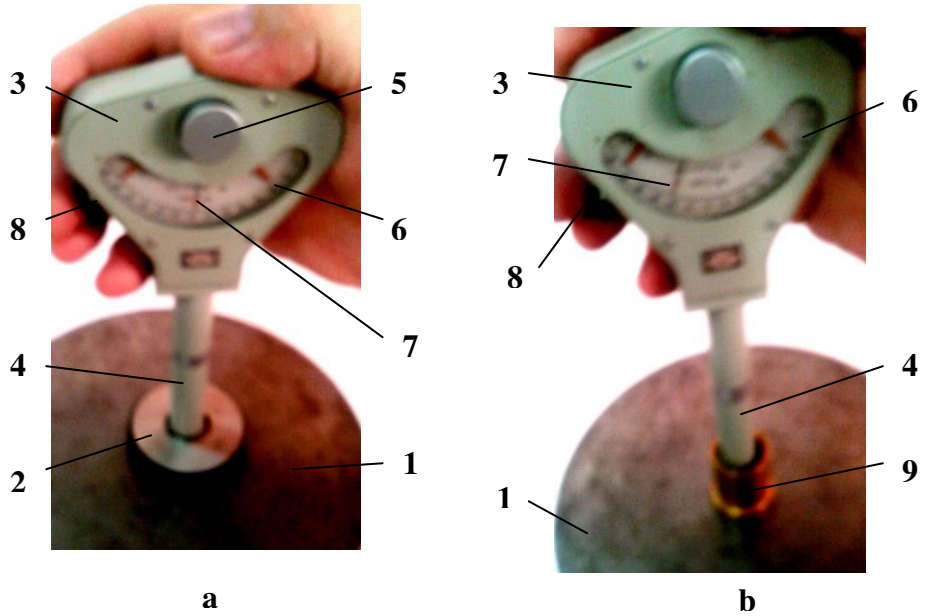


Fig. 17.
Reglarea la zero şi măsurarea cu pasimetrul
a-reglarea la zero cu calibrul inel; b- măsurarea diametrului interior.

Se eliberează butonul 8 şi se notează indicaţia **i,** a instrumentului, care se observă pe scara de repere 6, în dreptul arătătorului 7 şi care reprezintă abaterea diametrului piesei faţă de valoarea nominală a acestuia.

Diametrul efectiv (măsurat) al piesei se obţine ca sumă algebrică dintre valoarea nominală N şi indicaţia instrumentului comparator:

$$\mathbf{D_e = N + i.}$$

Notă:: datorită mecanismului de transmitere a deplasării palpatorului mobil 4, la comparatorul cu cadran, la citirea indicaţiei **i**, a acestuia, se va schimba semnul abaterii indicate de acesta.

Notă: unele comparatoare de interior (cele cu mecanism de transmitere cu pârghie) se pot regla la zero şi cu blocuri de cale plan- paralele introduce în cadrul din trusa de accesorii, între cale marginale cu cioc.

4. Alegerea mijloacelor de măsurare a dimensiunilor liniare.

Pentru a asigura măsurarea corectă a dimensiunilor şi relevanţa rezultatelor măsurărilor, se vor considera următoarele criterii de alegere a mijloacelor de măsurare:

C.1. Toleranţa dimensiunii de măsurat

Se are în vedere faptul că eroarea de măsurare a unei metode aplicate, nu trebuie să depăşească 1/10 − 1/6 din toleranţa prescrisă parametrului măsurat, IT(în funcţie de precizia de măsurare impusă); datorită faptului că, în cadrul lucrării de laborator se vor aplica, de regulă, metode de atelier (cazul măsurărilor obişnuite), la care nu este necesară stabilirea erorii de măsurare, pentru alegerea corectă a mijloacelor de măsurare, se va lua în considerare eroarea tolerată a acestora, δL, care nu trebuie să depăşească 16,66% din toleranţa dimensiunii care se măsoară:

$$\delta L \leq \frac{1}{6} IT_L . \qquad (1)$$

Notă: **numai în cadrul lucrării de laborator**, atunci când nu este cunoscută eroarea tolerată a instrumentului utilizat, se ia în considerare valoarea diviziunii acestuia:

$$v_{div} \leq \frac{1}{6} IT_L . \qquad (2)$$

C.2. Tipul dimensiunii de măsurat

Se identifică tipul dimensiunii care trebuie măsurată:

- dimensiuni exterioare: diametre exterioare, înălţimi, grosimi, alte distanţe între suprafeţe exterioare;
- dimensiuni interioare: diametre interioare, adâncimi, lăţimi de canale şi alte distanţe între suprafeţe interioare.

C.3. Ordinul de mărime al dimensiunii de măsurat

Se identifică ordinul de mărime al dimensiunii care se măsoară în scopul alegerii unui mijloc de măsurare cu domeniul de măsurare corespunzător.

5. Modul de efectuare a lucrării de laborator şi interpretarea rezultatelor măsurării

Pentru efectuarea lucrării de laborator, se parcurg etapele:

E1. se identifică, pe desenul de reper, dimensiunea care se va măsura (valoarea nominală şi abaterile limită) şi se trec în fişa de control;

E2. se calculează toleranţa şi valorile limită pentru dimensiunile care se vor măsura şi se trec în fişa de control;

E3. se măsoară dimensiunea piesei cu instrumentul indicator specificat (comparatorul cu cadran sau digital, pasametru, comparatorul de interior, pasimetru) şi se obţine indicaţia acestuia; se obţine valoarea efectivă (măsurată a dimensiunii), **De** (pentru alezaje), respectiv, **de** (pentru arbori).

Notă: în prealabil, instrumentul/ aparatul indicator se va regla la zero: pentru comparatoare şi pasametru se folosesc cu blocuri de cale format, pentru comparatorul de interior şi pasimetru se foloseşte calibrul inel corespunzător.

E4. se compară dimensiunea efectivă cu valorile limită calculate şi se trage concluzia: dimensiunea efectivă ***se încadrează/ nu se încadrează*** în toleranţa prescisă.

Notă: o dimensiune efectivă se încadrează în toleranţa prescrisă dacă respecă una din condiţiile:

dmin ≤ de ≤ dmax, pentru arbori (dimensiuni exerioare).
Dmin ≤ De ≤ Dmax, pentru alezaje (dimensiuni interioare).

E7. se ia decizia cu privire la piesa controlată: ***piesa controlată este admisă*** pentru utilizare, sau ***respinsă de la utilizare;***

Calculele, valorile numerice, concluziile şi decizia se trec în ANEXA NR. 1- FIŞA DE CONTROL pentru lucrarea de laborator nr. 2.

CONŢINUTUL REFERATULUI PENTRU LUCRAREA DE LABORATOR NR. 2

Referatul întocmit de student va cuprinde:

1. **Conspectul lucrării de laborator** cu următoarele puncte:

- măsurarea dimensiunilor exterioare cu comparatoare cu cadran şi digitale: tehnica măsurării;
- măsurarea dimensiunilor exterioare cu pasametrul: tehnica măsurării;
- măsurarea înălţimilor cu coloana de înălţime în modul ABS şi în modul INC: tehnica măsurării (exemple);
- măsurarea dimensiunilor interioare cu comparatorul de interior: tehnica măsurării;
- măsurarea diametrelor interioare cu pasimetrul (tehnica măsurării);
- alegerea mijloacelor de măsurare a dimensiunilor liniare;
- modul de efectuare a lucrării de laborator şi interpretarea rezultatelor măsurării.

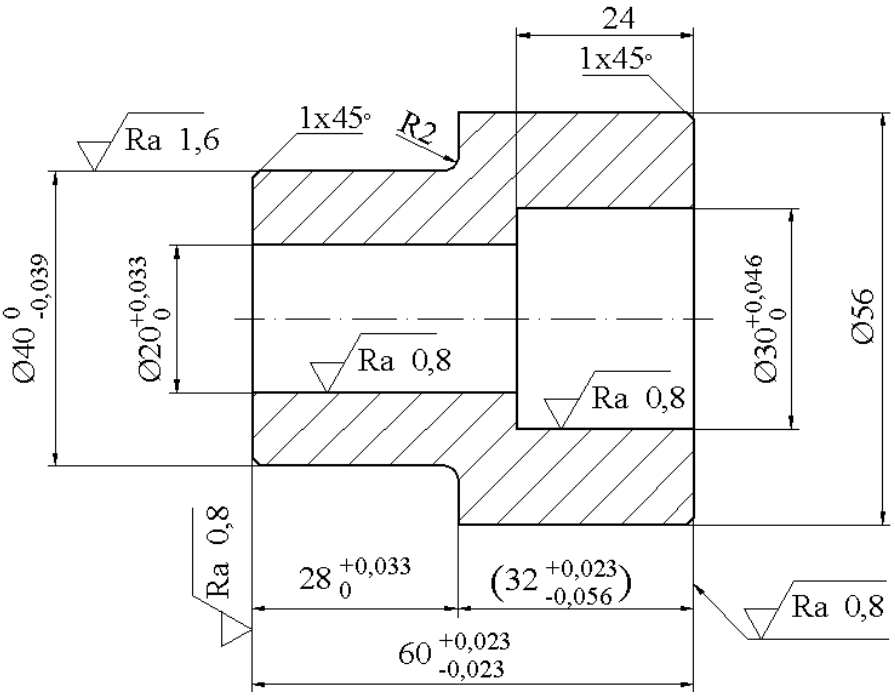
2. **Rezultatele măsurărilor** efectuate în laborator:

- completarea **FIŞEI DE CONTROL pentru lucrarea de laborator nr. 2 (ANEXA NR. 1), conform modelului (ANEXA NR. 2).**

Notă: **conspectul va fi scris de mână, iar desenele vor fi făcute sub formă de schiţă de mână.**

Notă: **studenţii vor veni la laborator cu ANEXA NR. 1- FIŞA DE CONTROL pentru lucrarea de laborator nr. 2, listată.**

DESENUL PIESEI DE CONTROLAT PENTRU LUCRAREA NR. 2



Condiţii tehnice:

- muchiile ascuţite se vor teşi la 0,5x45°;

STAREA SUPRAFEŢEI	TOLERANŢE GENERALE	MATERIALUL	SCARA	METODA DE PROIECŢIE
Ra 3,2	ISO 2768-mK	OL 50 SR EN ISO 10025	2:1	

	NUME	NUME PROPRIETAR LEGAL	DENUMIRE DESEN
PROIECTAT		UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GH. ASACHI" DIN IAŞI	**CASETĂ II**
DESENAT			
VERIFICAT		FACULTATEA DE CONSTRUCŢII DE MAŞINI ŞI MANAGEMENT INDUSTRIAL	
FORMAT	A4		NUMĂR DESEN
DATA		DEPARTAMENT M.U.S.	**TCD-101.03**

ANEXA NR. 1

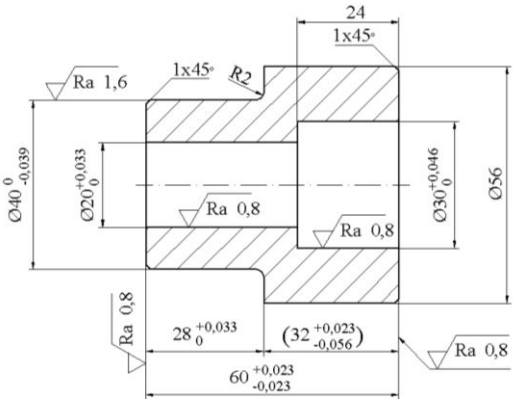
FIŞĂ DE CONTROL pentru lucrarea nr. 2					
Controlul dimensiunilor cu instrumente şi aparate comparatoare					
Desen piesă					
Nr.operaţiei de control	Caracteristica controlată		Echipamente de control utilizate (instrumente, aparate, accesorii)	Valoare efectivă [mm]	Observaţii
	Denumire/ Simbol	Valori limită, toleranţa [mm]			
0	1	2	3	4	5
1.					
2					
3					
4					
5					
DECIZIA					
OPERATOR	Nume, prenume		Grupa	Data	Observaţii

ANEXA NR. 2- MODEL DE COMPLETARE A FIŞEI DE CONTROL (studiu de caz).

FIŞĂ DE CONTROL pentru lucrarea nr. 2

Controlul dimensiunilor cu instrumente şi aparate comparatoare

Desen piesă



Nr.operaţiei de control	Caracteristica controlată		Instrumente utilizate	Valoare efectivă [mm]	Observaţii
	Denumire/ Simbol	Valori limită, toleranţa [mm]			
0	1	2	3	4	5
1.	$Ø20^{+0,033}_{0}$	D_{max}= 20,033 D_{min}= 20; IT_A= 0,033.	Pasimetru; v.d.= 0,002 mm. Calibru inel Φ20 mm	**D_e= 20,028**	$D_{min} < D_e < D_{max}$
2	$28^{+0,033}_{0}$	d_{max}= 28,033; d_{min}= 28; IT_a= 0,033.	Coloană de înălţime digitală, rezoluţia= 0,001 mm	**d_e= 28,029**	$d_{min} < d_e < d_{max}$
3	$Ø30^{+0,046}_{0}$	D_{max}= 30,046; D_{min}= 30; IT_A= 0,046.	Comparator de interior, v.d.= 0,01 mm, Calibru inel Φ30 mm	**D_e= 30,04**	$D_{min} < D_e < D_{max}$
4	$Ø40^{0}_{-0,039}$	d_{max}= 40; d_{min}= 39,961; IT_a= 0,039.	Pasametru, 25- 50 mm; v.d.= 0,002 mm. Cală plan-paralelă,L= 40mm	**d_e= 40**	$d_e = d_{max}$
5	$60^{+0,023}_{-0,023}$	d_{max}= 60,023; d_{min}= 59,977; IT_a= 0,046.	Comparator cu cadran, v.d.= 0,001 mm. Cală plan- paralelă,L= 60mm	**d_e= 60,008**	$d_{min} < d_e < d_{max}$
DECIZIA	**Piesa controlată este admisă pentru utilizare**				

	Nume, prenume	Grupa	Data	Observaţii
OPERATOR	**Ionescu Vasile**	**4205**	**08.03.2020**	