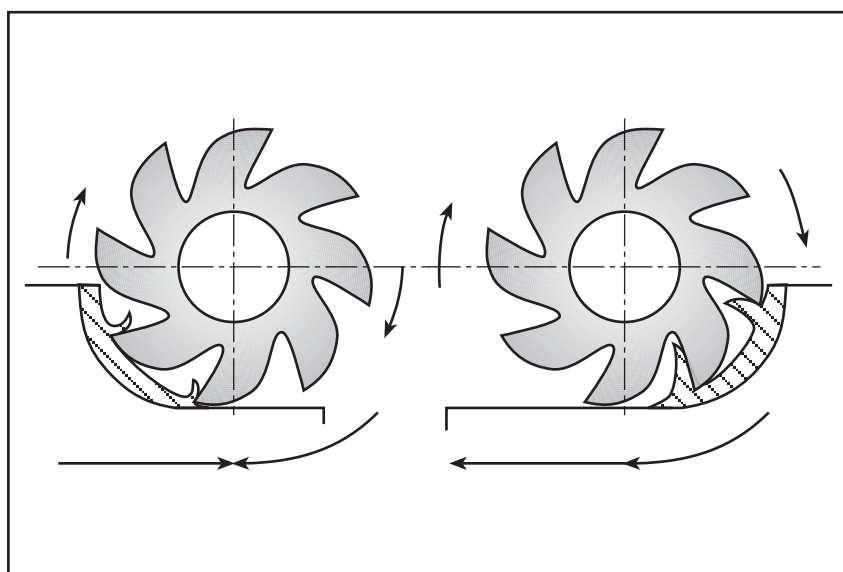


TXIRBIL-HARROKETA

BIDEZKO

MEKANIZAZIOA



Elhuyar

Elhuyar

TXIRBIL-HARROKETA
BIDEZKO
MEKANIZAZIOA

Egileak: **Xanti Alberdi**
Iñaki Campo

Hezkuntza, Unibertsitate eta Ikerketa Sailak onetsia: 2002-03-25

Maketa: M. Karmen Urdangarin

© irudiena: Txirbil Harroketazko Mekanizazioa. ELHUYAR

Aprendizaje industrial. 2º Tecnología. Carlos Solar Gonzalez. Ed. EVEREST

Teknologia metala. LH 1. Carlos Soler Gonzalez. Ed. EVEREST

© Xanti Alberdi eta Iñaki Campo

© Edizio honena: ELHUYAR fundazioa. Asteasuain 14. Txikiendi. 20170 USURBIL (Gip.) (2002)

h.e.: elhuyar@elhuyar.com - <http://www.elhuyar.com>

Lege Gordailua: SS-1004/02

ISBN: 84-95338-15-7

Inprimatzailea: GANBOA centro gráfico. ANDOAIN

Aurkibidea

1. Sarrera.....	7
1.1. Orokortasunak.....	9
1.2. Unitate didaktikoak.....	9
2. Unitate didaktikoak.....	13
2.1. Metrologia	15
2.1.1. Mekanizazio-perdoiak.....	16
2.1.2. Perdoi linealak edo angeluarrak.....	17
2.1.3. Kalibrea.....	18
2.1.4. Mikrometroa	34
2.1.5. Kalibre finkoa.....	38
2.1.6. Perdoi geometrikoak	39
2.1.7. Erloju konparatzaile ehundarra.....	44
2.2. Makina-erreminta laguntzaileetako ekoizpena	45
2.2.1. Makina-erreminta laguntzaileen ezaugarriak.....	46
2.3. Piezak tornuan mekanizatzea.....	59
2.3.1. Tornua edo tornu paraleloa.....	60

2.4. Piezak fresatzeko makinan mekanizatzea.....	80
2.4.1. Fresatzeko makina	81
2.4.2. Fresatzeko makina-erremintaren ezaugarriak.....	82
2.4.3. Fresatzeko makinaren hainbat eragiketa ezagutzea.....	83
2.4.4. Beste zenbait fresaketa-eragiketa	85
2.4.5. Fresatzeko makinaren osagarriak eta horien erabilera	86
2.4.6. Fresaketa-parametroak	88
2.4.7. Makina-erreminten kontserbazio- eta segurtasun-arau orokorrak...	95
2.4.8. Tornua erabiltzeko segurtasun-arauak	96
2.5. Mekanizazio-prozedura.....	99
2.5.1. Mekanizazio-denboraren kalkulua.....	100
2.5.2. Biraketa-abiadura konstantez egindako mekanizazioak	103
2.5.3. Zulaketaren mekanizazio-denbora	104
2.5.4. Fresaketaren mekanizazio-denbora	107
2.5.5. Zilindraketaren mekanizazio-denbora.....	117
2.5.6. Ebaketa-abiadura konstantez egindako mekanizazioak	119
2.5.7. Torneaketa konikoaren mekanizazio-denbora	125
2.5.8. Torneaketa esferikoaren mekanizazio-denbora	127
2.5.9. Disko-balaztaren mekanizazio-denbora.....	131

Sarrera

1

1.1. Orokortasunak

Lan honetan mamitzen dugun gaia LOGSEko erdi mailako heziketa-zikloari dagokio. Ziklo horren bidez, amaieran ikasleek lortuko duten titulua Mekanizazioan Teknikoa deiturikoa izango da.

Heziketa-ziklo hori hamahiru moduluk osatzen dute, eta horien artean garrantzizkoena, eta ardatz nagusi izango dena, honako hau da: Txirbil-harroketa bidezko Mekanizazioa. Lan honetan modulu horretan jorratuko diren unitate didaktikoei buruzko oinarrizko ezagupenak azaltzen dira.

Ziklo osoak 2.000 ordu irauten du, eta horietatik 389 ordu, hau da, ia zatirik handiena Txirbil-harroketa bidezko Mekanizazioa-k hartzen ditu; gainerakoak haren osagarri dira. Gainera, ziklo-bukaeran egin behar dituzten enpresetako praktikarik gehienak (336-400 ordu) txirbil-harroketa bidezko makinetan egingo dituzte.

Oinarrizko Curriculum Diseinuak (OCD) modulu edo gai hau zortzi unitate didaktikotan banatzen badu ere, lan honetan bost unitate didaktiko baino ez dira garatuko.

1.2. Unitate didaktikoak

OCDk finkaturiko unitate bakoitzaren xedea, ikasleak gaitasun jakin batzuk garatu eta lortu ahal izatea da.

◆ *Metrologia*

Unitate honetan egiaztagailuak, frogagailuak eta neurgailuak erabiltzen ikaslea trebatuz, ikasleak berak lortuko du makina-erremintetan ekoiztutako piezak egiaztatu, frogatu eta neurtzeko gaitasuna.

Hemen ikasiko dituen gaiak hauek izango dira:

- Neurgailuak, egiaztapenerako eta frogaketarako tresnak.
- Pieza soilen edota serie baten neurketa, egiaztapena eta frogaketa.
- Doitasuna frogatu eta, ondoren, kontrol-fitxan adieraztea.
- Kontrol-tresnak berak neurtzeko eta erregulatzeko era.
- Kontrol-tresnen apreziazioa.
- Tresna horiek mantentzeko eta erabiltzeko arauak.

◆ *Makina-erreminta laguntzaileetako ekoizpena*

Unitate honen zeregina makina-erreminta laguntzaileak prestatzen eta horiek egoki erabiltzen ikastea da.

Ikusiko diren makinak: zulatzeko makina, artezteko makina, elektroesmeril-harria, karrazkatzeko makina, etab.

Makina-erreminta horien ezagutza:

- Ezaugarriak.
- Zer egiteko erabiltzen da?
- Nola maneiatzen da?
- Lanerakoan kontuan izan beharreko parametroak.
- Lan horretako akats nagusiak.
- Erabilerazko eta norbereganaiko segurtasun-arauak.

◆ *Piezak tornuan mekanizatzea*

Helburua

Tornua, ezaugarri askotakoa izan daitekeenez —mekanizazioa era askotako izan baitaiteke— egoki prestatzeko eta trebetasunez erabiltzeko beharrezko gaitasuna lortuko da.

Gaitasun hori lortzeko urratsak:

- Tornua ezagutzea.
- Tornuko hainbat eragiketa ezagutzea.
- Tornuaren ezaugarriak.
- Tornuko osagarriak eta horien erabilera.
- Tornuaren erabilera egokia.
- Torneaketarako parametroak.
- Torneaketako ohiko akatsak eta segurtasun-arauak.
- Tornuko hainbat eragiketa egitea.

◆ *Piezak fresatzeko makina-erremintak mekanizatzea*

Helburua

Fresatzeko makina, ezaugarri desberdinetakoa izan daitekeenez —mekanizazioa era askotakoa izan baitaiteke— egoki prestatzeko eta trebetasunez erabiltzeko beharrezko gaitasuna lortuko da.

Horretarako urratsak hauek dira:

- Fresatzeko makina ezagutzea.
- Fresatzeko makinaren hainbat eragiketa ezagutzea.
- Fresatzeko makinaren ezaugarriak.
- Fresatzeko makinaren osagarriak eta horien erabilera.
- Fresatzeko makinaren erabilera egokia.
- Fresaketarako parametroak.
- Fresaketako ohiko akatsak eta segurtasun-arauak.
- Fresatzeko makinan hainbat eragiketa egitea.

◆ *Txirbil-harroketa bidezko mekanizazio-prozedura*

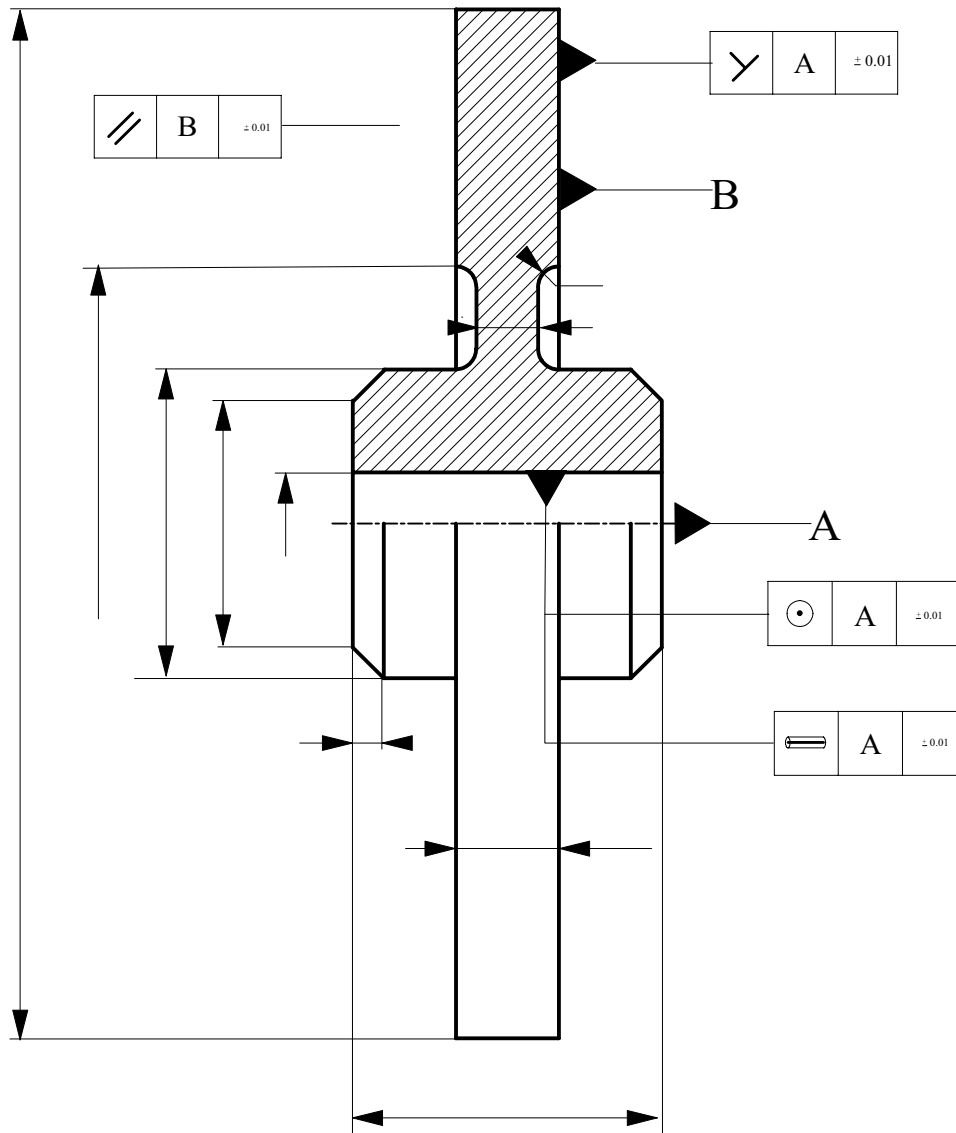
Helburua

Unitate honetan, orain arteko guztia bilduz, honako hau lortu nahi da: aurreko unitateetan jasotako kontzeptuzko eta prozedurazko ezagupideak laburbilduz, eta lan jakin baten aurrean baliabide eta teknika egokienak erabiliz, txirbil-harroketa bidez lan egiteko, eta ondoren, ebaluatzeko ikaslea gai izatea.

Unitate didaktikoak

2

2.1. Metrologia



METROLOGIA
perdoi linealak eta geometrikoak

2.1.1. MEKANIZAZIO-PERDOIAK

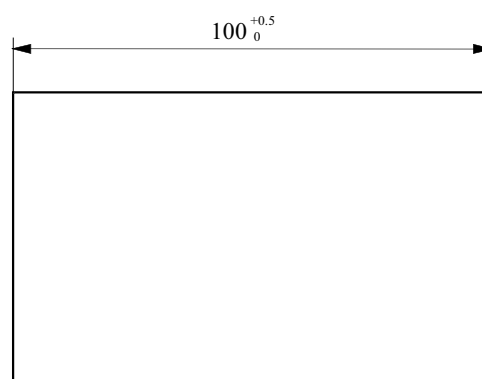
Mekanizazioko tailerretako neurri-unitatea milimetroa da. Plano guztietan agertzen diren kotak milimetrotan jarrita daude eta beste unitate batean jarri nahi baditugu, nahitaezkoa izango da berariaz adieraztea. Kotak zentimetrotan jarri nahi baditugu, beharrezkoa izango da kotaren atzean “cm” ikurra jartzea, eta berdin kota guztietan. Horrela ez bada, oharren bat jarri behar dugu planoan.

Planoetan agertzen diren kotak, batez ere garrantzi handikoak, pieza bukatu ondoren kontrolatu behar dira. Kalitate-kontrola egiteko, neurgailu asko erabiltzen dira eta nahi dugun kalitate-mailaren arabekoak izan daitezke. Hor datza, hain zuzen, perdoiaren aplikazioaren funtsa: doitasun-mailarik aproposena aukeratzean. Zenbat eta doitasun-maila altuagoa, orduan eta pieza garestiagoa aterako zaigu.

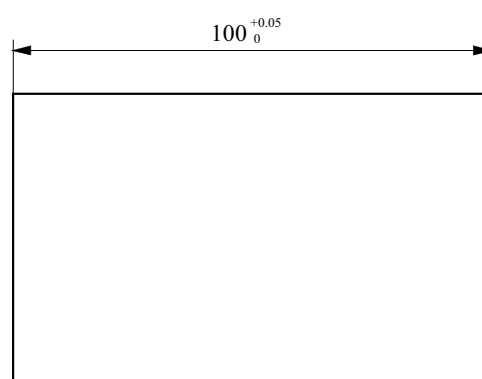
Doitasun gutxiko piezak erraz neur daitezke: 0,5 mm-ko aldea nabaritzea ez da zaila. Kalibre arrunt batekin neur daitekeen kota da. Kalibrearekin neurtzea ez da gauza zaila izaten, eta denbora gutxian egiten da (kontrola ez da garestia izango).

Doitasun handikoak, berriz, ez dira hain errazak neurtzeko. Kalibrea erabili beharrean, mikrometroa erabiltzera behartuta egongo gara, eta mikrometroaren erabilera ez da kalibrearena bezain erraza.

1.1. irudiko beheko pieza baino doitasun handiagoko piezak ager daitezke mekanizazio-arloan, baina ez da mekanizazio arrunta izango, berezia baizik. Kasu horietarako ere badaude neurgailuak: laser-izpia, neurtzeko makina tridimentsionala... Baina kasu horiek berezitat hartuko ditugu.



DOITASUN GUTXIKO PIEZA



DOITASUN HANDIKO PIEZA

1.1. irudia.

2.1.2. PERDOI LINEALAK EDO ANGELUARRAK

Doitasun handiko angelu baten edo neurri lineal baten kasuan, bataz zein besteak piezaren planoan adierazita egon behar du. Piezaren edozein neurrirentzat doitasun orokorra erabiltzen da; doitasun handiko neurriak, berriz, adierazi egin behar ditugu, bereziak direlako.

Doitasunezko piezak multzotan muntatzeko erabiltzen dira, eta piezen artean nahi dugun ahokadura lor dezakegu: lerrakorra, birakaria, lasaia, finkoa... Horrelako ahokadurak lortzeko, perdoi-posizioa erabiltzen dugu. Posizioa neurri nominalaren gainetik edo azpitik egon daiteke. Ahokadura lortzeko, gutxienez bi pieza beharko ditugu, eta lortu nahi dugun ahokadura bi pieza horien perdoi-posizioaren araberakoa izango da.

Adibide batekin adieraziko dugu ahokadura: ardatz eta zuloen arteko ahokadura lortzeko, neurri izendatuak bi perdoi desberdin izan behar ditu: bata zuloarena eta bestea ardatzarena. Perdoi bakoitzak hurrengo ezaugarriak izan behar ditu:

◆ Zuloan:

- neurri izendatua: 50. Ahokaduraren diametroa da.
- zuloaren diametroa: 50.
- perdoiaren posizioa: H. Zulo bakarreko ahokadura erabiltzen den posizioa da. Posizio horren ezaugarri nagusia perdoiaren beheko muga 0,00 mm-koa dela adieraztea da. Goiko muga kalitatearen araberakoa izango da.
- perdoiaren kalitatea: 7. Zenbat eta kalitate handiagoa, orduan eta perdoi murriztuagoa izango da, eta gero eta zailagoa lortzeko. Mekanizazio-tailerretan, zuloentzat 7 kalitatea da gehien erabiltzen dena. Kontuan hartu behar dugu zailagoa dela barne-azala mekanizatzea kanpo-azala mekanizatzea baino.
- perdoiaren mugak: 0 (behekoa) eta +0,05 (goikoa). Muga horiek lortzeko taulak erabiltzen dira. Taulatan goiko muga aukeratuko dugu. Beheko muga, perdoiaren posizioa H izateagatik, 0,00 izango da. Goiko muga diametro izendatuaren, perdoiaren posizioaren eta perdoiaren kalitatearen araberakoa izango da.

Zuloa, orduan, horrelakoa izango da: $\varnothing 50 H7$.

◆ Ardatzean:

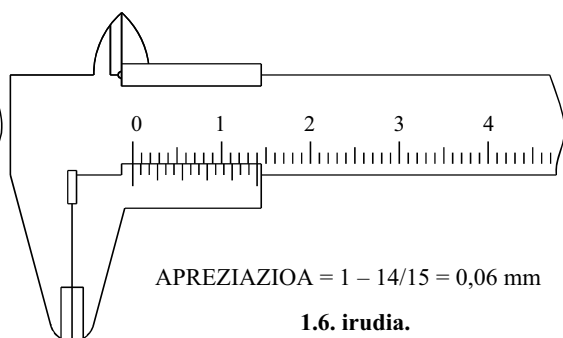
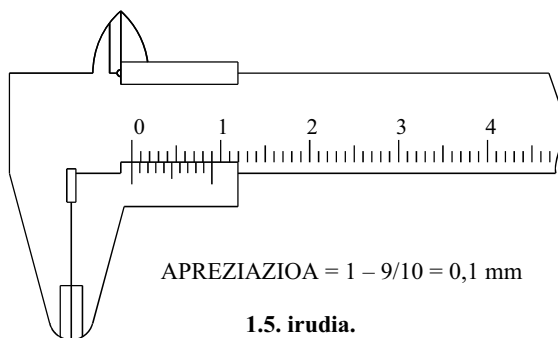
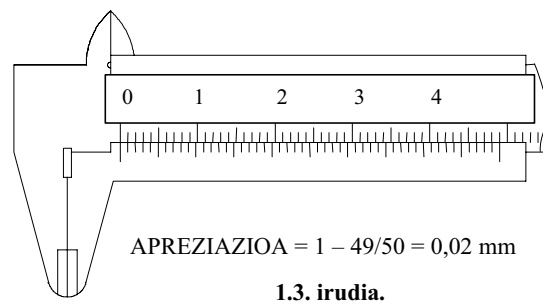
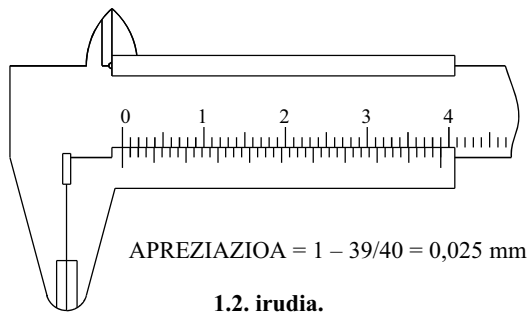
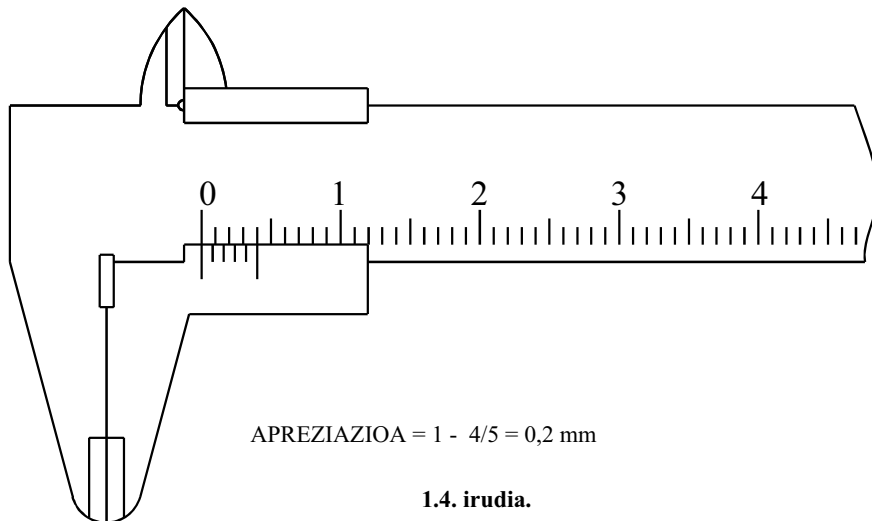
- neurri izendatua: 50. Ahokaduraren diametroa da.
- zuloaren diametroa: 50.
- perdoiaren posizioa: h. Ardatz bakarreko ahokadura erabiltzen den posizioa da. Posizio horren ezaugarri nagusia perdoiaren goiko muga 0,00 mm-koa dela adieraztea da. Beheko muga kalitatearen araberakoa izango da.
- perdoiaren kalitatea: 6. Zenbat eta kalitate handiagoa, orduan eta perdoi murriztuagoa izango da, eta gero eta zailagoa lortzeko. Mekanizazio-tailerretan,

ardatzentzat 6 kalitatea da gehien erabiltzen dena. Kontuan hartu behar dugu zailagoa dela barne-azala mekanizatzea kanpo-azala mekanizatzea baino.

- perdoiaren mugak: 0 (goikoa) eta -0,04 (behekoa). Muga horiek lortzeko taulak erabiltzen dira. Tauletan beheko muga aukeratuko dugu. Goiko muga, perdoiaren posizioa h izateagatik, 0,00 izango da. Beheko muga diametro izendatuaren, perdoiaren posizioaren eta perdoiaren kalitatearen arabera izango da.

Ardatza, orduan, horrelakoa izango da: $\varnothing 50 h6$.

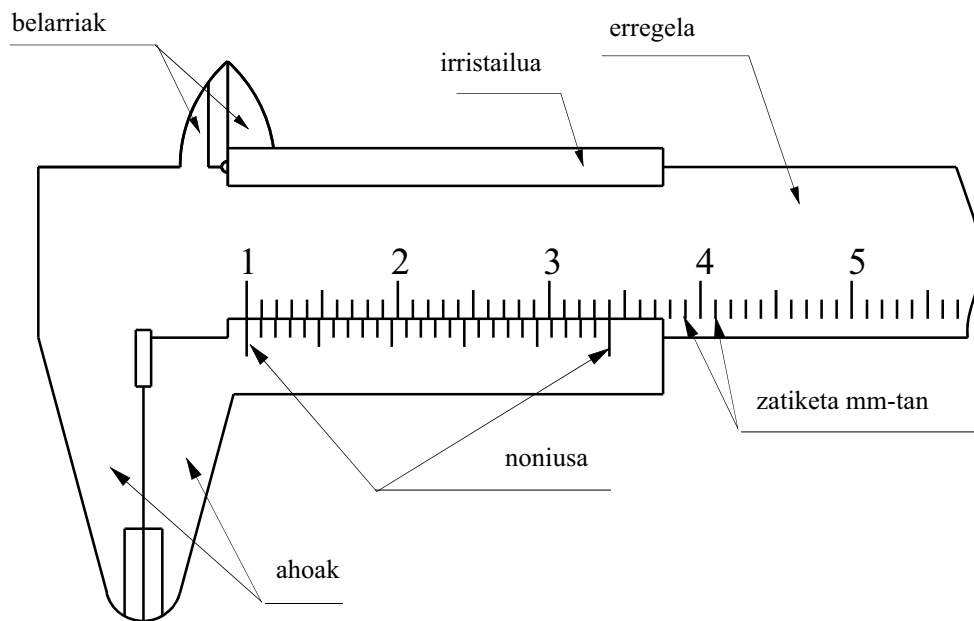
2.1.3. KALIBREA



Doitasun askotako kalibreak egin daitezke, baina geroago ikusiko dugun bezala, batzuek ez dute ezertarako balio, gaizki disenatuta daudelako. Milimetroaren azpimultiplo osoa izatea komeni da. 1.4 eta 1.5. irudietako kalibreak, 0,2 eta 0,1 apreziaziodunak, baliagarriak dira, baina 1.6. irudikoak ez du ezertarako balio izango. Haren apreziazioa ez da 1en multiploa; hazbetetan neurtzeko, berriz, aproposagoa izango da.

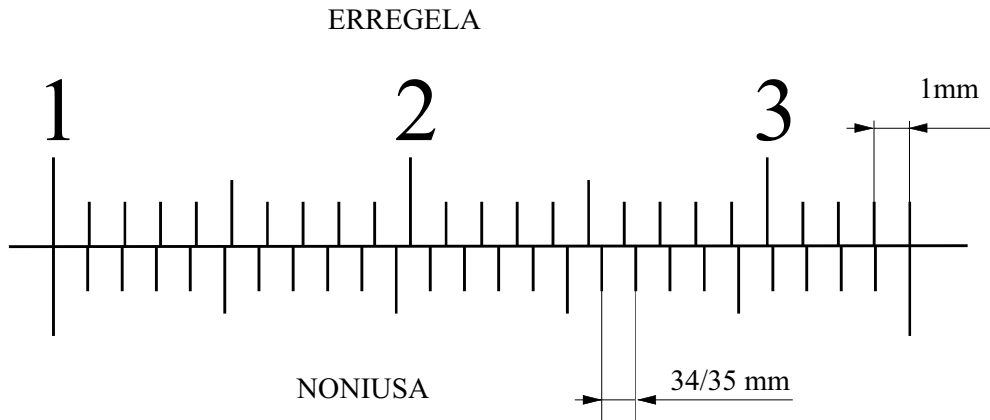
Ikusiko ditugunetik apreziaziorik handiena duten kalibreak beheko. irudietan agertzen direnak dira. Kalibre baten apreziazioa kalkulatzeko, erregelaren zatiketa eta noniusarena nolakoak diren jakin behar dugu, haien arteko kenketa baita apreziazioa.

1.7. irudian kalibre baten atalak agertzen dira. Ahoak kanpoko azalen neurria hartzeko erabiltzen dira; belarriak, berriz, barneko azalak neurtzeko.



1.7. irudia.

Kalibrearen zati nagusia noniusa da. Noniusaren bitartez nahi dugun apreziazioa lortuko dugu. 1.8. irudiko noniusa lortzeko, erregelaren hogeita hamalau milimetro noniusaren hogeita hamabost zatitan banatu ditugu.



1.8. irudia.

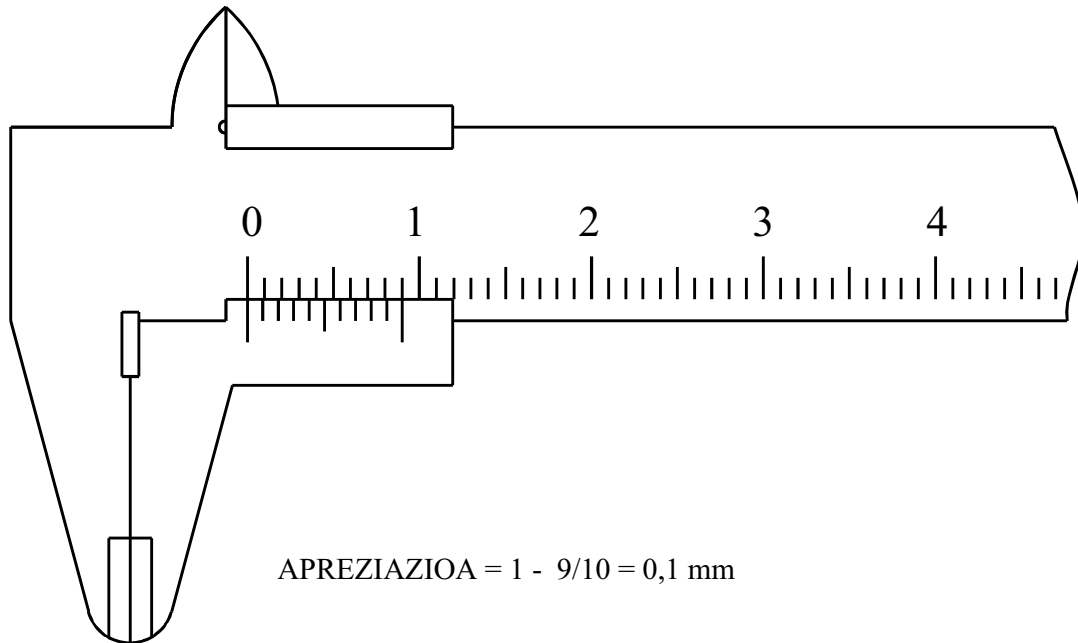
$$34 \text{ mm}/35 \text{ zati} = 0,9714286$$

Noniusaren zati bakoitza $0,9714286$ mm-koa izango da, eta erregelaren zatiak 1 mm-koak. Apreziazioa erregelaren zatien arteko distantzia ken noniusarena da; orduan:

$$\text{APREZIAZIOA} = 1 - 0,9714286 = 0,0285714$$

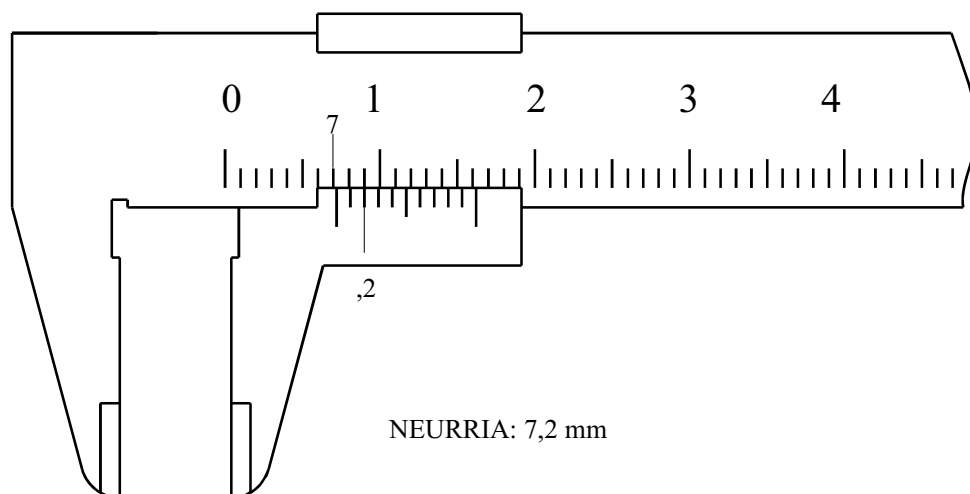
Nonius horrek, nahiz eta apreziazio handiagokoa izan, ez du ezertarako balio, gaizki aukeratu baitugu.

◆ 0,1 mm-KO APREZIAZIODUN NONIUSA

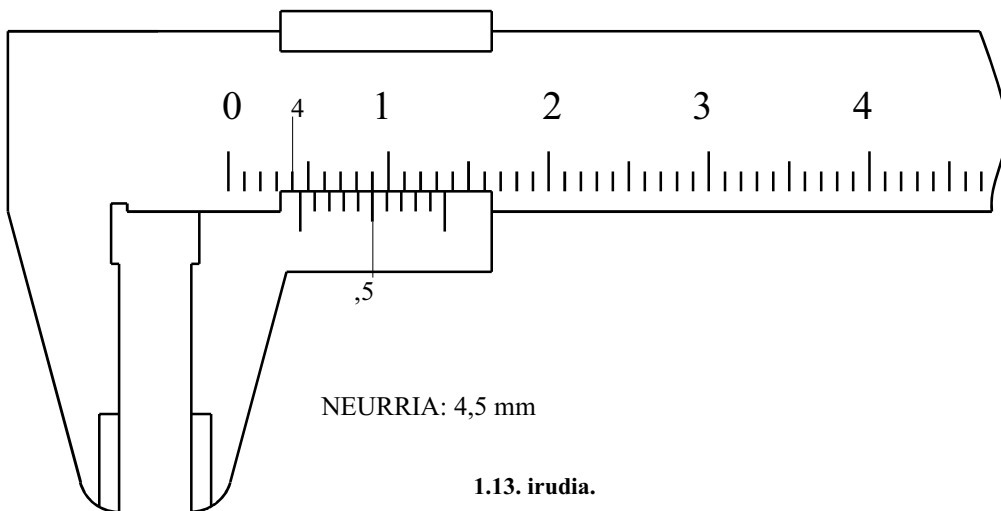
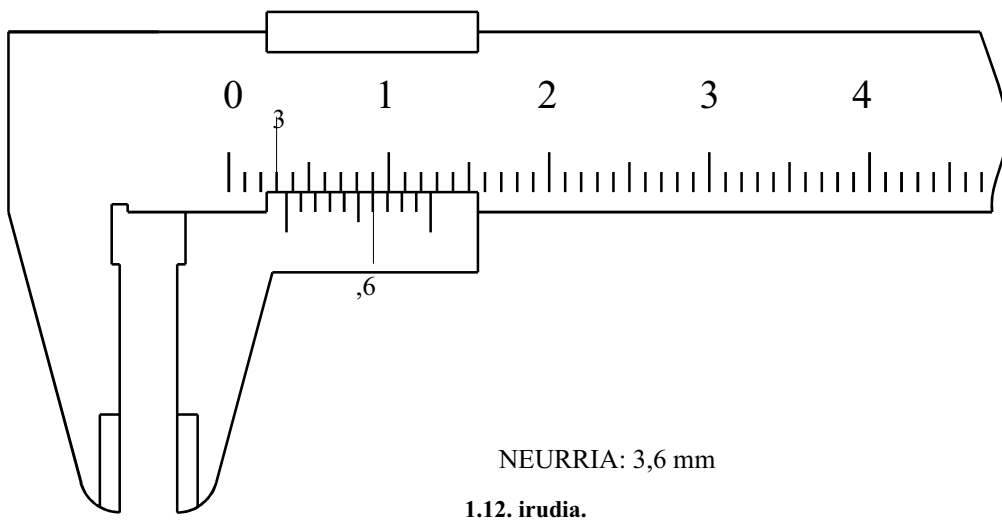
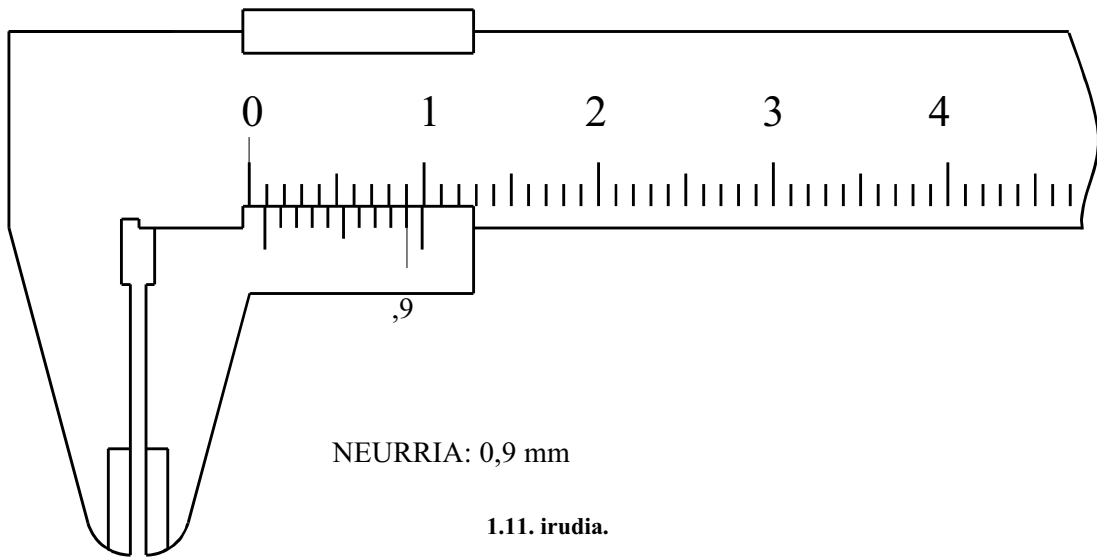


1.9. irudia.

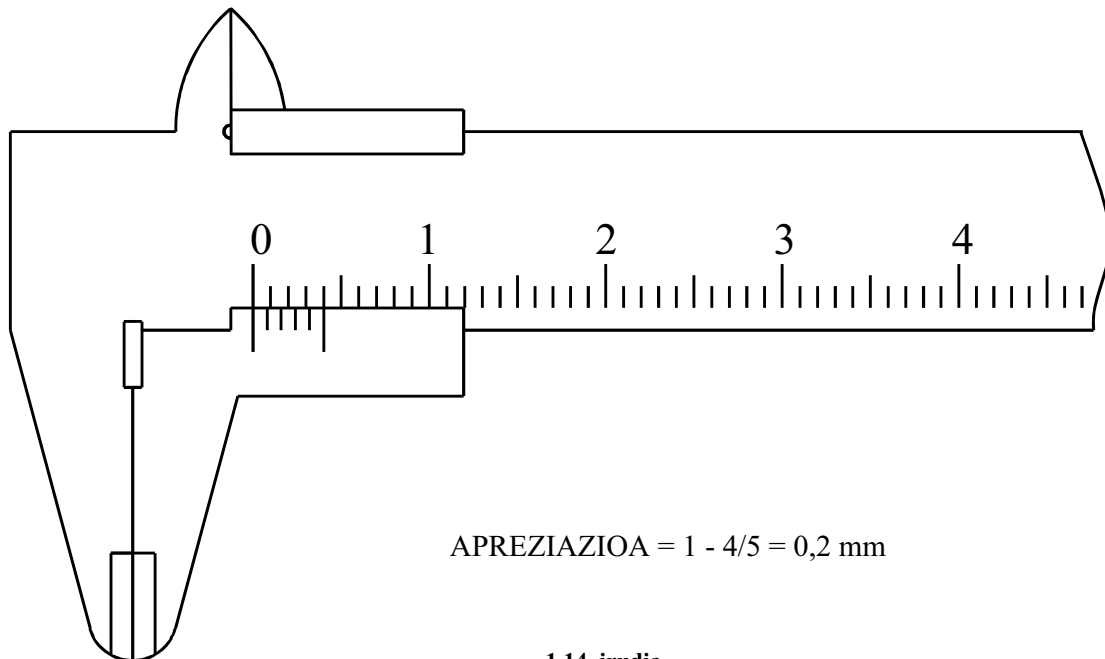
Erabiltzeko errazena dela esan daiteke. Nonius honek 9 mm hamar zatitan banatuta ditu. Beraz, zati bakoitzaren neurria mm-tan $\frac{9}{10}$ izango da, eta noniusaren apreziazioa, berriz, $1 - \frac{9}{10}$, hau da, 0,1 mm. Piezaren neurria jakiteko horrela jokatu dugu: neurri-zenbakiaren zati osoa jakiteko, noniusaren lehen zati-marraren ezkerrean dagoen erregelaren zati-marra begiratu dugu; zati hamartarra jakiteko, berriz, erregelaren zati-marra baten parean noniusaren zein zati-marra geratzen den hartu dugu kontuan. Hurrengo irudietako adibideetan markatzen dira bi lerro meheren bitartez zati osoak eta hamartarrak.



1.10. irudia.



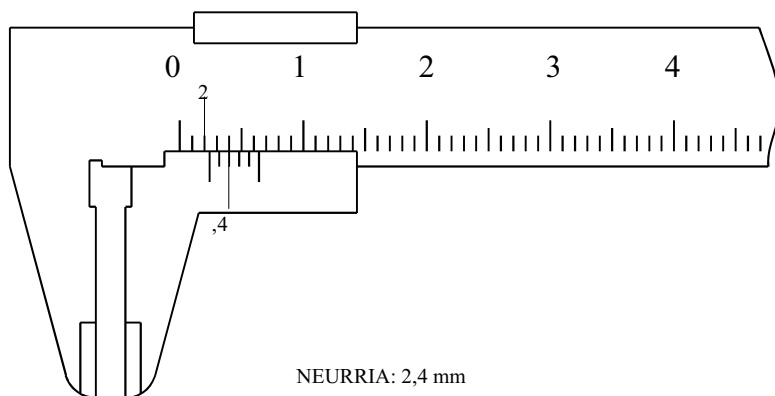
◆ 0,2 mm-KO APREZIAZIODUN NONIUSA



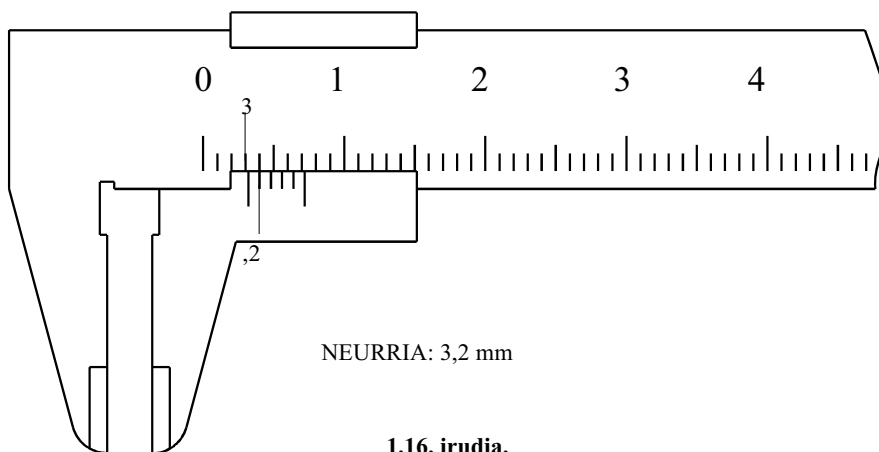
Kasu honetan noniusak lau milimetro bost zatitan banatuta izango ditu, beraz, noniusaren zati bakoitzaren neurria $\frac{4}{5}$ izango da eta kalibre horren apreziatioa 0,2 mm-koa ($1 - \frac{4}{5}$); ez da doitasun handiko kalibrea eta perdoi orokorrak neurtzeko soilik balio izango du.

Piezaren neurria jakiteko, 0,1 mm-ko apreziatiodun noniusarekin erabilitako sistema bera erabiliko dugu.

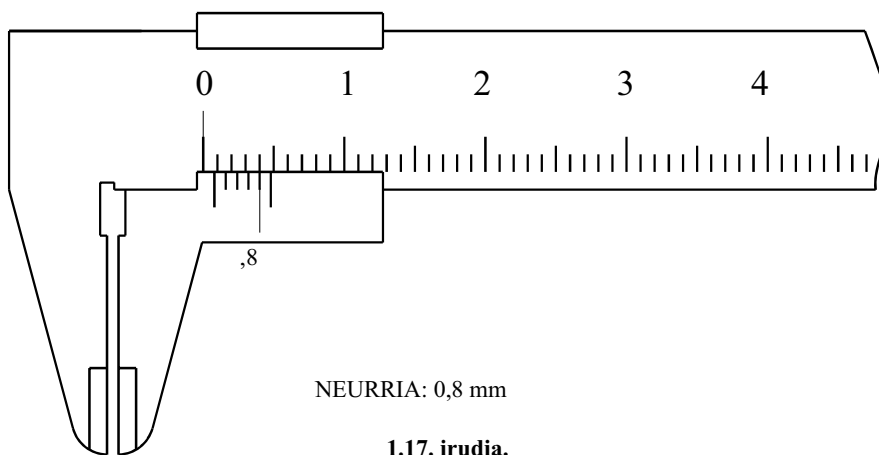
Aurreko noniusaren kasuan bezala, ondoko irudietan bi lerro meheren bitartez markatzen dira neurri-zenbakiaren zati osoak zein hamartarrak.



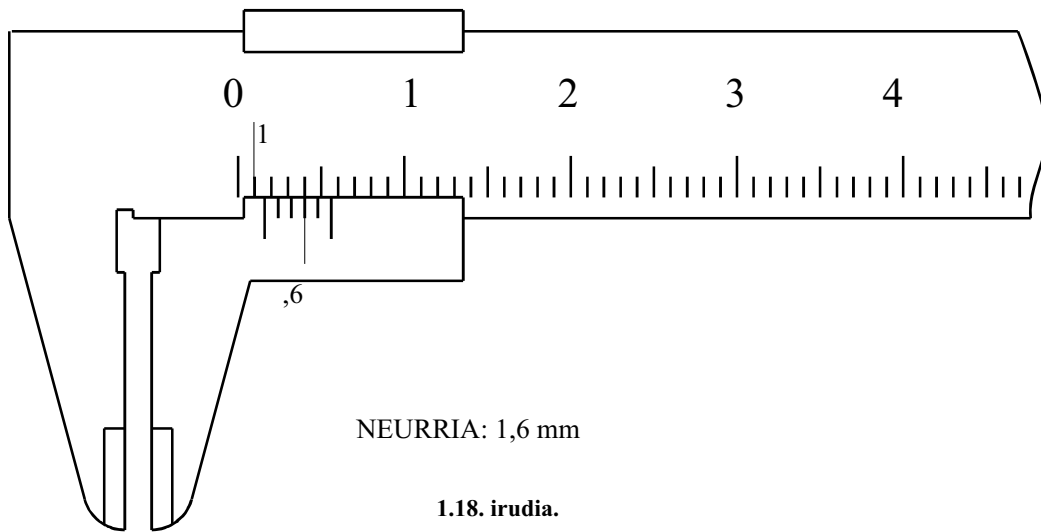
1.15. irudia.



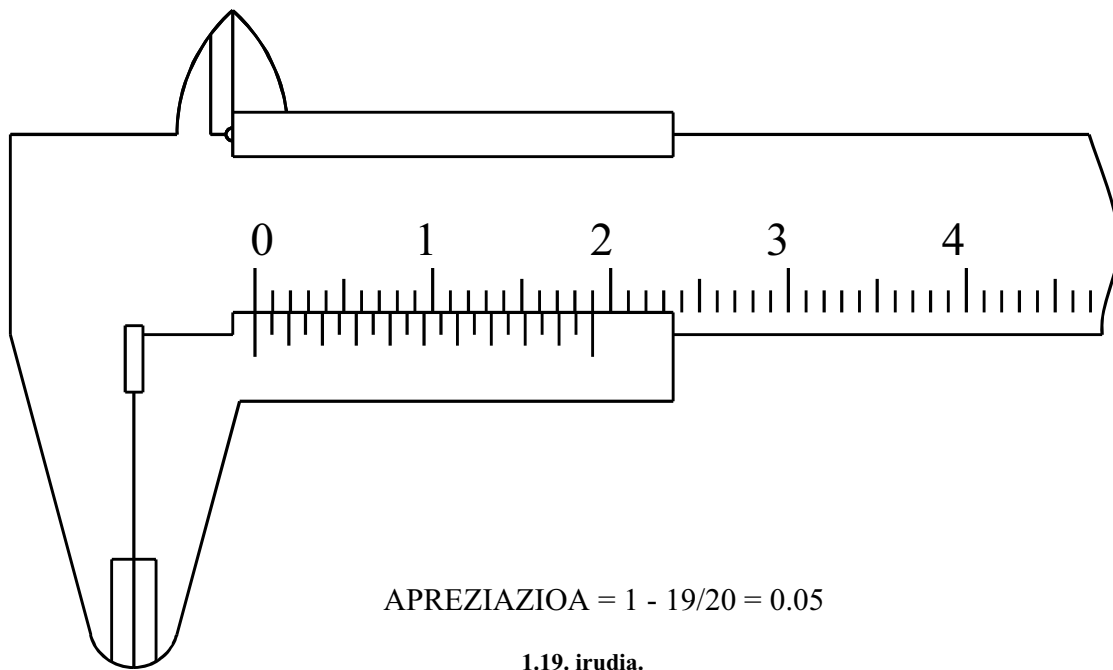
1.16. irudia.



1.17. irudia.



◆ 0,05 mm-KO APREZIAZIODUN NONIUSA

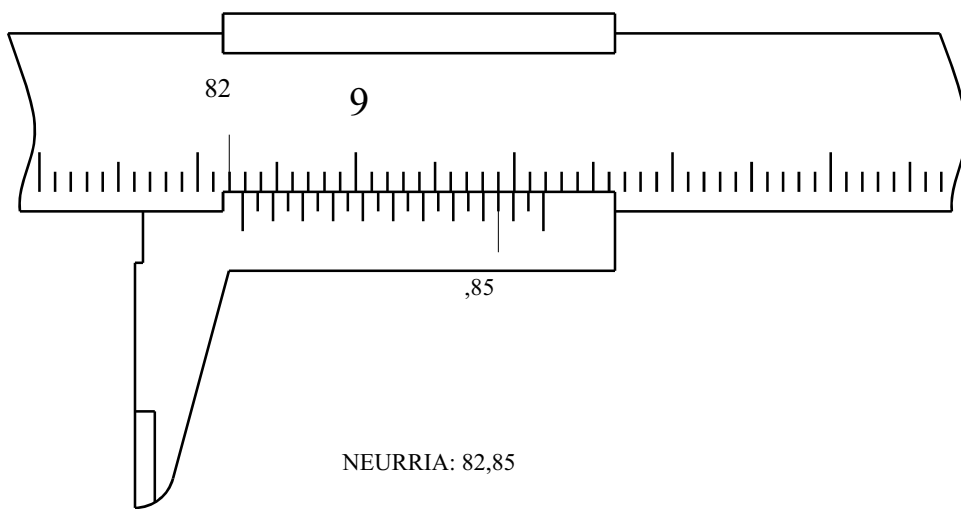


Nonius hori lortzeko, hemeretzi milimetro hogei zatitan banatzen dira; orduan, noniusaren zati bakoitzaren neurria $\frac{19}{20}$ izango da, eta kalibre horren apreziazioa $0,05 (1 - \frac{19}{20})$.

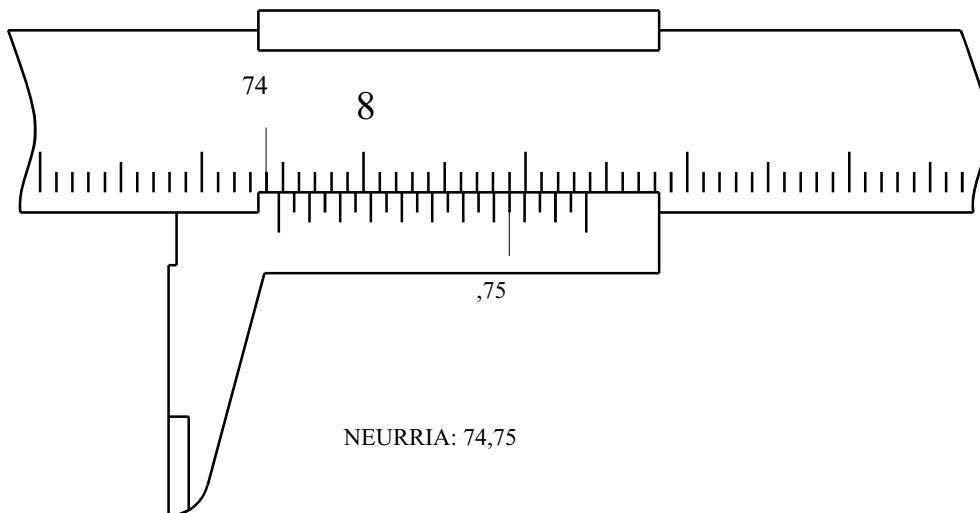
Doitasun ertaineko kalibrea dela ezan dezakegu, apreziazio txikiagoak eta handiagoak bai baitaude. Kalibre hori ez da 0,1 mm-ko apreziaziodun noniusa adina erabiltzen, besteak beste, garestiagoa delako.

Piezaren neurria jakiteko aurreko noniusekin erabilitako sistema bera erabiliko dugu.

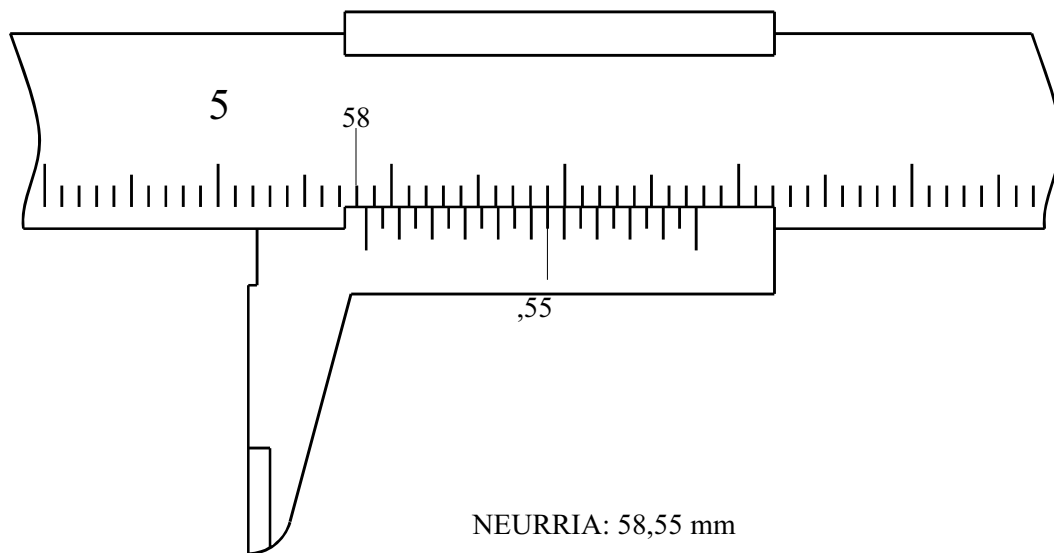
Aurreko noniusen kasuetan bezala, nonius horretako neurriaren zati osoak zein hamartarrak bi lerro meheren bitartez adierazten dira.



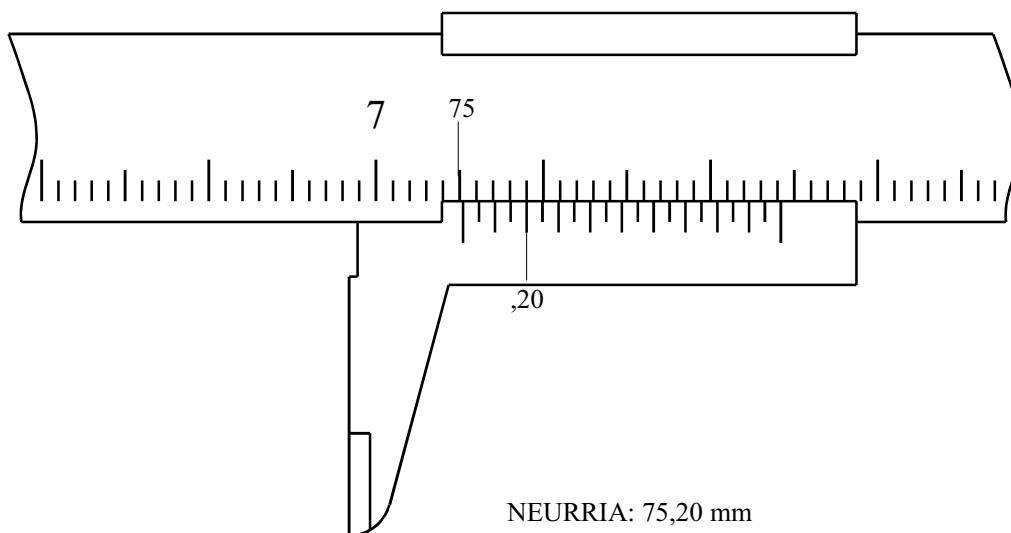
1.20. irudia.



1.21. irudia.

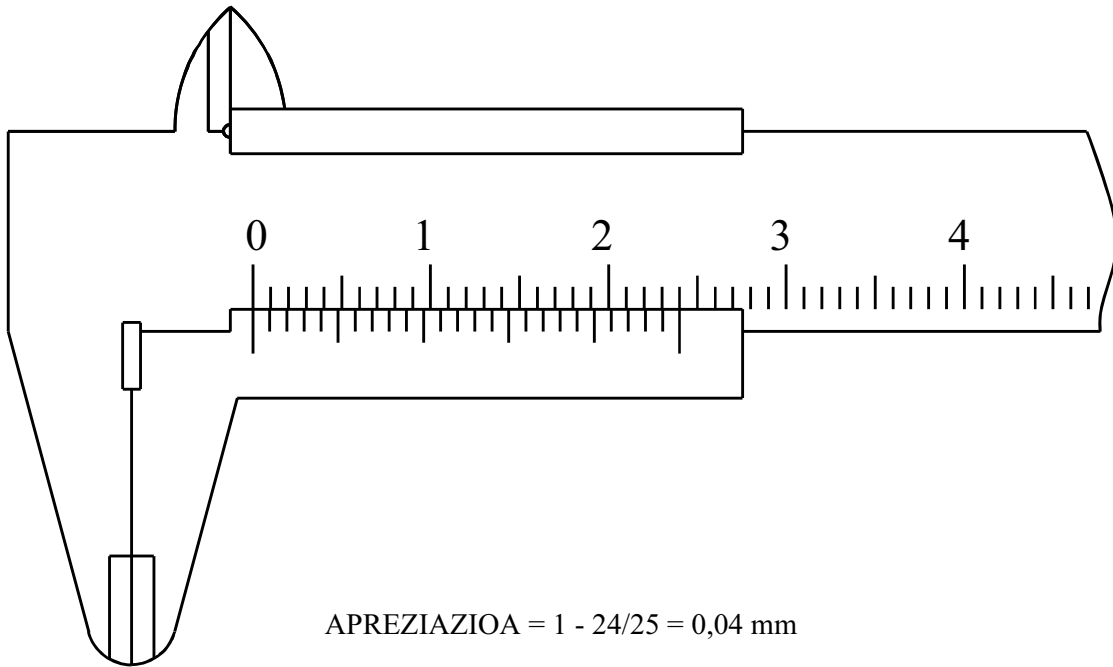


1.22. irudia.



1.23. irudia.

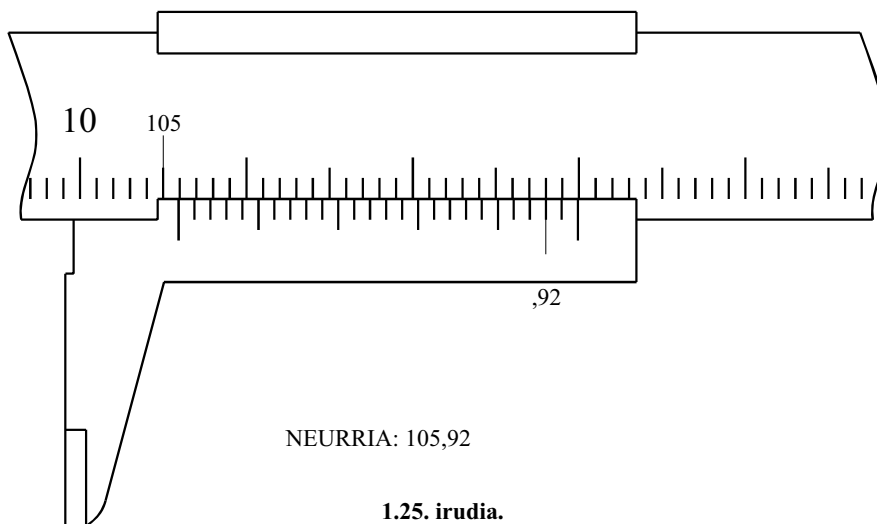
◆ 0,04 mm-KO APREZIAZIODUN NONIUSA



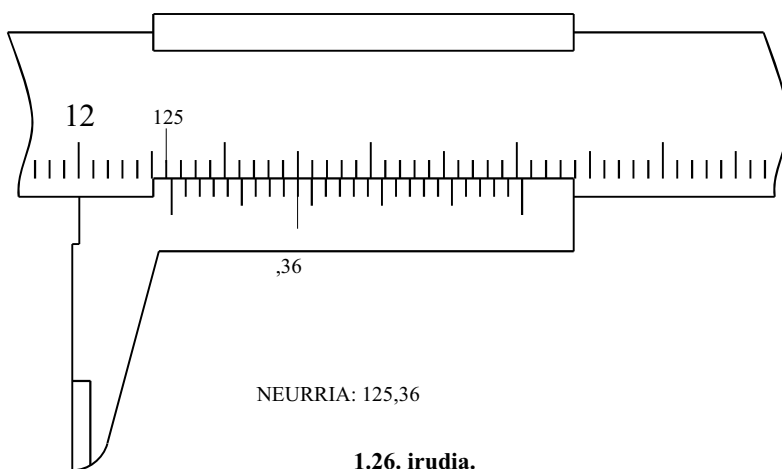
1.24. irudia.

Ez da asko erabiltzen baina doitasun handiko noniusa denez, aztertu egingo dugu. Kasu honetan erregelaren 24 milimetro 25 zatitan banatuta daude; horrela, apreziatioa 0,04 mm-koa izango da ($1 - \frac{24}{25}$). Piezaren neurria jakiteko, aurreko noniusekin erabilitako sistema bera erabiliko dugu.

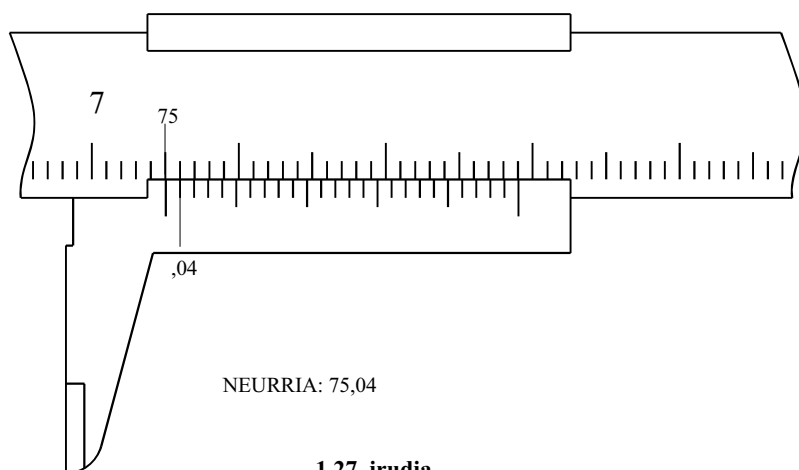
Aurreko noniusetan bezala, nonius horretako neurriaren zati osoak zein hamartarrak bi lerro meheren bitartez adierazten dira.



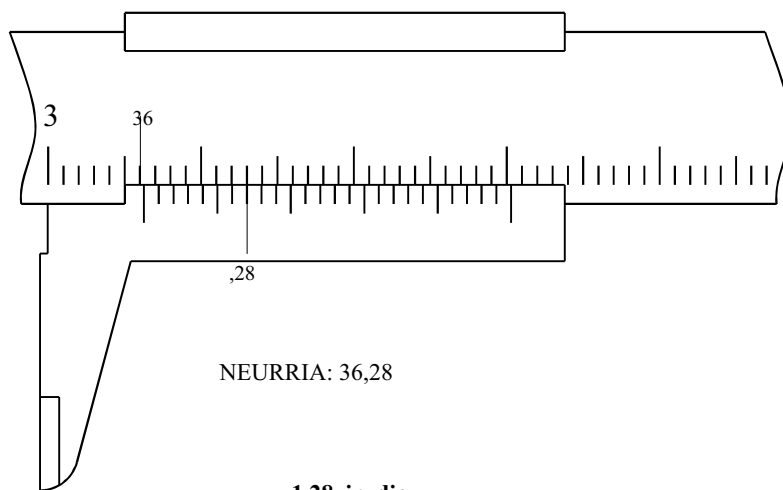
1.25. irudia.



1.26. irudia.

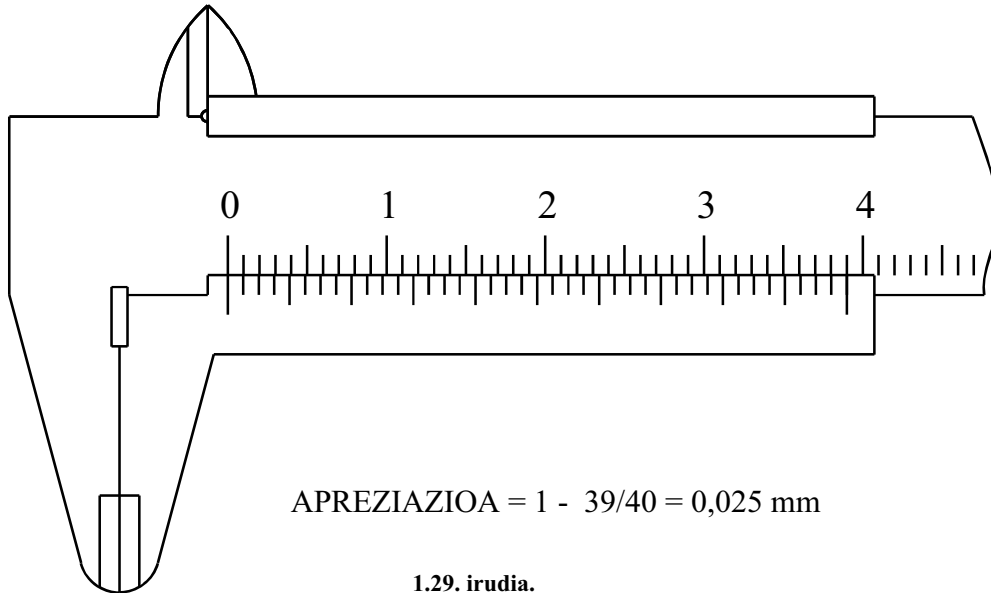


1.27. irudia.



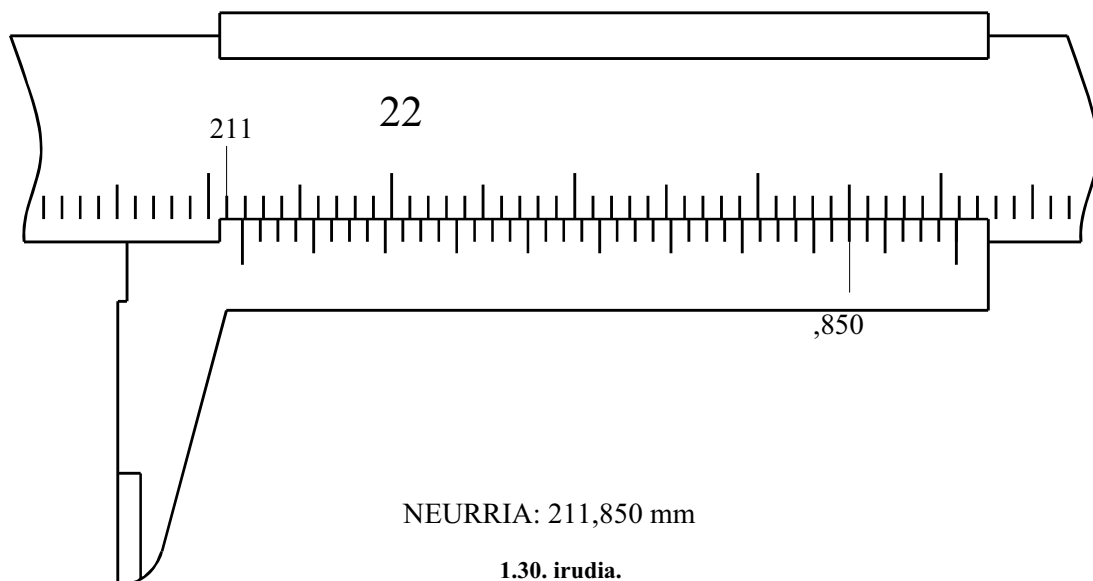
1.28. irudia.

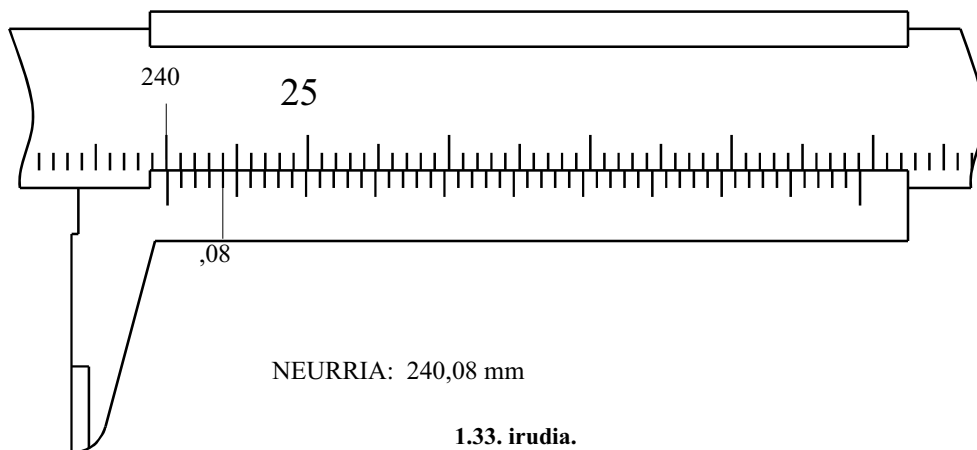
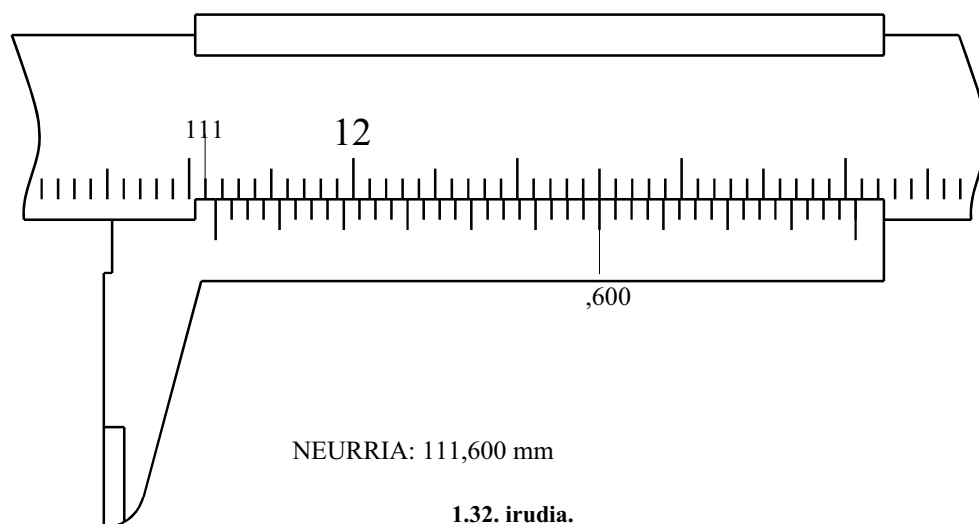
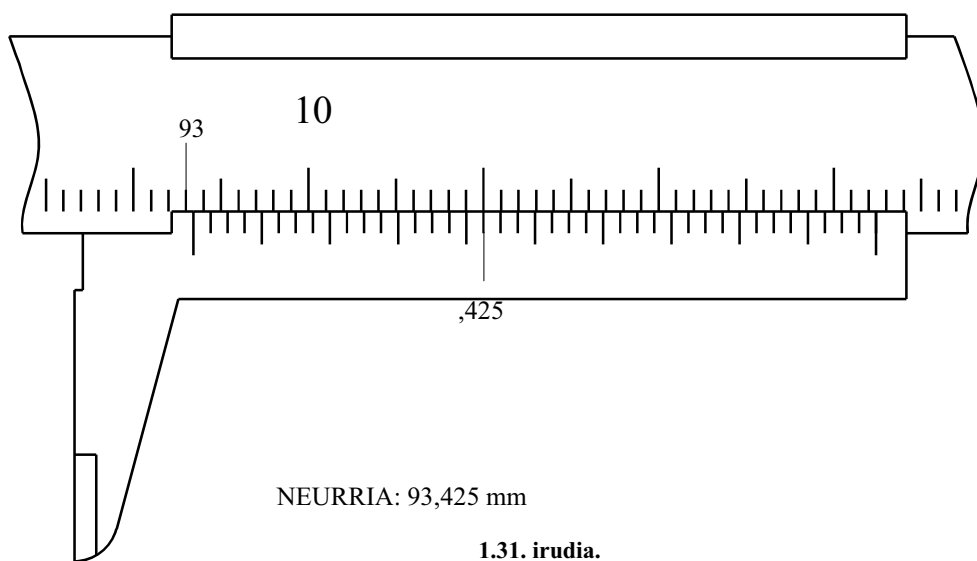
◆ 0,025 mm-KO APREZIAZIODUN NONIUSA



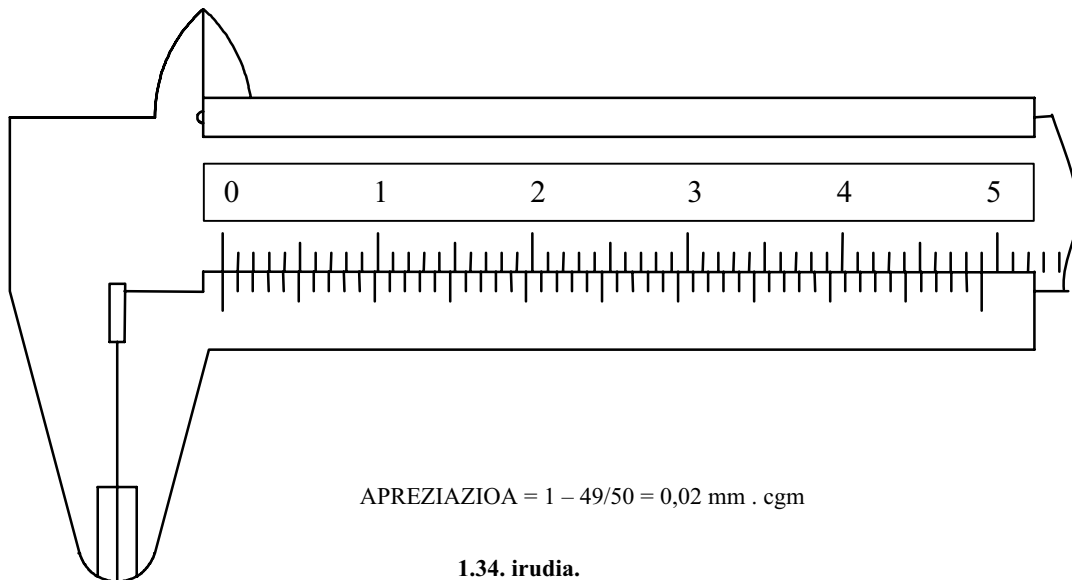
Apreziazio horretako nomiusa asko erabiltzen da eta doitasun handiko kalibrea izango da. Kasu horretan erregelaren 39 milimetro 40 zatitan banatuta daude; horrela, apreziazioa 0,025 mm-koa izango da ($1 - 39/40$). Piezaren neurria irakurtzeko sistema aurretik ezagutzen duguna da.

Aurreko noniusetan bezala, bi lerro meheren bitartez markatzen dira zati osoak eta zati hamartarrak.



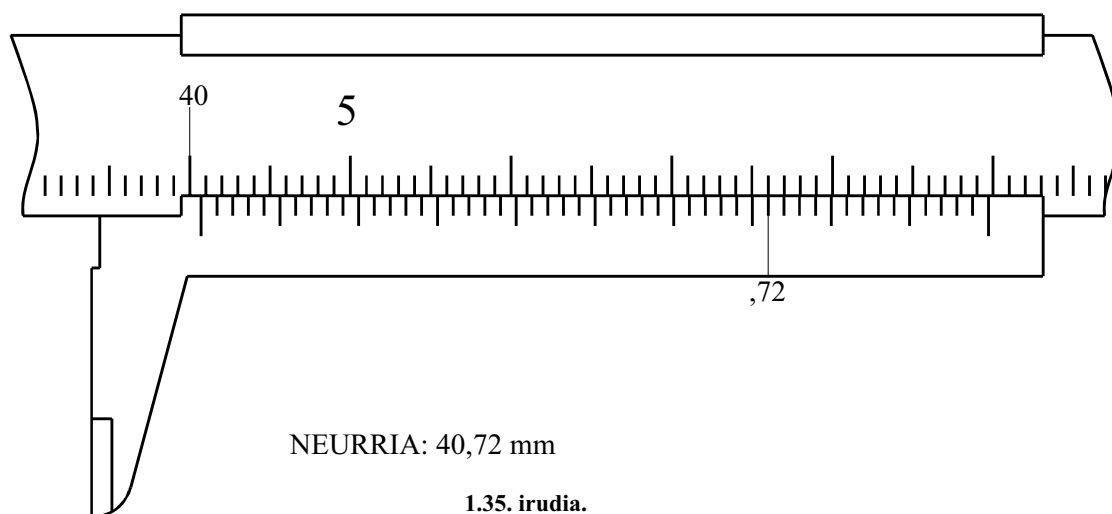


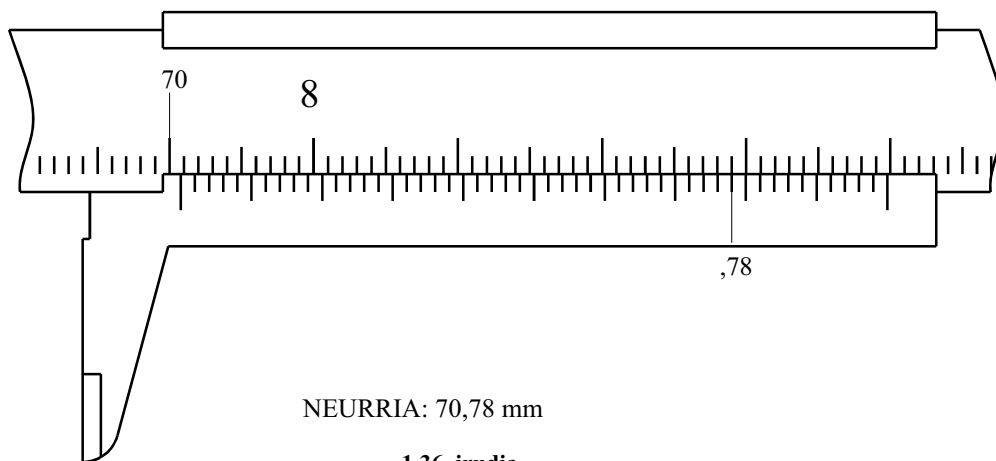
◆ 0,02 mm-KO APREZIAZIODUN NONIUSA



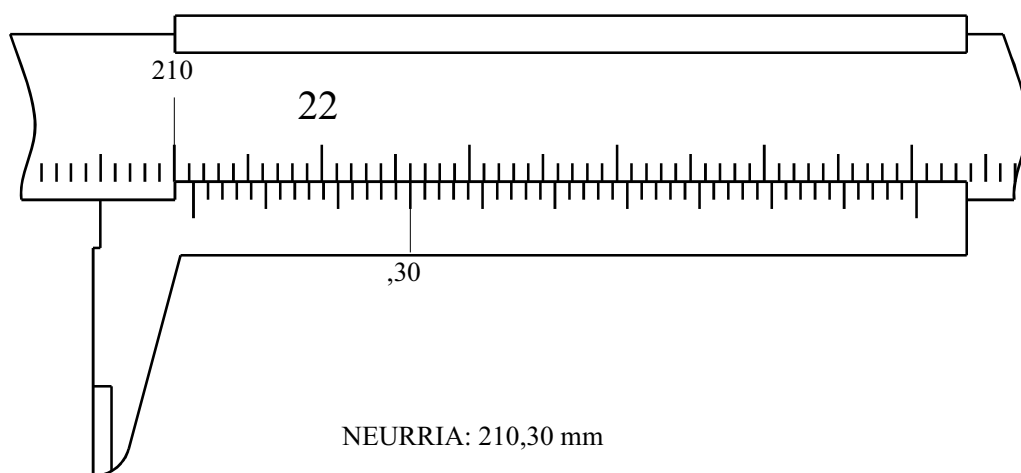
Ez da aurrekoa bezain erabilia baina doitasun hadiagokoa da; horregatik aztertuko dugu. Kasu horretan erregelaren 49 milimetro 50 zatitan banatuta daude; horrela, apreziatioa 0,04 mm-koa izango da ($1 - 49/50$). Piezaren neurria irakurtzeko sistema aurretik ezagutzen duguna da.

Aurreko noniusetan bezala, zati osoak eta hamartarrak bi lerro meheren bitartez markatzen dira.

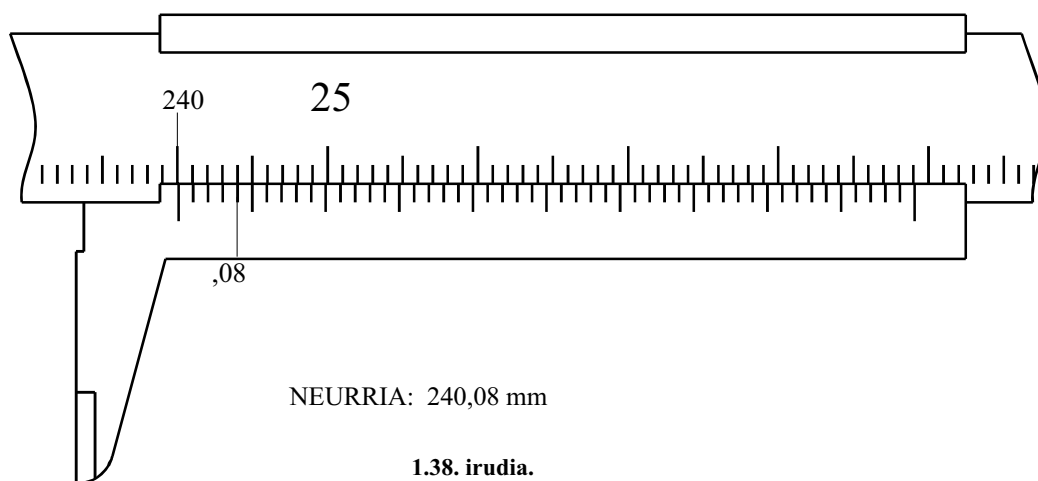




1.36. irudia.



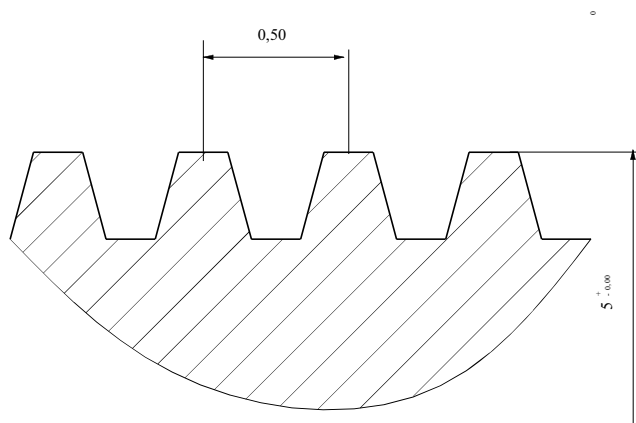
1.37. irudia.



1.38. irudia.

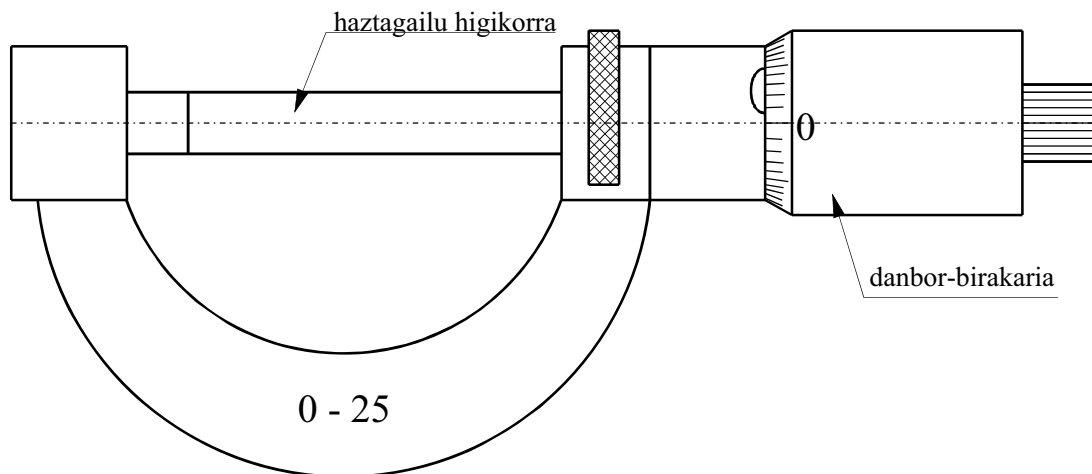
2.1.4. MIKROMETROA

Mikrometroa kalibrea baino doitasun askoz handiagoko apreziatiodun tresna da. Erabilera ere zailagoa da; tresna oso delikatua da eta kontu handiz erabili behar da. Palmer-ek asmatu zuen eta haren izenarekin izendatzen dugu. Tresna barruan torloju mikrometrikoa duelako, mikrometro ere deitzen diogu. Torloju mikrometrikoko horrek doitasun handiko hari-neurria du. Hariaren diametroak ere doitasun handiko neurria izan behar du bere luzera osoan zehar, bestela batzuetan ahokadura ez da birakaria izango, finkoa edo lasaia baizik, eta hori ez da komeni.



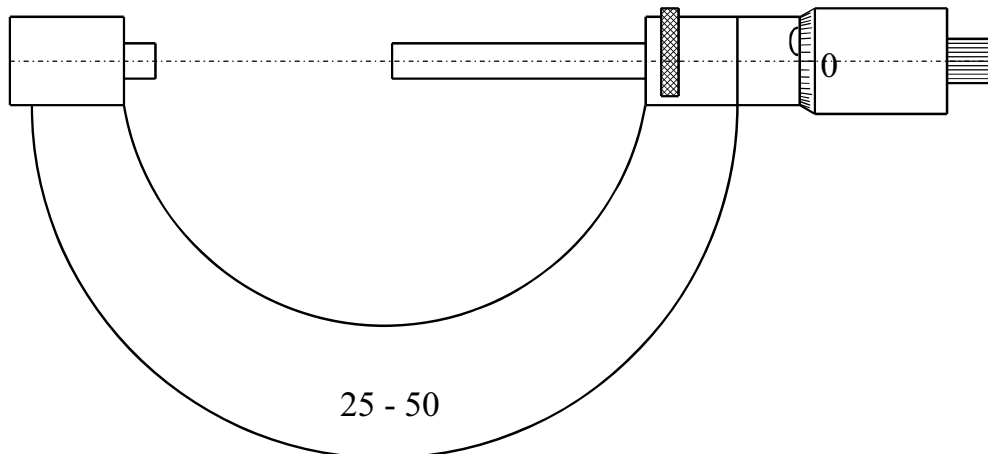
1.39. irudia. Torloju mikrometrikokoaren ezaugarriak.

◆ MIKROMETRO EHUNDARRA



1.40. irudia.

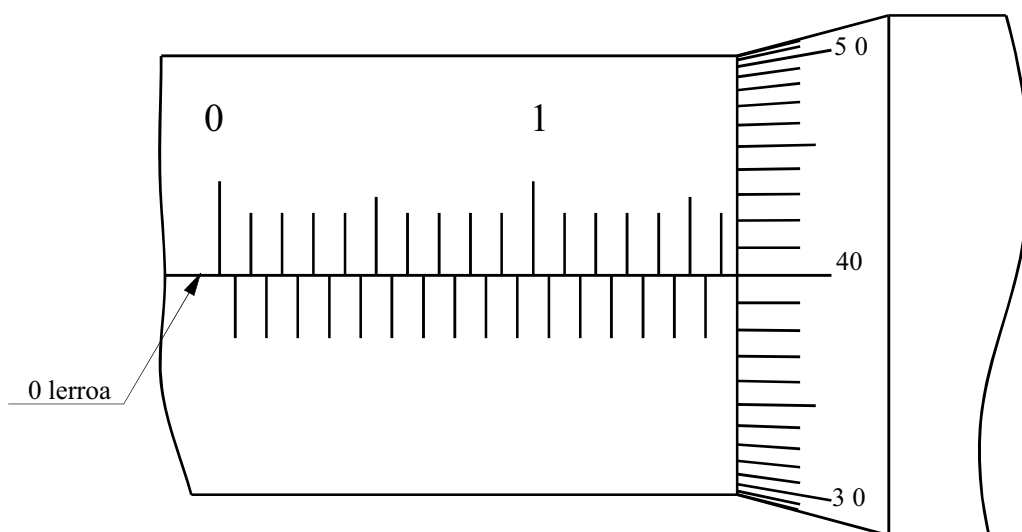
Mikrometririk txikiena 1.40. irudikoa da, eta 0 eta 25 mm bitarteko piezak neurtzen ditu. Mikrometroaren ezaugarriak kontuan hartuta, danbor-birakaria 25 mm atzeratzeko 50 bira eman behar dizkiogu. Danborraren zirkunferentzia 50 zatitan banatuta dago, eta haren zati bat biratzeak 0,01 mm-ko desplazamendu lineala eginarazten dio haztagailu higikorriari.



1.41. irudia.

1.41. irudiko mikrometroa 25 mm-ko piezak baino handiagoak neurtzeko erabiliko dugu. Mikrometro horrek 25 eta 50 mm bitarteko piezak neur ditzake.

Adibide gisa, 1.42. irudian agertzen den neurketa azalduko dugu.

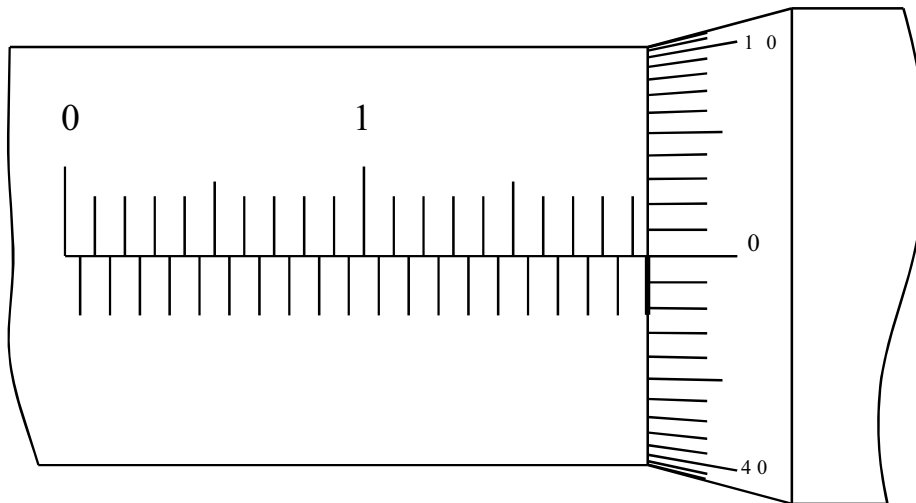


NEURRIA: 16,40 mm

1.42. irudia.

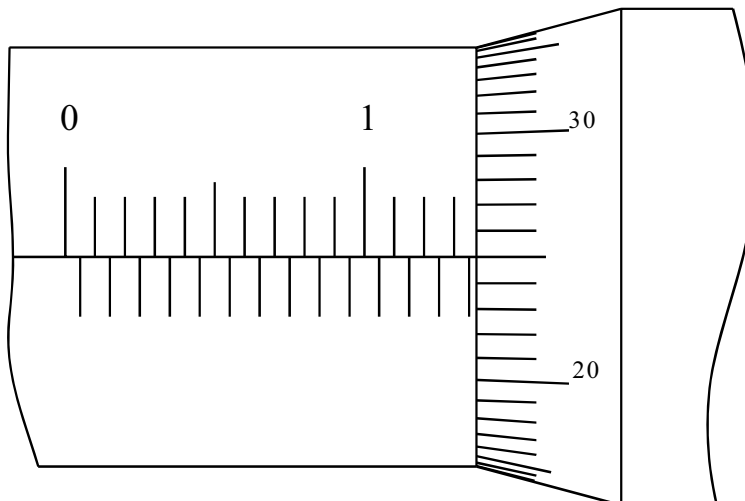
Milimetro osoak ala erdiak diren jakiteko, danbor birakaritik hurbilen danbor finkoaren 0 lerroaren goiko marra ala behekoa geratzen den ikusi behar dugu. Zati ehundarra jakiteko, berriz, danbor finkoaren 0 lerroaren parean danbor birakariaren zein marra geratzen den ikusi behar dugu (milimetro erdien kasuan, emaitza horri 0,5 gehitu behar zaio).

Adibidez: 1.42. irudian neurria 16,40 mm-koa da.



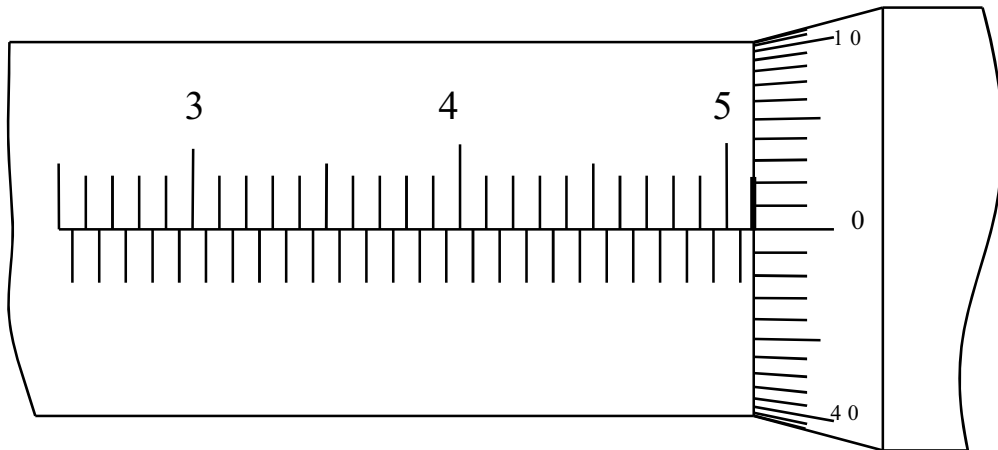
NEURRIA: 19,50 mm

1.43. irudia.



NEURRIA: 13,75 mm

1.44. irudia.



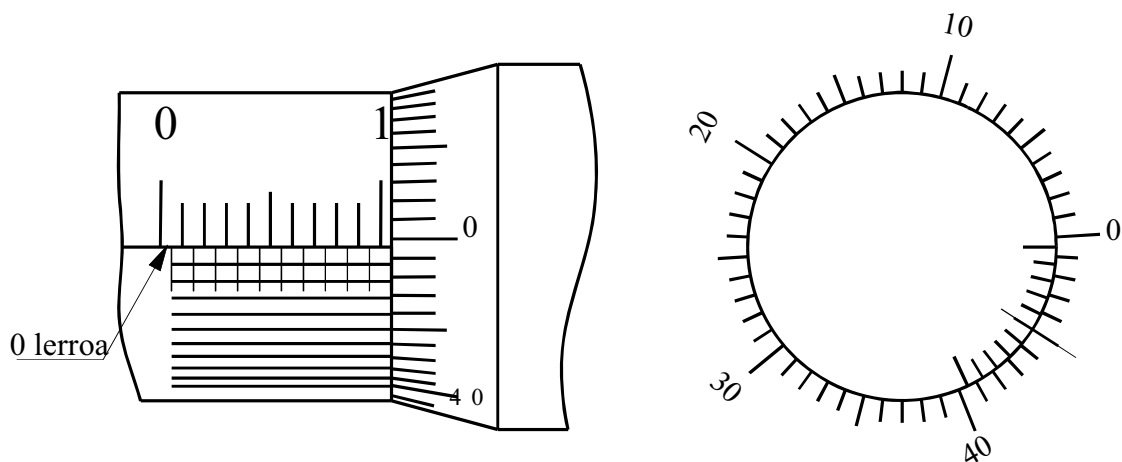
NEURRIA: 51,00 mm

1.45. irudia.

◆ MIKROMETRO MILARRA

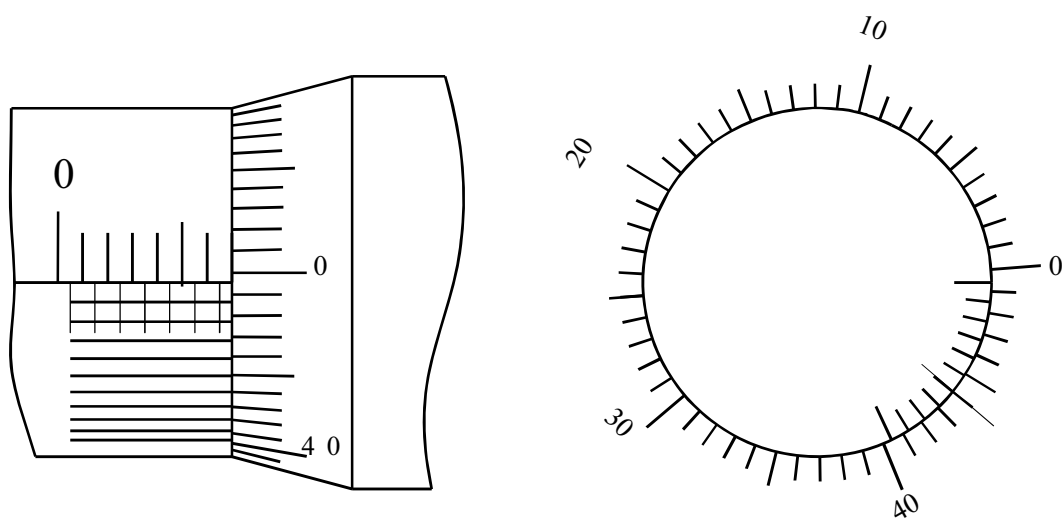
Aurreko kapituluan komentatu bezala, badaude 0,001 mm-ko doitasuneko mikrometroak. Mikrometro batean halako doitasuna lortzea ez da erraza. Horrelako neurgailua fabrikatzea zaila eta oso garestia da, besteak beste, mikrometroan nonius zirkularra egin behar dugulako.

Nonius zirkularra lortzeko, nonius linealarekin gertatzen zen bezala, bederatzi zati ehundarretik hamar zati egingo ditugu. Hamar zati horiek erregelaren 0 lerroaren azpitik kokatuta jarri behar ditugu, neurria modu egokian irakurtzeko.



NEURRIA: 10,495 mm

1.46. irudia.



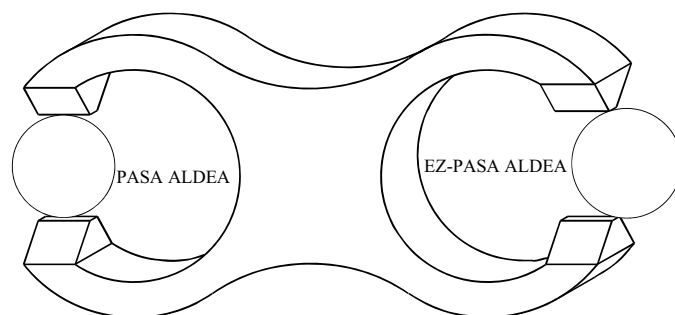
NEURRIA: 6,994 mm

1.47. irudia.

2.1.5. KALIBRE FINKOAK

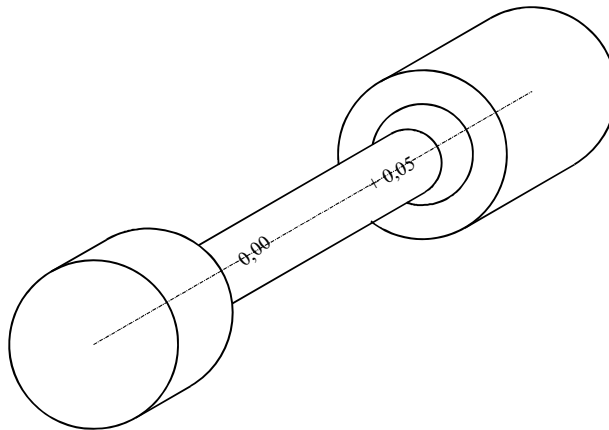
Kalibre finkoko bi mota daude: ardatzak neurtzeko erabiltzen direnak eta zuloak neurtzeko erabiltzen direnak. Edozein kasutan perdoi linealaren kontrola egiteko erabiltzen dira, serieko piezen kalitate-kontrola egiteko, hain zuzen. Perdoiaren bi mugetako neurriak dituzte eta alde batetik pasatuko da pieza erratua, baina bestetik ez.

Ardatzak neurtzeko kalibre finkoa 1.48. irudikoa da. Pieza asko kontrolatu nahi ditugunean, mikrometroa erabiltzea denbora galtzea besterik ez da. Kontrolatu nahi dugun ardatzaren perdoientzat kalibre finko egokia aukeratu behar dugu.



1.48. irudia. Ardatzak neurtzeko PASA/EZ-PASA kalibre finkoa.

Zuloak neurtzeko kalibre finkoekin berdin gertatzen da; kontrolatu nahi dugun zuloaren perdoientzat ere kalibre finko egokia aukeratu behar dugu. Kalibre finkoarekin azkar egingo dugu kalitate-kontrola, eta ez da garestia izango.



1.49. irudia. Zuloak neurtzeko PASA/EZ-PASA kalibre finkoa.

2.1.6. PERDOI GEOMETRIKOAK

Perdoi lineala pieza baten neurriari dagokio; perdoi geometrikoa, berriz, piezaren formari, orientazioari, oszilazioari eta situazioari. Mota askotako perdoi geometrikoak daude, baina disko-balaztan erabiliko ditugunak bakarrik aztertuko ditugu. Adierazteko era normalizatuta dago eta irudian agertzen den bezala egiten da, laukizuzen baten barruan hiru karratu eginda. Lehenengo karratua perdoi geometrikoa adieraziko dugu; irudi simple batez adieraziko dugu zer-nolako perdoi geometrikoa izango den. Bigarren karratua perdoi geometrikoa zeri dagokion adierazteko da: azalera bati, ardatz bati... Eta hirugarrena perdoi linealaren mugak ezartzeko erabiliko dugu.

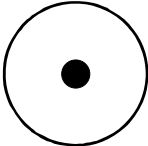
Garrantzitsuen perdoi lineala izango da. Zenbat eta estuagoa izan perdoi-eremua orduan eta zailagoa izango da pieza egitea. Kontu handiz ibili behar dugu perdoi lineala ezartzean: eremua estuegia denean ezin izango dugu pieza egin, eta zabalegia denean ez ditu nahi ditugun ezaugarriak beteko eta piezak ez du ezertarako balioko.

Perdoi bakoitza laukizuzen batean adieraziko dugu eta ez dugu errepikatuko; bi aldiz adieraztea denbora galtzea besterik ez litzateke. Disko-balaztaren kasuan, haren erabileraren araberakoak izango dira: auto baten eta kamioi baten perdoi geometrikoak eta linealak desberdinak izango dira. Autoentzako disko-balazta batean ere perdoi linealak eta geometrikoak desberdinak izan daitezke, lortu nahi dugun segurtasunagatik, iraupenagatik, mantentzeagatik eta abar.

PERDOI GEOMETRIKOA	PERDOI GEOMETRIKOA ZERI DAGOKION	PERDOI LINEALA
-----------------------	----------------------------------------	-------------------

1.50. irudia.

◆ ZENTROKIDETASUNA

	A	± 0.01
-------------------------------------------------------------------------------------	---	------------

1.51. irudia. Zentrokidetasun-kontrola.

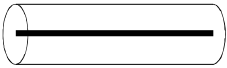
Azalera koniko eta zilindrikoentzat erabiltzen da. Irudiko perdoi geometrikoa. Azalera zilindriko edo konikoaren zentroa A ardatzarekin bat datorrela adierazten du perdoi honek. Planoan A ardatza zein den adieraziko dugu eta zentrokidetasun-perdoia nahi dugun azalerrari jarriko diogu.

Disko-balaztaren erabileraren helburua autoa ahalik eta denborarik laburrenean geratzea da. Autoa gelditzea marruskaduraren bitartez lortuko dugu. Marruskadurak beti beroa sorrarazten dio piezari; horregatik marruskadura gutxien agertzea komenigarria izango da. Saihestu behar dugun marruskadura erradiala da, eta horrela gertatzeko, zulo zilindrikoak eta marruskadura-azalerek zentrokideak izan behar dute.

Hori lortzeko, pieza finkatzeko sistema aproposena aukeratu behar dugu; kasu honetan, kanpoko finkapena eta hiru atzaparreko plater autozentratuarekin egingo dugu.

Zenbat eta perdoi lineala estuagoa, orduan eta marruskadura txikiagoa agertuko da eta disko-balazta ez da asko berotuko. Kontuan hartu behar dugu beroarekin edozein material bigundu egiten dela, eta kasu honetan garrantzi handiko ezaugarria izango da materialaren gogortasuna.

◆ ARDAZKIDETASUNA

	<h1>A</h1>	$\begin{array}{r} + \\ - \end{array} 0.01$
------------------------------------------------------------------------------------	------------	--------------------------------------------

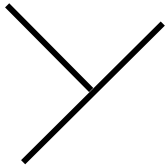
1.52. irudia. Ardazkidetasun-kontrola.

Ardazkidetasuna disko-balaztaren marruskadura-azalen ardatz-higadurarekin erlazionatuta dago. Disko-balaztari ardazkidetasun-kontrola ez egiteak marruskadura-azalaren ardatz-higadura eragin diezaioke. Ardatz-higadura horrek bibrazioak sorraraziko ditu direkzioan, eta hori beti txarra da. Ardazkidetasun-kontrola zentrokidetasun-kontrola baino garrantzitsuagoa dela esan daiteke, zentrokidetasun-kontrolak bibrazioak ager daitezkeen saihesten duelako.

Edozein eratako bibrazioak txarrak dira auto edo kamioientzat, piezen arteko lasaierak eragingo baititu eta auto edo kamioiaren iraupena laburragoa eta segurtasun txikiagokoa izango baita. Kalitate oneko disko-balazta lortu nahi badugu, ezinbestekoa da ardazkidetasun-kontrola egitea.

Ardazkidetasun- eta zentrokidetasun-kontrolak egiteko erabiltzen den neurgailua erloju konparatzailea da. Neurgailuaren aukeraketa perdoi linealaren doitasunaren arabera izango da.

◆ ELKARZUTASUNA

	A	$\begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 0.01$
-----------------------------------------------------------------------------------	----------	-------------------------------------------

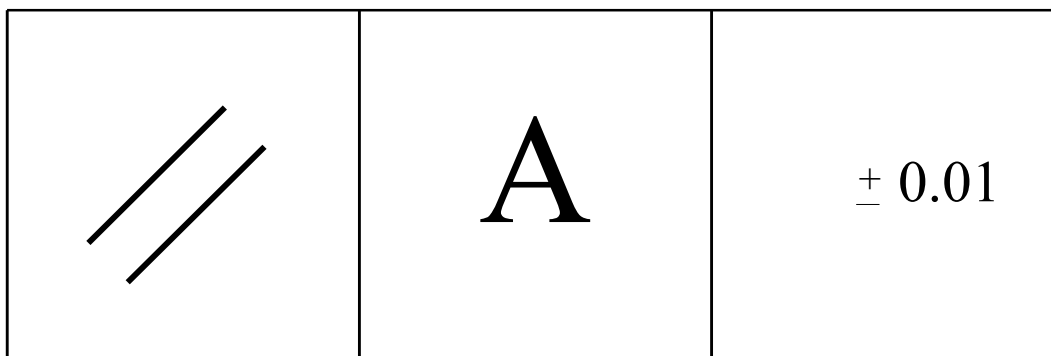
1.53. irudia. Elkarzutasun-kontrola.

Marruskadura-azalek biraketa-ardatzarekiko zutak izan behar dute; bestela, ardazkidetasunarekin gertatzen den bezala, ardatz-higadura agertuko da balazta-pastilletan. Higadura horrek bibrazioak sorraraziko ditu eta autoak iraupen laburragoa izateaz gain, ez da oso segurua izango.

Elkarzutasun-kontrola egiteko erloju konparatzaila erabiltzen da. Erlojuak ardatz-higadura neurtuko du eta perdoitik kanpo badago, txartzat emango dugu pieza. Horrelakorik ez gertatzeko, mandril baten bitartez lotuko dugu pieza, eta bi marruskadura-azalak lotura bakar batez mekanizatuko ditugu, horrela elkarzutasuna ziurtatuta egongo da.

Doitasun-mailak aproposena izan behar du; zenbat eta doitasun handiagoa, orduan eta lortzeko zailagoa izango da, baina aldi berean orduan eta disko-balazta seguruagoa lortuko dugu. Doitasunaren mailak erlazio zuzena du segurtasunarekin. Doitasun handiko disko-balazta auto seguruentzat izango da; nahiz eta garestia izan, segurtasuna da lortu nahi duguna.

◆ PARALELOTASUNA



1.54. irudia. Paralelotasun-kontrola.

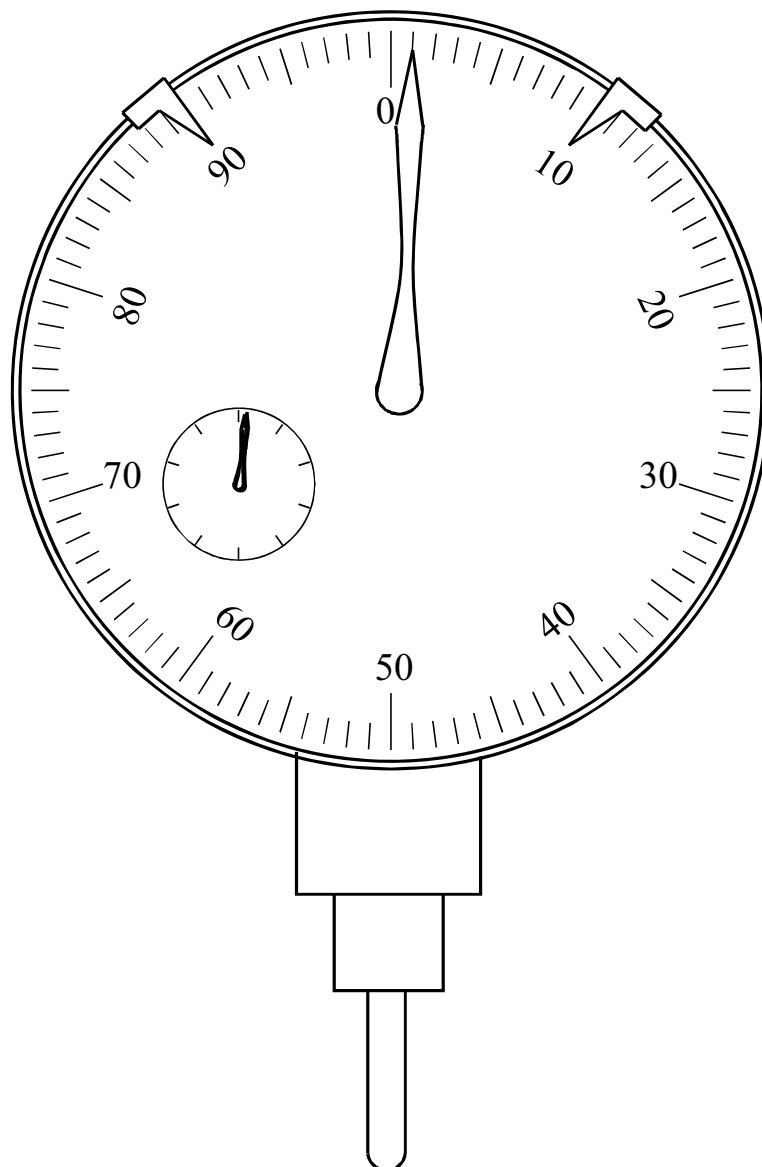
Paralelotasuna bi azalen, edo bi ardatzen, edo ardatzaren eta azalaren arteko paralelotasuna mugatzen duen perdoi geometrikoa da. Disko-balaztaren kasuan, bi marruskadura-azalen arteko paralelotasunaren kontrola egin ahal izateko erabiliko dugu. Bi marruskadura-azalen arteko paralelotasunik ez badago, balazta-pastillek zirkunferentziaren alde batean gehiago balaztatuko dute beste aldean baino. Horrek, batetik, pastillak garaia baino lehenago higatzea ekarriko du, eta beste aldetik, bibrazioak agerraraziko ditu. Kontuan hartu behar dugu, bi akats horiekin ezin dela segurtasun handiko disko-balaztarik lortu.

Perdoi geometriko hau lortzeko, ondo aukeratu behar dugu erabiliko dugun pieza finkatzeko sistema. Kasu honetan ezinbestekoa da mandrila erabiltzea. Mandrila erabiliz, finkapen bakar batez mekanizatu ahalko ditugu bi marruskadura-azalak; horrela ziurtatuko dugu bi azalen arteko paralelotasuna.

Perdoiaren kontrola egiteko erabiltzen den tresna erloju konparatzailea da. Izenak berak esaten duen bezala, ez da neurtzeko tresna, konparatzekoa baizik. Bi marruskadura-azalak paraleloak diren egiaztatu behar da, baina balaztak lan ondo egin dezan azaletako batek ardatzarekiko zuta izan behar du.

2.1.7. ERLOJU KONPARATZAILE EHUNDARRA

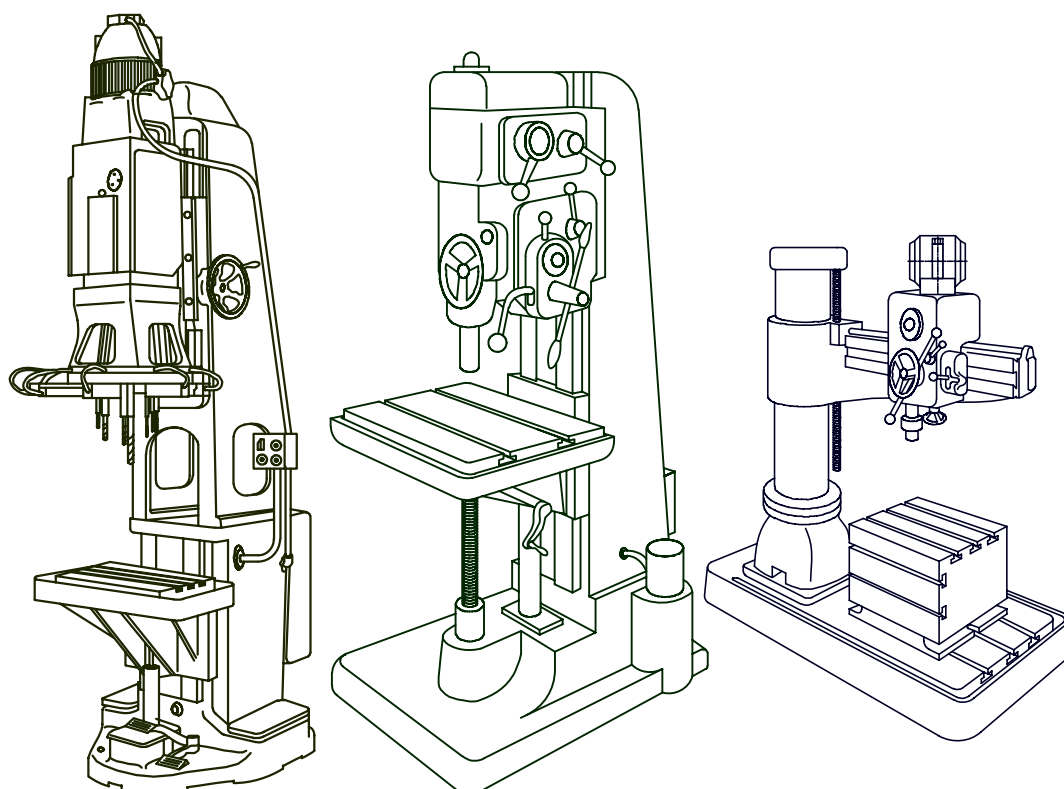
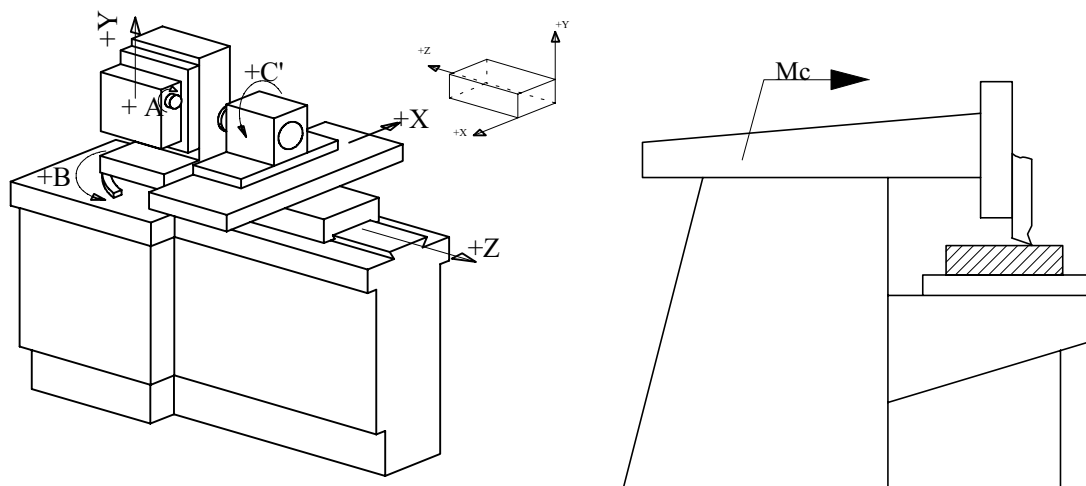
Perdoi geometrikoen kontrola egiteko erabiltzen da. Erloju konparatzailea ez da neurtzeko erabiltzen, konparatzeko baizik. Azalen edo ardatzen ezaugarriak konparatzen ditu. Horrela, zentrokidetasun-kontrola, ardazkidetasun-kontrola, elkarzutasun-kontrola edo paralelotasun-kontrola egiteko erabil dezakegu. 1.55. irudiko erlojuak bi orratz ditu: handienak zati ehundarrak neurtzen ditu, txikienak, berriz, handienaren bira osoak.



1.55. irudia.

Perdoiaren mugak errazago kontrolatu ahal izateko, muga-orratzak erabiltzen dira: kasu horretan perdoiaren mugak $\pm 0,1$ mm-koak dira. 1.55. irudiko irakurketa 0,01 mm-koa izango da.

2.2. Makina-erreminta laguntzaileetako ekoizpena



2.2.1. MAKINA-ERREMINTA LAGUNTZAILEEN EZAUGARRIAK

◆ ZULATZEKO MAKINA

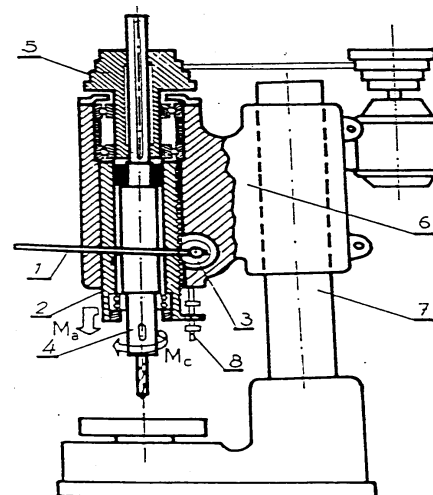
Izenak berak dioen bezala, zulatzeko makina piezari zuloak egiteko erabiltzen den makina da eta erabiltzen duen erreminta barautsa da. Zulatzeko makinak era honetan sailkatzen dira:

Ardatz bakarrekoak {
– sentsitiboak.
– zutabedun automatikokoak
– erradialak

Ardatz aniztunak {
– buru aniztunak
– ardatz aniztunak
– buru autonomodunak.

Lehen sailekoak pieza unitarioak nahiz serie txikiko piezak egiteko erabiltzen dira. Bigarren sailekoak, aldiz, serie ertain eta handietan dute aplikazioa.

Zulatzeko makina sentsitibo baten buruaren deskribapena (2.1. irudia): izenak adierazten duen bezala, zulatzean, erreminta eskuz jaitsi edo aitzina egiten da, palankaren (1) bidez, kaskilo-kreamilera (2) pinoiaren (3) bidez higitzen duela; jaistean, kaskilo-kreamilerak bere barnean errodamentuan muntatuta duen ardatza (4) arrastatzen du. Ardatzaren (4) atzeko aldea, txirrikari (5) txabeta lerrakor baten bidez loturik dago, eta txirrika horretatik hartzen du biraketa-higidura. Buru (6) guztia, zutabe (7) gora jaso ala behera jaits daiteke. Tope-torlojuak (7) mugatzen du barautsa jaistea.



2.1. irudia.

Zulatzeko makina sentsitiboa mahai gainekoa edo zutabeduna izan daiteke eta lehen esan bezala, pieza txiki unitarioetan nahiz serie txikiko piezetan erabiltzen dira.

• Zultatzeo makina automatikoa

Zultatzeo makina automatikoaren berezitasuna barautsaren aitzinapena automatikoa izatea da. Makina automatikoa zutabedunak izan ohi dira. Ikus dezagun horrelako makina baten funtzionamendua (2.2. irudia): abiadura-kaxak, motorraren eraginez, barautsaren birak aldatzen ditu. Engranajez osaturik dago eta abiadura-aldaketa agintean (17) bidez egiten da. Barautsaren aitzinapena *sentsitiboki* egin daiteke, *palankaren* (4) bidez, *mekanikoki bolantez* (16) edota *automatikoki* —aitzinapen-kaxa (5) erabiltzen baldin bada— agintearen (3) bidez. Aitzinapen-kaxa ere engranajez osatzen da eta motorretik zuzenean edota abiadura-kaxaren bitartez hartzen du higidura.

Mahai gaineko zultatzeo makinek baino pieza handiagoak onartzen dituzte eta 50 mm-ko zuloak egin ditzakete makinaren tamainaren eta potentziaren arabera. Gehienetan makina horiek hozte-zirkuitoa edukitzen dute. *Ponpa* (11) batek bidaltzen du likido hozgarria barautsera *tututik* (14) eta likido hori *depositura* itzultzen da beste *tututik* (7).

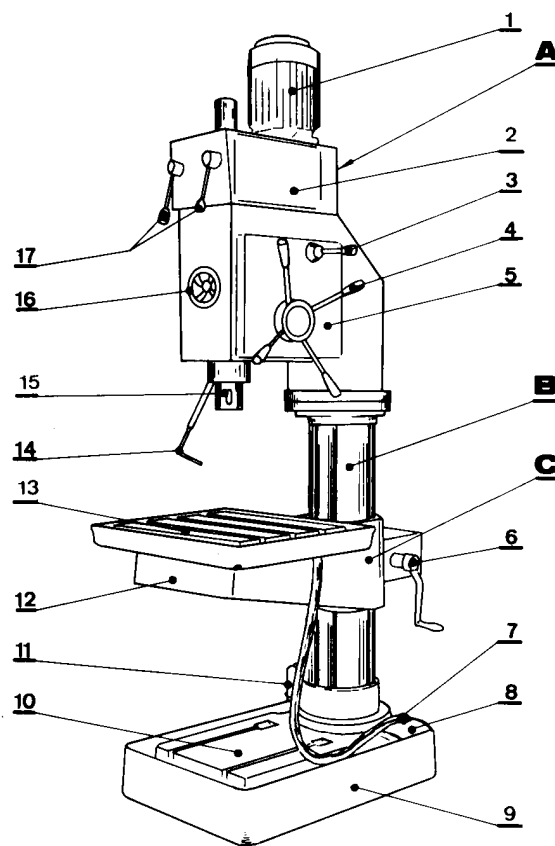
Zultatzeo zutabedun makina hauen abiadura-kaxa batzuk uhalezkoak izan ohi dira. Abiadura-kaxa horiek aitzinapen automatikorik gabeak izaten dira; aitzinapen sentsitiboa eta mekanikoa bakarrik edukitzen dute, eta 32 mm ingururainoko zuloak egin ditzakete.

• Zulaketaren teknika

Zulaketa behar bezala egiteko, hainbat puntu kontuan hartu behar dira, barautsaren zorrozketatik hasi eta langilearen segurtasun-arauetaraino. Barautsen zorrozketak beste unitate batean aipatuko bada ere, segurtasun-arauak beherago aipatuko ditugu.

Zulaketa-eragiketa batean jarraitu behar den lan-prozesua honako hau da:

- 1.- Lanaren plano edo irudia ikasi.
- 2.- Zultatzeo makina-mota, barautsa eta piezaren lotura-mota aukeratu.



2.2. irudia.

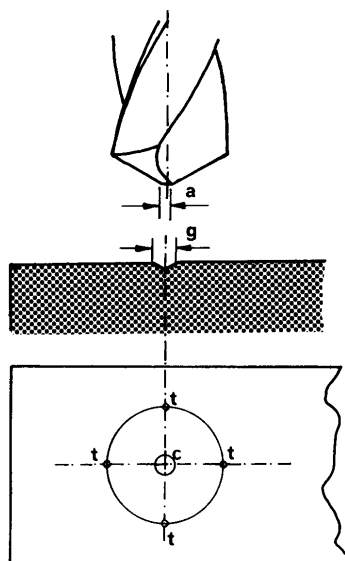
- 3.- Zuloaren erdigunea graneteaz barautsaren zeharkako ertza egindako hatzean sar dadin ongi markatu.
 - 4.- Piezari tinko eutsi aukeratutako loturan.
 - 5.- Barautsa ondo zorroztua muntatu barauts-etxean edo Morse konoan.
 - 6.- Barautsaren punta zuloaren posizioa adierazten duen granetearen puntuarekiko lerrokatu.
 - 7.- Ebaketa-abiadura eta aitzinapen egokiak aukeratu.
 - 8.- Eskuz zulatzen hasi, zuloa posizio zuzenean hasi den ikusi arte.
 - 9.- Aitzinapen automatikoz zulatu, ahal badugu.
 - 10.- Hozgarri ugari erabili.
 - 11.- Barautsa atzeratu eta makina geratu.
 - 12.- Pieza askatu eta finkagailuaren azalera garbitu.
- (Serie bat egiten ari bagara, lotu beste pieza bat eta 8. puntutik aurrera jarraitu).

Zuloak sakonak direnean eta barautsari aitzinapena eskuz ematen diogunean, beharrezkoa da sarritan ateratzea, eta ez txirbila ateratzeko soilik, baita barautsa hozteko ere. Zuloa zenbat eta sakonagoa izan ateratze horiek, hainbat eta sarriago egin behar dira.

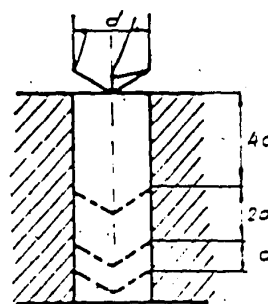
• **Zulaketan kontuan izan beharreko parametroak**

Makina-erreminta gehienen ardatzek hiru higidura-mota (M_c , M_a , M_p) badituzte ere, zulaketa eragiketan barautsak bi higidura-mota ditu (M_c eta M_a). Kasu horretan, aitzinapen-higidura (M_a) eta sartze-higidura (M_p) bat datozenez, higidura horri aitzinapen-higidura (M_a) deitzen diogu.

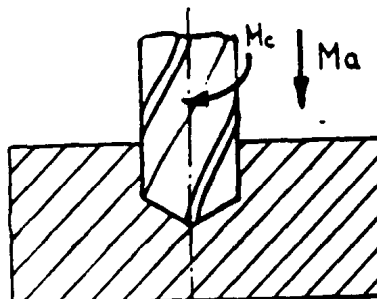
- 1.- *Ebaketa-higidura* (M_c): barautsak duen biraketa-higidura uniforme da.
- 2.- *Aitzinapen-higidura* (M_a): barautsak zuloa sakontzeko duen higidura zuzena eta uniforme da.



2.3. irudia.



2.4. irudia.



2.5. irudia. Zulaketa-higidurak.

1.- Ebaketa-higidura

Zulatzeko makina batean, ebaketa-higidura bi eratan adieraz daiteke: ebaketa-abiadura bezala (V_c) m/min-tan ala biraketa-abiadura (N) bezala b/min-tan.

Ebaketa-abiadura zulaketa-prozesuan, barautsaren kanpoko aldeko puntu batek denbora-unitateko egiten duen bidea da; V_c deritzogu. Lege fisiko baten arabera, higidura uniforme batean, V abiadura baldin bada, e bidearen luzera eta t denbora; horien arteko erlazioa hauxe da:

$$V = \frac{e}{t}$$

e metroan adierazten bada eta t minututan, abiadura m/min-tan adieraziko da.

2.6. irudian ikus dezakegunez, P puntuaren (3) higidurari aplikatuz gero: P puntuak bira batean eginiko bidea zirkunferentziaren luzera (l) izango da. Diametroa d bada:

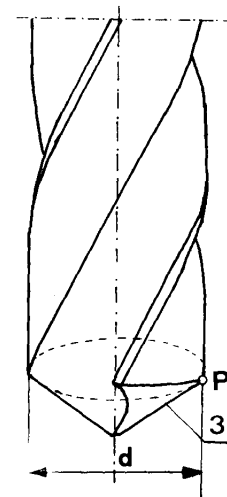
$$l = \pi \times d$$

Puntu horrexek, N bira egiten dituzenean, ibilitako bidea hauxe izango da:

$$l = \pi \times d \times N$$

N bira horiek minutu batean egiten baditu, P puntuaren abiadura barautsari dagokion ebaketa-abiadura izango da eta haren balioa:

$$V_c = \pi \times d \times N \quad \text{mm/min.}$$



2.6. irudia.

Emaitza hau m/min-tan adierazi behar denez gero, milimetroak metroara bihurtzeko, zati mila egin beharko dugu:

$$V_C = \frac{\pi \times d \times N}{1.000} \quad \mathbf{m/min.}$$

d: barautsaren diametroa mm-tan.

N: birak minutuko.

Vc: ebaketa-abiadura m/min-tan

Adibidea. Kalkulatu 700 b/min-ko abiadura duen 10 mm-ko diametroko barauts baten ebaketa-abiadura.

$$V_C = \frac{\pi \times d \times N}{1.000} = \frac{\pi \times 10 \times 700}{1.000} = 21,98 \quad \mathbf{m/min.}$$

• ***Ebaketa-abiaduraren balioa***

Lan bakoitzerako hautatzea komeni den ebaketa-abiadura ez daiteke edozein izan. Ebaketa-higidura txikia baldin bada, erremintak mekanizatu behar duen ingurua egiteko denbora handia behar du eta horrela produkzio txikia lortzen da. Bestalde, ebaketa-abiadura handia baldin bada, erreminta asko berotzen da eta laster hondatu edo kamusten da eta sarri zorroztu behar izaten da; horrela, lana gelditu egiten da eta erreminta agudo urratzen da. Ekonomiaren aurkako produkzioa darama horrek. Beraz, Vc ebaketa-abiadurarentzat balio egokia bilatu behar da lan bakoitzerako. Balio hori, lanaren beste baldintza batzuez gain, landu behar den materialaren eta erremintaren materialaren menpe dago.

• **Ebaketa-abiadurak materialen arabera**

PIEZAREN MATERIALA	BARAUTSAREN MATERIALA					
	Lehorrean			Hozgarritz		
	F-515	F-551	F-553	F-515	F-551	F-553
Brontzea-Letoia.....	20	35	50	–	–	–
Burdinurtu grisa.....	16	20	24	–	–	–
R = 40 kg/mm ² -ko altzairua.....	12	16	22	16	20	28
R = 60 kg/mm ² -ko altzairua.....	9	12	18	12	15	20
R = 80 kg/mm ² -ko altzairua.....	5	8	12	8	10	15

• **Biraketa-abiadura**

Barautsaren puntu batek minutu bakoitzean egiten duen bira-kopuruari deritzo horrela, eta N letraz adierazten dugu.

Zulatzeko makina baten biraketa-abiadura abiadura-kaxaz erregulatzen da. Zutabedun zulatzeko makinetan abiadura-kaxa engranajeduna izaten da eta zulatzeko makina sentsitiboetan, xirringa konikoduna.

Praktikan, langileak, biraketa-kopurua (N) jakinda, abiadura-kaxaren bidez, ardatz nagusiaren birak minutuko erregulatuko ditu.

Aurreko formulatik N bereiziz:

$$N = \frac{1.000 \times V_c}{\pi \times d}$$

Adibidez: Kalkulatu zulatzeko makina batean minutuko hautatu behar diren birak 10 mm-ko barauts bat erabili eta 22 m/min-ko ebaketa-abiadura batez lan egin behar baldin bada.

$$N = \frac{1.000 \times V_c}{\pi \times d} = \frac{1.000 \times 22}{\pi \times 10} = 700,6 \text{ b/min}$$

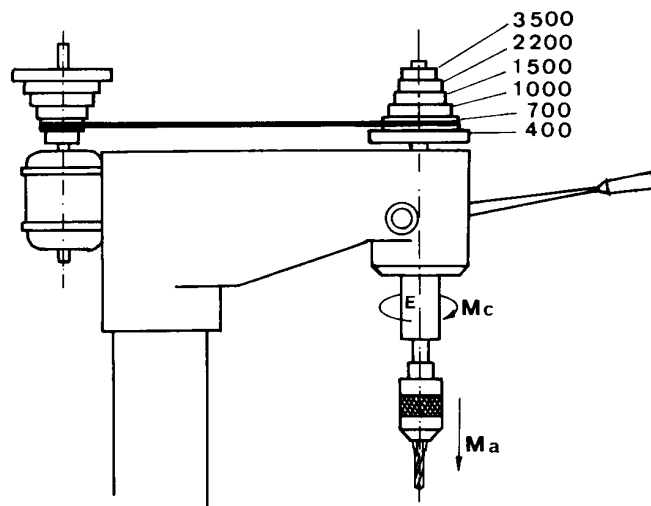
2.- Aitzinapen-higidura

Barautsak bere ardatzaren norabide zuzenean bira bakoitzean egiten duen ibilbidea da. Horren balioa mm/b-tan eta "a" sinboloaz adierazten da.

Aitzinapena honako baldintza hauen baitan dago:

- *zulatu behar den materialaren gogortasuna.* Material bigun batentzat aitzinapen handiagoa erabil daiteke material gogor batentzat baino.
- *barautsaren d diametroa.* Zenbat eta diametro handiagoa, hainbat eta eragozpen handiagoa; beraz, aitzinapen txikiagoa erabili behar da.

Batez beste, material bakoitzarentzat erabili behar den aitzinapena ondoko taulan agertzen da.



2.7. irudia.

MATERIAL BIGUNAK	Aluminioa Letoia Brontzea	$a = 0,02 \text{ d}$
MAT. ERDIGOGORRAK	80 kg/mm ² -rainoko altzairua. Burdinurtu grisa	$a = 0,01 \text{ d}$
MATERIAL GOGORRAK	80 kg/mm ² -tik gorako altzairua. Burdinurtu zuria	$a = 0,005 \text{ d}$

Adibideak:

- 1- Kalkulatu 12 mm-ko barauts batek bira bakoitzeko zenbat mm-ko aitzinapena izan behar duen F-112 altzairua ebaki behar badu.

$$a = 0,01 \cdot d = 0,01 \cdot 12 = 0,12 \text{ mm/b.}$$

Aitzinapen automatikodun makina batean egiten bada lan, 0,12-tik hurbileneko aitzinapena erabili beharko da ardatz nagusian.

Zulatzeko makina sentsitiboetan eskuz egiten da barautsaren aitzinapena; beraz, ez daiteke bere balioa zehaztu.

- 2- Material gogor bat zulatzeko 7 mm-ko diametroko barauts bat erabiltzen badugu eta 1.000 b/min-ko biraketa-abiadura ezartzen badiogu, zenbat aitzinatuko da barauts hori minutu batean?

$$a = 0,005 \cdot d = 0,005 \cdot 7 = 0,035 \text{ mm/b.}$$

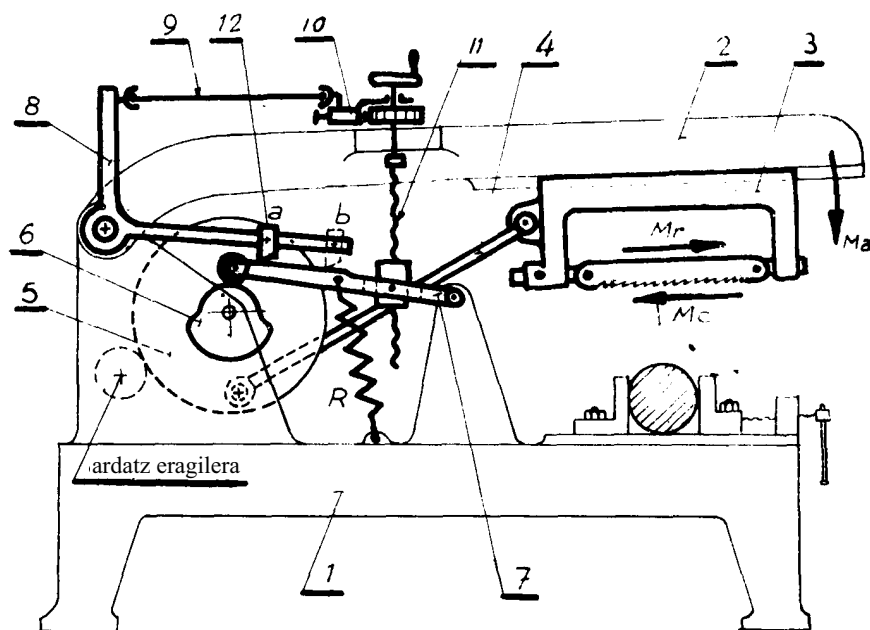
Minutu batean eginiko bidea, hots, minutuko aitzinapena, hauxe izango da:

$$a_{\min} = 0,035 \text{ mm/b} \times 1.000 \text{ b/min} = 35 \text{ mm/min.}$$

◆ **ZERRA MEKANIKOA**

Piezak egiteko erabiliko dugun materiala nahi dugun neurrira ebakitzeko erabiltzen den makina-erreminta laguntzailea da. Bi motatakoak dira ohikoenak: atzeraurerako zerra eta zinta-zerra.

Atzeraurerako zerra eskuzko zerraketan oinarriturik dago, izenak adierazten duen erara lan egiten baitu, baina eskuz zerratu ezin izango liratekeen lodiera handiko burdinak moz ditzake. Zinta-zerrak, berriz, ebaketa-higidura jarraia izanik, ebaketa azkarrago egin dezake eta gaur egun asko erabiltzen da.



2.8. irudia.

Atzeraurrerako zerra baten zatiak hauek dira: bankada (1) eta bertan giltzaturiko besoa (2); besoak miru-buztan itxurako gidariak ditu azpiko aldean eta haietan ahokatzen da zerra-uztaia (3). Zerra-uztai hori, atzera eta aurrera higitzen da bielari (4) eta biraderari (5) esker. Bi abiadura izan ohi ditu: bata 50 ibiltarte minutuko, lehorrean edo material gogorrak zerratzeko; bestea, berriz, 80 ibiltarte minutuko, hozgarriz zerratzeko edo material bigunak zerratzeko.

Atzera egiten duenean, zerra-uztaia altxatu egiten da, zerraren hortzek materialaren kontrako marruskadurarik izan ez dezaten; altxatze hau lortzeko, espekak (6) palanka (7) altxatzen du eta palankak, torlojuaren (11) bidez, besoari eragiten dio. R malgukiak palankaren eta espekaren arteko ukimena segurtatzen du.

Mekanismo hidraulikoak ere badaude gaur egun, besoa altxatzeko.

Aitzinapena automatikoki egiten da ondoko era honetan: palankak palanka ukondotuari (8) eragiten dio eta palanka ukondotuak hagatxoaren (9) bidez, trinketa (10) higitzen du, aldian bai eta aldian ez; trinketak noranzko batean torlojua (11) arrastatzen du eta bestean, berriz, bere krisketa torlojuan muntatuta dagoen gurpilaren hortzen gainetik jauzarazten du; aitzinapen handiagoa edo txikiagoa lortzeko, haztagailua (12) a edo b posiziorantz desplazatu behar da.

• **Zerra-orriak**

Makinaren zerra-orriak eskuz zerratzekoen antzekoak dira, baina neurri handiagokoak; arruntenek 14 eta 18 hazbeteko luzera eta 2 mm-ko lodiera dute, gutxi gorabehera.

Zerra-orriaren hortzen zenbatekoa, berriz, mekanizatu behar den materialaren gogortasunak, zerratu behar den profil-irudiak eta makinaren tamainak baldintzatzen dute:

MAKINA TXIKIAK	Altzairu biguna	14 hortz hazbeteko
	Altzairu erdigogorra	18 hortz hazbeteko
	Altzairu gogorra, tutuak eta profil meheak.	24 hortz hazbeteko

MAKINA HANDIAK	Altzairu biguna	8 hortz hazbeteko
	Altzairu erdigogorra	11 hortz hazbeteko
	Altzairu gogorra, tutuak eta profil meheak.	15 hortz hazbeteko

Makinaren zerra-orriak altzairu superlasterretik altzairu estralaster artekoak izan ohi dira.

Hona zerraketan kontuan hartu behar diren neurriak:

- Zerra-orria zuzen muntatuta dagoen ziurtatu behar da; behar hainbat tentsio izan behar du eta hortzak atzerakoan ebakitzen dutela jarri behar dira, trakzioz lan egin dezan.
- Piezak zurrunki muntaturik eta loturik egon behar du (barra luzea denean asto-euskarriak erabili behar dira).
- Makinari eskuz eraginez, uztai-muturrek materialik ez dutela jotzen ziurtatu behar da.
- Ebaketa-abiadura (ibiltarteak/min) erregulatu behar da.
- Aitzinapen-higidura erregulatu behar da.
- Makina martxan jarri eta besoa poliki-poliki jaitsi behar da zerra-orriak ukitu arte.
- Aitzinapen-higidura enbragatu behar da.
- Etengailu automatiko batek geratu behar du makina, pieza ebakitakoan.

Oharrak: Zerraketan zerra-orria urratu delako aldatu egin behar bada, ebaketan ez da piezaren alde beretik jarraitu behar, bira erdia eman piezari eta aurkako alde ebakitzen jarraitu behar da.

Zerra-orri bati hortzen muturrak erretzen bazaizkio, abiadura handiegiagatik gertatu zaiola kontu izan.

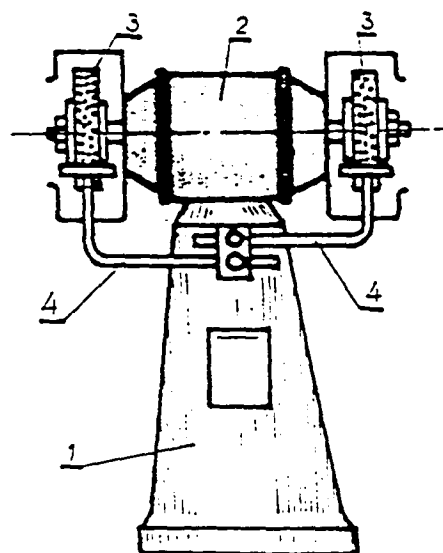
Hortzak apurtu edo jauzi egiten bazaizkio, berriz, gehiegizko aitzinapenagatik izango da; profilak lantzean, horiek era okerrean lotuta ditugulako izan daiteke.

Beti hozgarriren bat erabiltzea komeni da. Gehienetan taladrina erabili ohi da (olio disolbagarria + ura).

◆ ELEKTROESMERILGAILUA

Makina soil bat da; motorra (2) normalean oin baten (1) gainean muntaturik dago. Motor horren ardatza bi aldetatik irteten da eta harri urratzailea (3) du ertz bakoitzean. Euskarriek (4) zorroztu behar diren erremintak sostengatzeko balio dute.

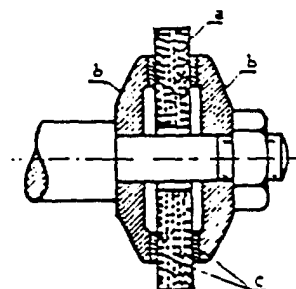
Elektroesmerilgailua edo elektrozorrozkailea ez da doitasunezko makina bat. Beraz, eskuz erraz egin daitezkeen lanetarako bakarrik erabiltzen da; adibidez, barautsak, zizelak eta karraskatzeko makinaren zein tornuaren hortzak zorrozteko, piezei mekanizatu aurreko edota ondoreneko bizarrak kentzeko, eta gogortasun-tratamenduren bat jaso duten piezei ukitu bat emateko.



2.9. irudia.

Ikus dezakegunez, 2.10. irudiak harri urragarriak muntatzeko era azaltzen digu. Harria (a) platertxoez (b) loturik dago eta tartean kartoizko zirindola (c) batzuk daude sartuta.

Irudiko ardatzaren ertzean bezala beste ertzean ere berdin muntatzen den beste harri urratzaile bat dago, baina kontuan hartu behar dugu bi ertz horietako hariak noranzko ezberdina dutela. Horregatik, harri urratzaileak ezin izango ditugu batera lotu; bata bestearekiko aparte lotu beharko ditugu.



2.10. irudia.

• Harri urratzaileak

Elektroesmerilgailuaren harri urratzaileak ardatzaren bi ertzetan muntatuta dauden bi erreminta dira. Harri urragarri horiek aglomeratzaile baten bidez loturiko ale urratzaileez osatuta daude. Urratzailea kalitate hobekoa edo txarragokoa izan daiteke; aglomeratzaileak, berriz, ale urratzaileei eusteko indar gehiago edo gutxiago izan dezake eta gainera, urratzaile-proportzioa handiagoa edo txikiagoa izan daiteke.

Ezaugarri horiek ondoko izen hauekin ezagutzen dira:

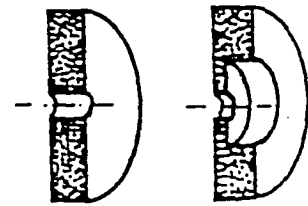
Urratzailea: urratzaile-mota edo kalitatea adierazten duena.

Alea: alearen tamaina adierazten duena.

Gradua: harriaren gogortasuna adierazten duena, hau da, alea jausteko erraztasun handiagoa edo txikiagoa adierazten duena.

Egitura: urratzailearen proportzio handiagoa edo txikiagoa adierazten duena.

Aglomeratzailea: ale urratzaileak elkarren artean lotzeko erabilitako elementua.



2.11. irudia.

Lan-mota bakoitzak eta mekanizatu behar den materialaren arabera, ezaugarri egokiak dituen harria behar du. Gainera, forma aldetik ere, oso desberdinak izan daitezke harriak. Elektroesmerilgailuan, ordea, kanpoaldeko ebaketadun harri zilindrikoak bakarrik erabiltzen dira edota, gehienez ere, aurretiko ebaketadunak.

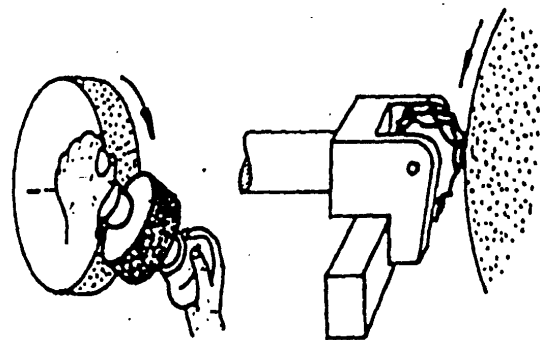
• Harria kamustea

Lanean, urraduraren eraginez, harriak kamustu egiten dira, eta bereziki, harria gogorra bada (biguna denean, urratutako aleak errazago jausten dira eta ebaketa-azalean ale berriak azaldu). Gainera, erabili eta erabili, azal irregular bilakatzen zaio edota materialez betetzen da.

Harriaren ebaketa-azala garbitu, berdindu eta leheneratzeko, ondoko elementu hauek erabiltzen dira:

Diaboloa: harri txiki eta oso gogorra da eta bi kirten biragarri ditu. Zeharka kontrajartzen zaio arteztu behar den harriari.

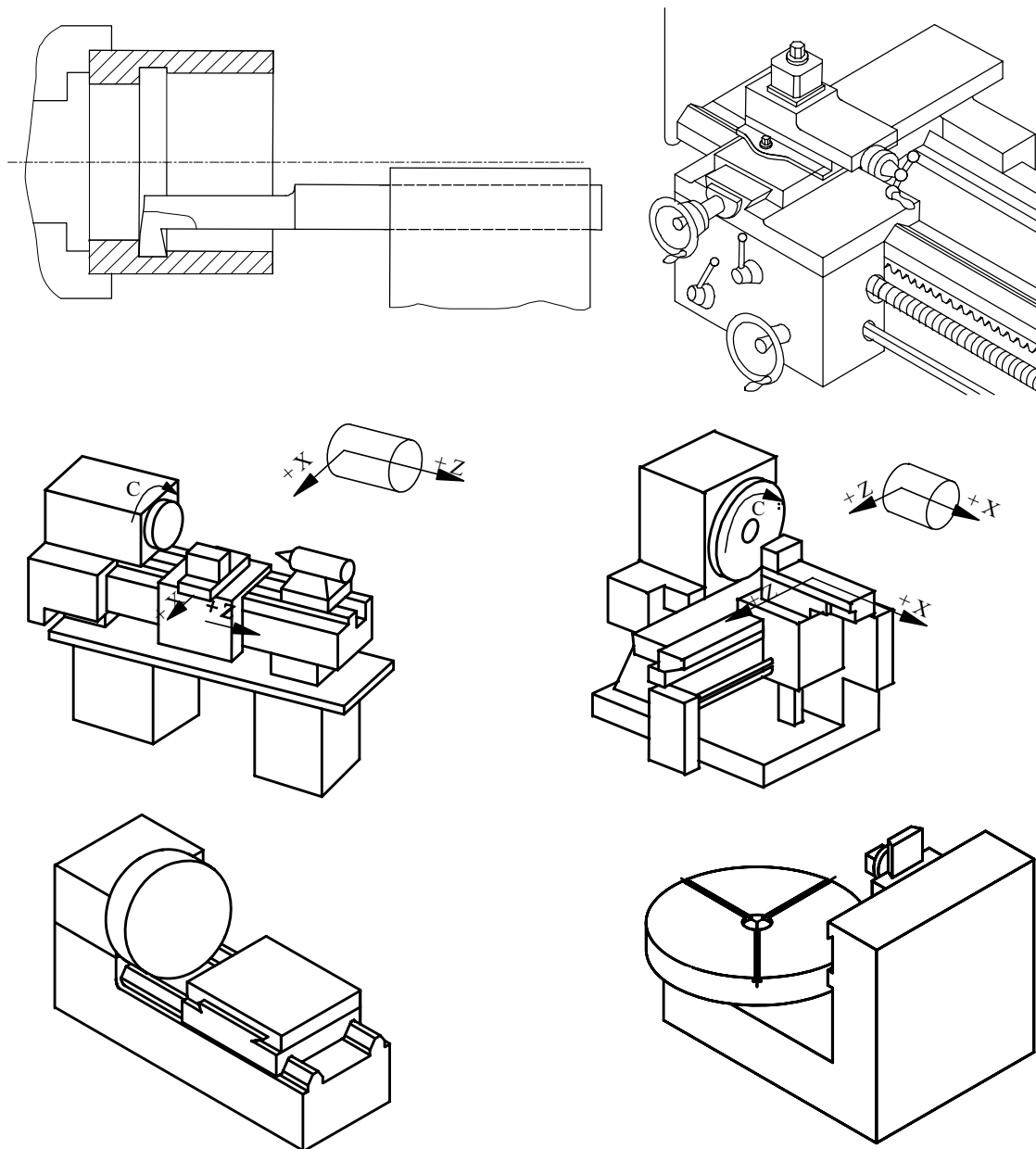
Erreparatzeko moletak: gurpiltxo txiki izar-erako batzuk dira eta, makinaren euskarri batean muntaturik, gurpiltxoen puntak harriaren ebaketa-azalari eragiten diote. Sistema ez da doitasun handikoa.



2.12. irudia.

Artezketa-diamantea: oso eraginkorra eta doitasun handikoa da; harriak euskarri batean muntatutako diamante txiki batez errepatatzen ditu. Baina hori behar bezala egin ahal izateko, orga zurrunean muntaturik egotea komeni da. Arrazoi horregatik ez da erabiltzen elektroesmerilgailuko harriak errepatatzeko.

2.3. Piezak tornuan mekanizatzea



2.3.1. TORNUA EDO TORNU PARALELOA

Tornua makina-erreminta bat da, eta bere eginkizun nagusia txirbil-harroketa bidez, eta neurri zehatz batzuk errespetatuz, piezei forma ematea da.

Txirbil-harroketa piezaren azalean erremintaren bidez eragiten den presio handiaz egiten da, eta horretarako, ezinbestekoa da piezaren higidura eta erremintarena aldi berean gertatzea. Hiru higidura-mota bereiz ditzakegu:

- Piezaren higidura.
- Erremintaren sartze-higidura.
- Erremintaren aitzinapen-higidura.

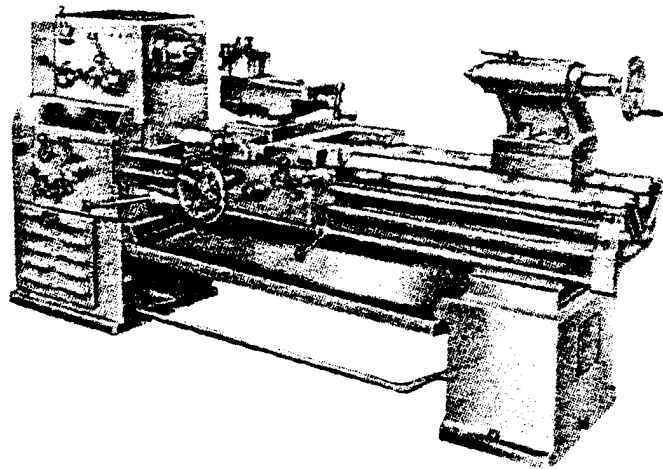
Hiru higidura horiei (Mc), (Mp) eta (Ma) deritze, hurrenez hurren.

Ebaketa-higidura motaren arabera, bi sailetan bana daitezke makina-erremintak:

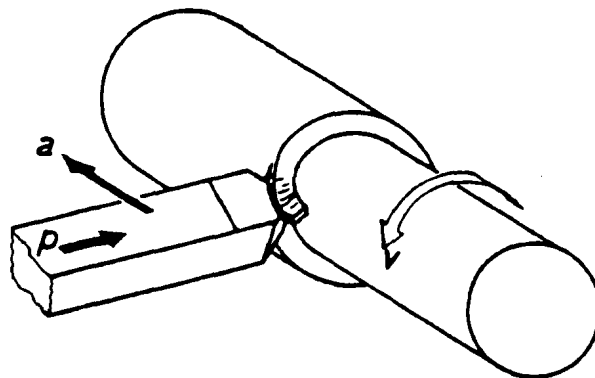
- *Higidura zirkularreko* makina-erremintak.
- *Higidura zuzeneko* makina-erremintak.

Tornu paraleloa higidura zirkularreko makina-erreminta da. Makina-erreminta horiek, ebaketa-higidura zeini dagokionaren arabera, beste bi multzotan banatzen dira, hau da:

- Ebaketa-higidura **piezak** duen makina-erremintak. Adibidez, tornuak.
- Ebaketa-higidura **erremintak** duen makina-erremintak. Adibidez, fresatzeko makinak.



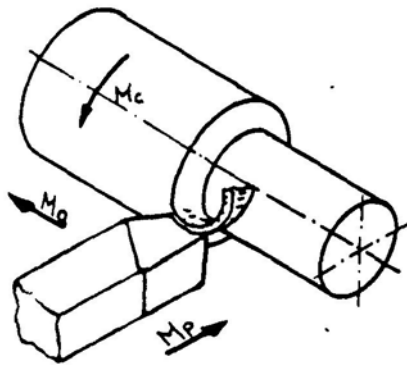
3.1. irudia.



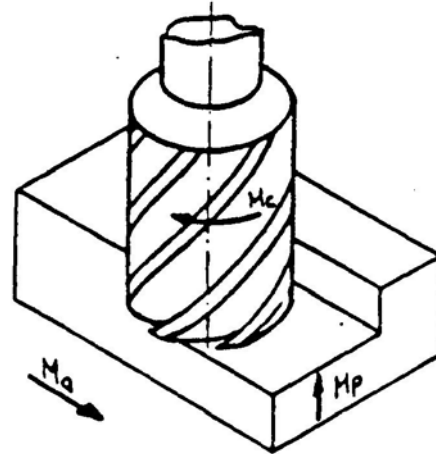
3.2. irudia.

Tornuaren kasuan, ebaketa-higidura piezak duenez, lehenengo kasuan gaude.

Tornua



Fresatzeko makina



3.3. irudia.

Higidura zirkularreko eta higidura zuzeneko makina-erremintak kontrolatzeko erak:

- Langilearen eraginez (eskuzko makinak).
- Pneumatikoki, hidraulikoki edo elektrikoki.
- Mekanikoki (adib.: espeken bidez).
- Ordenagailu bidez (zenbakizko kontrolez).

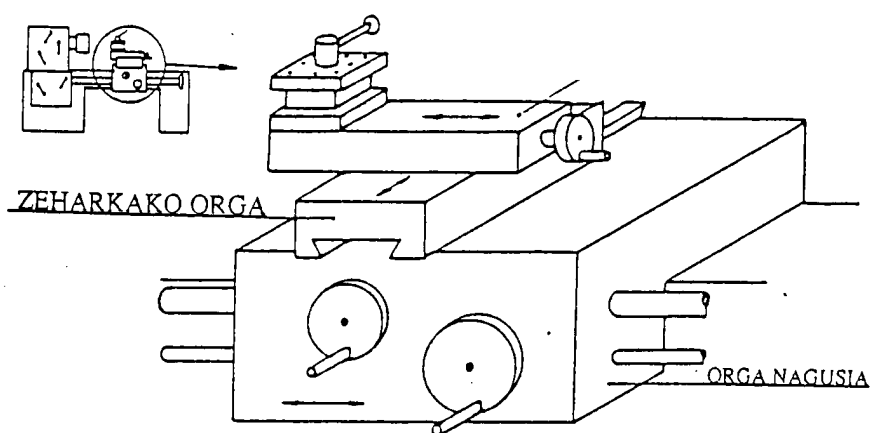
◆ HIGIDURA-ARDATZAK TORNU PARALELOAN

Z higidura-ardatza

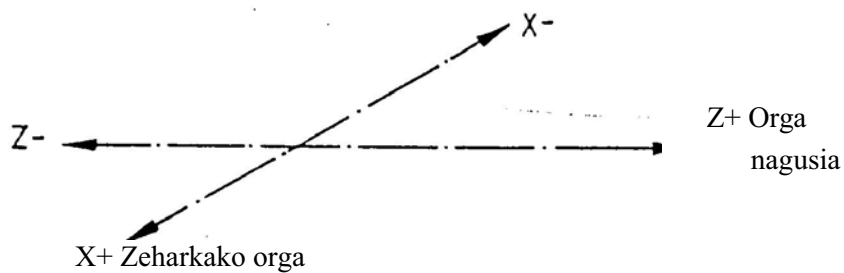
Bankadaren gidariekiko paraleloa da eta ardatz nagusiak ematen dio potentzia. Z ardatzaren higidura tornuaren ardatz nagusiarekin bat dator.

X higidura-ardatza

X ardatza Z ardatzarekiko elkarzuta da eta zeharkako orgaren gidariekiko paraleloa.



3.4. irudia.



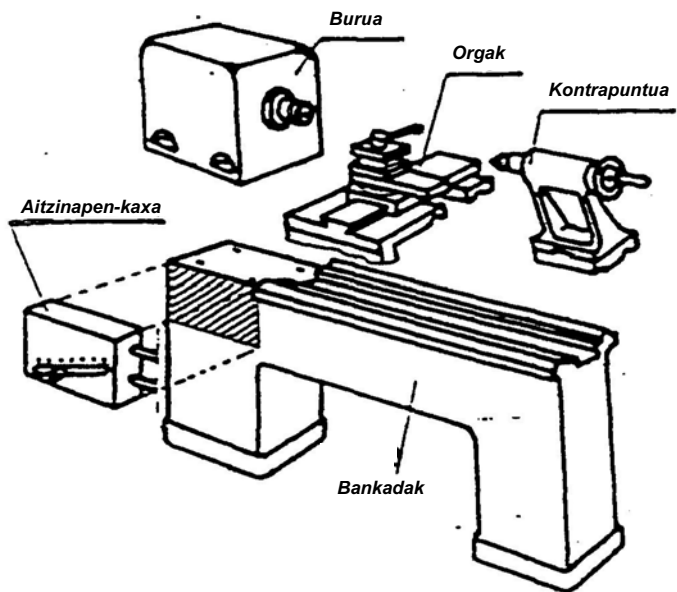
3.5. irudia.

◆ TORNU PARALELOAREN EZAUGARRIAK

Tornu paraleloaren atal nagusiak:

- 1- Bankada.
- 2- Burua.
- 3.- Orgak (orga nagusia, zeharkako orga, orga orientagarria).
- 4.- Kontrapuntua.
- 5.- Aitzinapen-kaxa.

Bankada da makinaren egitura nagusia. Bankada horren gainean eta goialdean **burua dago** ezkerrean eragiteko den organo eta pieza-etxea. Bankada horren erdialdean, bi luzera-gidarien gainean **orga nagusia** dago, bere gainean **zeharkako orga**, **orga orientagarria** eta **dorretxo erreminta-etxea** dituela. Bankadaren eskuinaldean **kontrapuntua** dago, bankadaren gidarietan zehar higituz, komeni zaigun tokian koka dezakeguna. **Aitzinapen-kaxa**, berriz, buruaren azpiko aldean kokaturik dago; bertatik higidura hartuz, orga nagusiari eman eta erregulatu egingo du.



3.6. irudia.

◆ TORNUKO HAINBAT ERAGIKETA EZAGUTU ETA EGITEA

Tornu paraleloan egin daitezkeen oinarrizko eragiketak hauek dira:

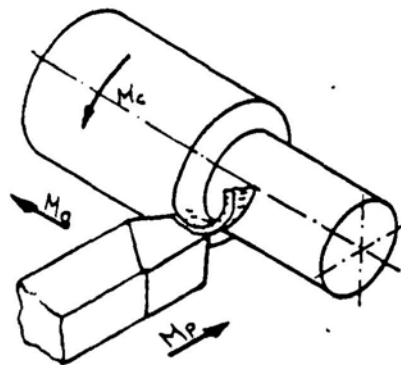
- Zilindraketa.
- Aurpegiketa.
- Artekaketa.
- Trontzaketa.
- Zulaketa eta barne-torneaketa.
- Moletaketa.
- Torneaketa eszentrikoa.
- Torneaketa konikoa.
- Hariztaketa.

Eragiketa horietako bakoitza adierazi ondoren, ariketak egingo ditugu.

• **Zilindraketa**

Pieza bati edo material bati forma zilindrikoa ematean datza zilindraketa. Hori, pieza biraka ari den bitartean, erreminta tornuaren ardatz nagusiarekiko paralelo higituz lortzen da.

Zilindraketan piezak duen ebaketa-higidura (M_c) zirkularra da, eta erremintak duen aitzinapen-higidura (M_a), Z ardatzarekiko paralelo izanik, ardatz-higidura da.



3.7. irudia.

• **Aurpegiketa**

Piezaren alderdi bati forma laua ematean datza aurpegiketa. Hori, pieza biraka ari den bitartean, erreminta tornuaren ardatz nagusiarekiko zut desplazatuz lortzen da.

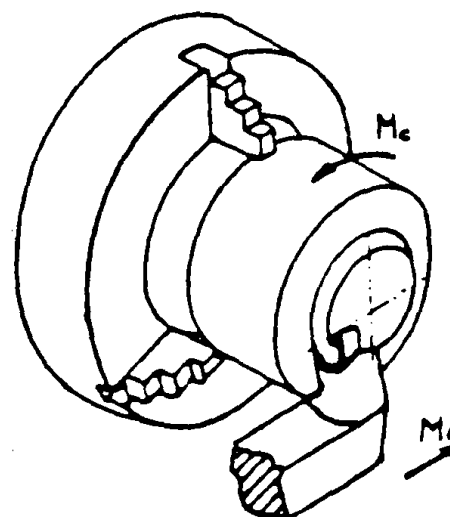
Aurpegiketean piezak duen ebaketa-higidura (M_c) zirkularra da; erremintaren aitzinapen-higidura (M_a), aldiz, Z ardatzarekiko zuta.

Aurpegiketean kontu handia izan behar dugu ebaketa-abiadurari eragiten dioten faktoreekin. Mekanizazio-diametroa txikitzen den heinean, ebaketa-abiadura (V_c) ere txikitu egiten da eta ondorioz hortzak ez du behar bezala lan egiten.

$$V_c = \frac{\pi \cdot D \cdot N}{1.000} = \text{m/min} \quad ;$$

$$N = \frac{1.000 V_c}{\pi \cdot D} = \text{b/min}$$

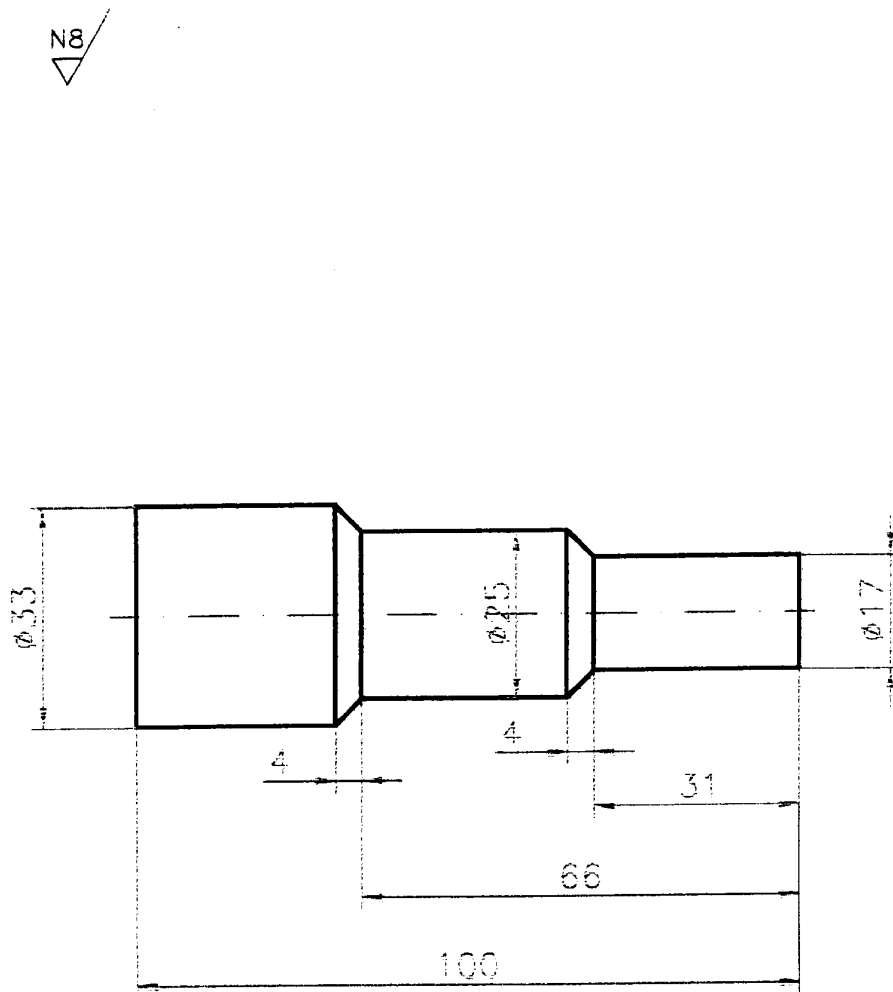
D = Mekanizazio-diametroa mm-tan
 N = Piezaren bira-kopurua minutuko



3.8. irudia. Higidurak torneaketan.

1. Ariketa: (Zilindraketari garrantzirik handiena emanez)

Ø 35 x 105 neurriak dituen materiala dutelarik, egin planoko zilindro mailakatua.
(Ikus planoak.)



3.9. irudia.

– Nola?

- Materiala platerean hegalkin-eran lotu eta bertatik 50 mm ateratzen dela aurpegitu, 35 mm-ra zilindratu eta zentratzeko barautsez zulatuko dugu.
- Piezari buelta eman, lotu hegalkin-eran plateretik 50 mm ateratzen dela, 33 mm-ra zilindratu eta 100 mm-ra aurpegitu egingo dut.

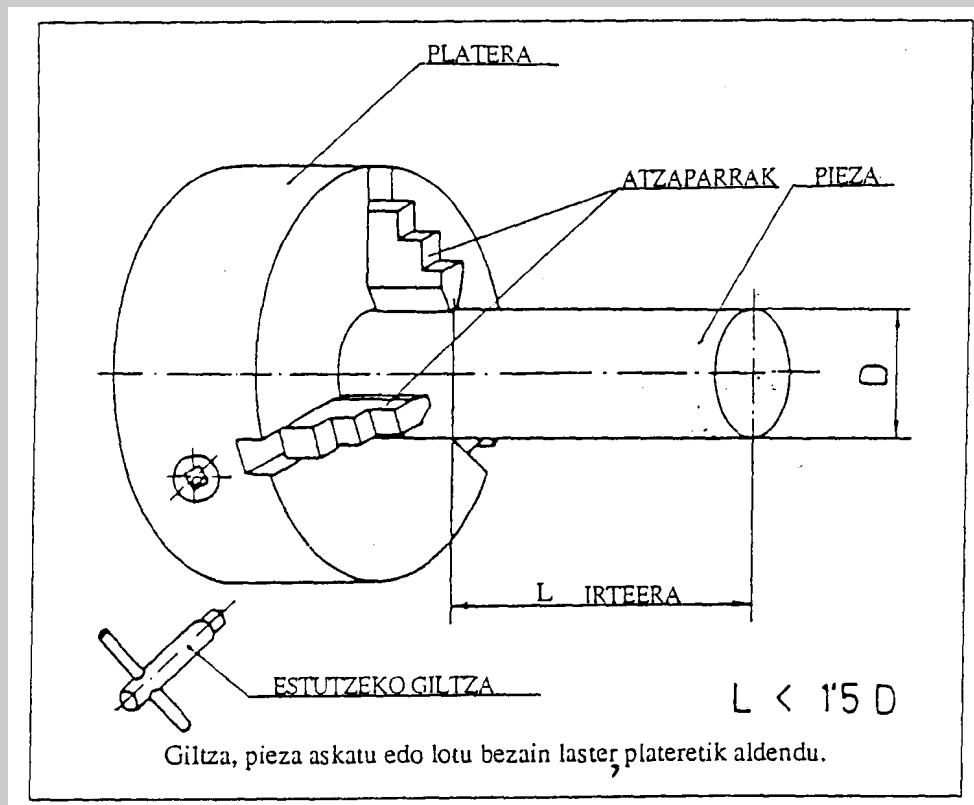
c) Azkena mekanizatu dudan alderdi horretatik platerari lotu, eta plater eta puntuen arteko loturaz beste bi diametroak zilindratu, bata 25 mm-ra eta bestea 17 mm-ra.

Piezak platerean muntatzeko era:

– **Platerean airean:** piezak, inongo beste euskarririk gabe, platerean lotuta soilik kokatzen dira.

Hegalkinaren* luzerak piezaren diametroa halako 1,5a baino txikiagoa izan behar du lotze-sistema hau erabili ahal izateko.

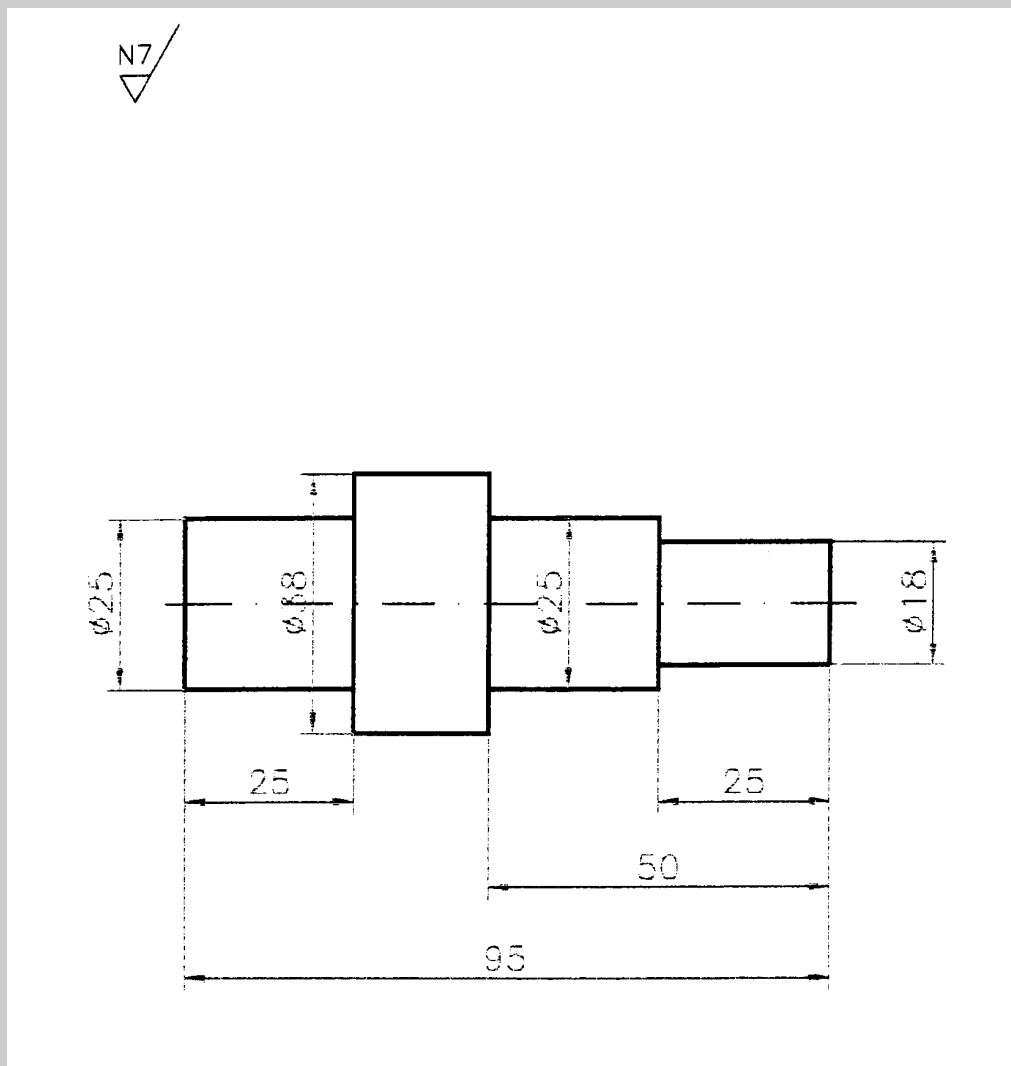
*Piezaren hegalkina, plateraren atzaparrekiko ateratzen den piezaren zatiari deritzogu.



3.10. irudia.

2. Ariketa: (zilindraketa eta aurpegiketari garrantzia emanez).

40 mm-ko diametroa eta 100 mm-ko luzera duen materiala izanik, egin pieza, zilindratuz eta aurpegituz.



3.11. irudia.

– Nola?

- Materiala platerean hegalkin-eran lotu, aurpegitu eta diametroa zilindratu, lehenik 38 mm-ra, gero 25 mm-ra; eta 25 mm-ra dagoen azala aurpegitu.
- Piezari buelta emanez, platerean hegalkin-eran lotu eta 25 eta 18 mm-ko diametroak zilindratu ondoren, hiru aurpegiketa hauek egin: 95, 50, eta 25 mm-koak.

• **Ebaluaketa**

Pieza horietako bakoitza egin ondoren, bakoitzaren kontrol-orria hartuz, bertan agertzen diren neurri guztiak egiaztatuko dira. Perdoiaren barruan sartzen diren neurriak ontzat emango dira eta besteak ez.

Akabera eta aurkezpenaz gainera, ertzak hilak eta 90°-koak izatea ere baloratuko da.

Ariketaren emaitza edo nota jartzerakoan, ikasleak egin duen prozesu-orria ere kontuan izango da.

KONTROL-ORRIA

M05 MODULUA																		
Neurriak	Neurketa										Bukaera		Aurkezpena					
	0,5 - 3 ± 0,05		3 - 6 ± 0,05		6 - 30 ± 0,1		30 - 120 ± 0,15		120 - 315 ± 0,2		N7		N8		Ertz hil.		9	
L95							0	10			0	10	0	10	0	10	0	10
L50							0	10										
L25					0	10												
L25					0	10												
Ø38							0	10										
Ø25					0	10												
Ø25					0	10												
Ø18					0	10												
	BATUKETA										BATUKETA				-			

• **Artekaketa**

Biraketa-pieza batean, azal zilindrikoan edo lauan, artekak egitean datza.

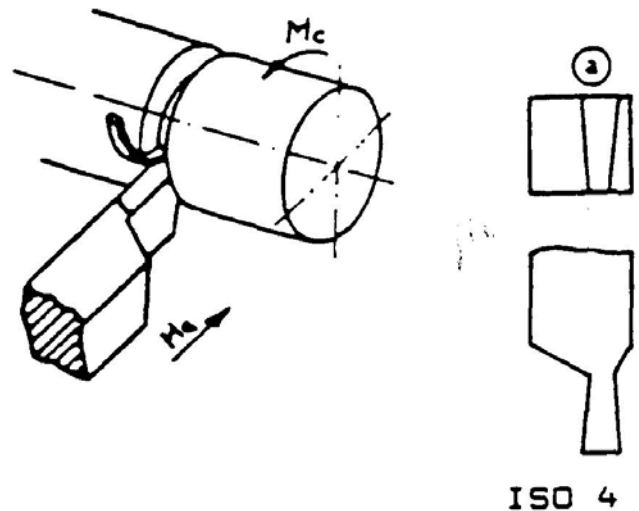
Ebaketa-higidura (M_c), nolanahi ere zirkularra da eta aitzinapen-higidura (M_a) zuzena. Hala ere, higidura hau biraketa-azalean eginiko arteken kasuan, Z ardatzarekiko zuta da eta azal lauetan eginikoetan, aldiz, Z ardatzarekiko paraleloa.

Biraketa-azalean eginiko arteken kasuan, eta ebaketa-abiadurari dagokionean, aurpegiketaren kasu berean aurkitzen gara, hau da, erreminta sartzen ari den heinean, ebaketa-abiadura txikiagotuz doa, biraketa-abiadura berari eusten diogula.

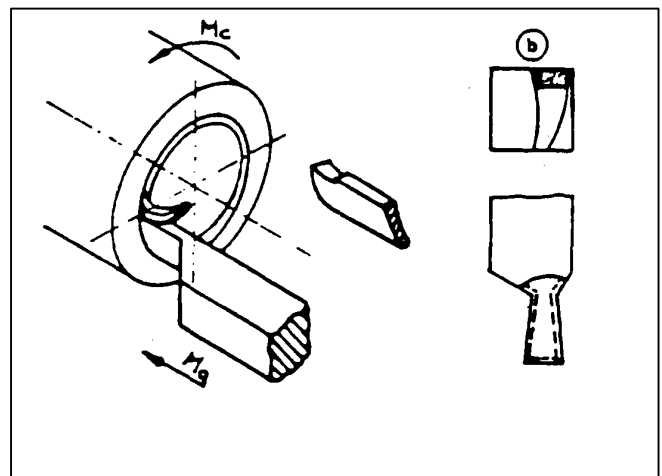
Azal lauetan eginiko arteken kasuan, Z ardatzarekiko aitzinapen-higidura paraleloan eginiko eragiketa denez, ebaketa-abiadura konstantea izaten da.

Artekatzeko erabiltzen den erremintari dagokionez, lepoak ebaketa-azala baino estuagoa izan behar du, artekatzean marruskadura ekiditeko.

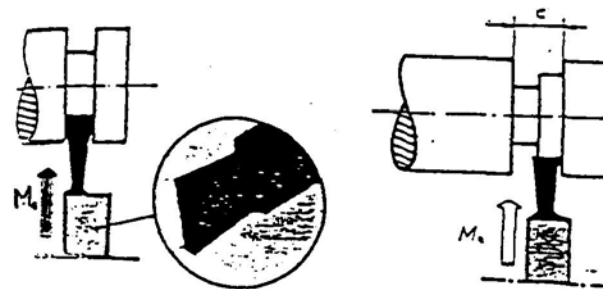
Arteka zabalak egiteko, hau da, hortzaren sorbatza baino zabalagoa egiteko, lana zatika egin behar da. Lehendabizi arteka bat egiten da, eta hortza atera eta desplazatu ondoren, alboan beste bat hasten da, arteka osoak guk nahi dugun C zabalera hartu arte.



3.12. irudia.



3.13. irudia.



3.14. irudia.

• **Trontzaketa**

Artekaketa eta trontzaketa ia berdinak dira: batean hortza diametro zehatz bateraino iristen da eta bestean 0 diametroaraino, pieza trontzatzuz edo zatituz. Alegia, arteka biraketa-ardatzerraino sakontzen dugunean, pieza trontzatztea lortzen dugu. Trontzaketa-eragiketa horri zatikaketa dei diezaikegu.

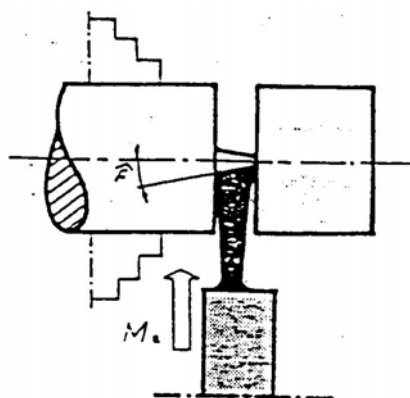
Tornuko eragiketetan ikusi dugunez, ebaketa-higidura zirkularra da eta aitzinapen-higidura, zuzena, Z ardatzarekiko elkarzuta.

Artekaketak eta trontzaketak ebaketa-abiadurari dagokionean, Z ardatzarekiko zut diren aitzinapen-higidurazko eragiketa guztiek dituzten arazo berak dituzte:

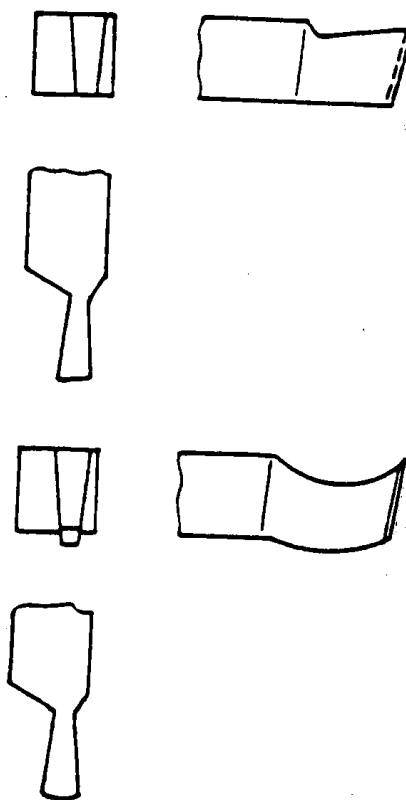
Trontzaketa-erremintek burutu behar duten lana dela eta, ezaugarri bereziak dituzte. Adibidez, pieza erdiko bizarririk utzi gabe trontzatu behar dute, ezdarri estu batetik txirbila atera behar da eta erremintaren atal ebakitzailak lodiera murrizta du.

Zatikatzeko erremintak, artekatzekoak bezalakoak dira, baina zerbait estuagoak. Ebaketa-ertz nagusiari angelu txiki bat egitea gomendatzen da: $F = 10^\circ$ -tik 20° -ra.

Horrela ebakitako piezan ez dira tontor eta txirbiltxoak itsatsita gelditzen. Erremintak, piezaren zentroa iragan egin behar du, noski, materiala garbitzeko.



3.15. irudia.



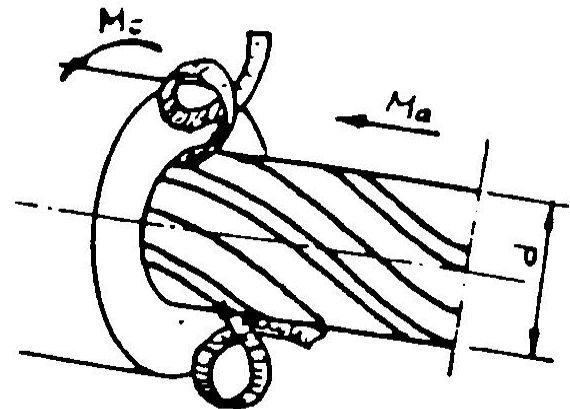
3.16. irudia.

• Zulaketa eta barne-torneaketa

Zulaketarako zulatu behar dugun pieza tornuaren platerean lotzen da, eta kontrapuntuan jartzen dugun barauts helikoidalez piezari eraginez egiten da.

Tornuan egindako zulaketan, ebaketa-higidura (M_c) platerean lotutako piezak izaten du, eta aitzinapen-higidura (M_a), Z ardatzean, barautsak.

Diametro txikiko barautsek ($d < 14$ mm) kirten zilindrikoa dute eta atzapardun mandriletan edo barauts-etxean muntatzen dira. Erdi-mailako diametroa duten barautsak, berriz, ($15 < d < 30$ mm) kirten konikodunak dira. Muntaiari dagokionez, batzuetan zuzenean ezartzen dira, eta beste batzuetan kono txikitzaileen bidez.

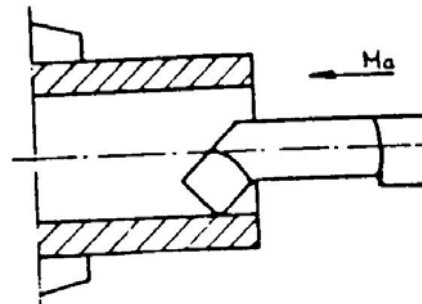


3.17. irudia.

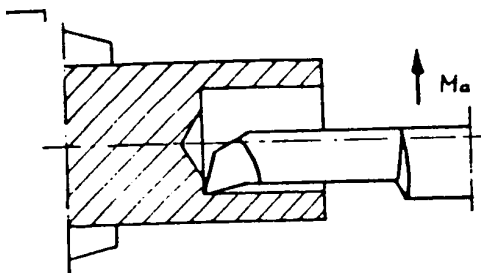
• Barne-torneaketa

Piezari edo zulodun material bati zulaketa egin ondoren, zulo horren barnean burutzen diren eragiketei *barne-torneaketa* deitzen zaie.

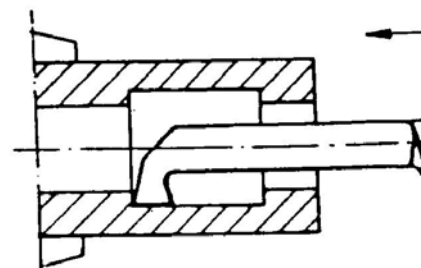
Kanpo-torneaketan bezala, ebaketa-higidura (M_c) piezak du, eta aitzinapen-higidura (M_a) erremintak. Higidura Z ardatzarekiko paraleloa edo zuta izan daiteke.



3.18. irudia.



3.19. irudia.



3.20. irudia.

Kanpo-torneaketan bezalaxe, hemen ere, lan-mota hauek daude:

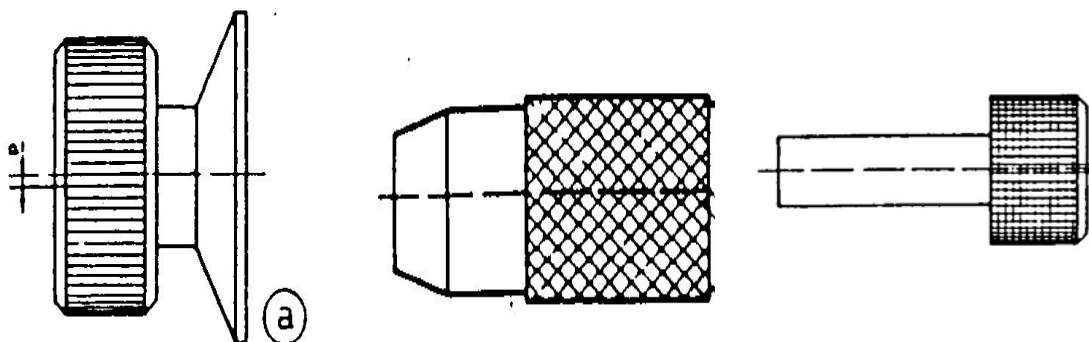
- Barne-zilindraketa (3.18. irudia).
- Barne-aurpegiketa (3.19. irudia).
- Barne-artekaketa (3.20. irudia).

Lan horiek egiteko erreminta bakoitzari kasuan kasuko barne-eragiketarako hortza deritzo.

• Moletaketa

Moletaketa urrez torneatutako azal baten gainean erliebedun. irudi arrunt bat egitea edo grabatzea da.

Eskuz eragin behar zaien piezetan egin ohi da, haietan esfortzu egitean (biratu, tiratu...) eskuak irrist egin ez dezan.



3.21. irudia.

Eragiketa horretan ez da material-harroketarik izaten.

• Moletatze-erremintak

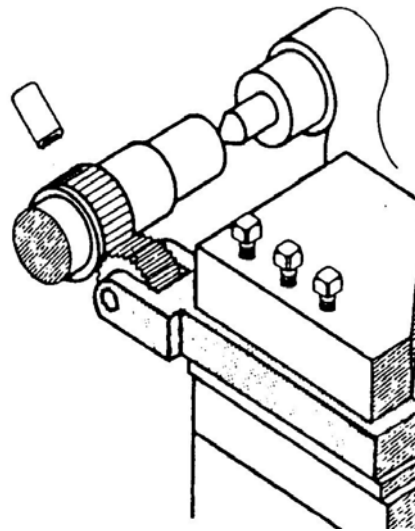
Moletaketan erabiltzen diren erremintei moleta deritze. Altzairu berezi tenplatzuko gurpiltxo batzuk besterik ez dira. Haien lana moletatu behar den azalean presioa egitea da eta horrela, grabaturik gelditzen da.

Erreminta- eta moletatze-motak:

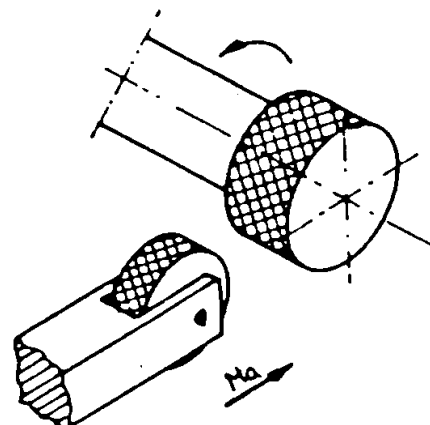
1. moleta piezaren ardatzarekiko ildo paraleloak tailatzeko erabiltzen da.
2. moletak erabiliagoak dira, eta elkar harturik, eskuin eta ezkerreranzko ildo helikoidalak lortzeko erabiltzen dira. Horrela, moletatu gurutzatua lortzen da.
3. eta 4. moletak azal makur, ahur eta ganbilak moletatzeko erabiltzen dira.

Ondoz ondoko bi ildoren tarteari hari-neurri deritzo eta nagusiki piezaren diametroaren baitakoa da.

Orientazio gisa, hona ondoren moletaketan erabiltzen diren baliorik ohikoenak:



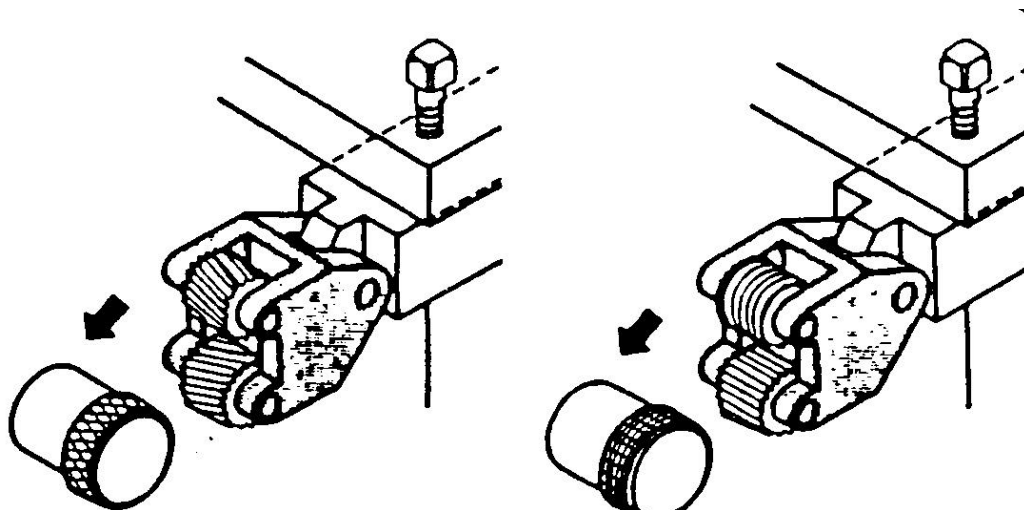
3.22. irudia.



3.23. irudia.

	Fina	Ertaina	Lodia
Piezaren diametroa milimetrotan	16 raino	16tik 63ra	63tik 100era
Moletaren hari-neurria milimetrotan	0'5	1	1'5

Moletak kirten edo moleta-etxeetan muntatzen dira.



3.24. irudia.

Moleta zuzenak finko muntatzen dira eta moletatu gurutzatua lortzekoak, buru giltzatuan.

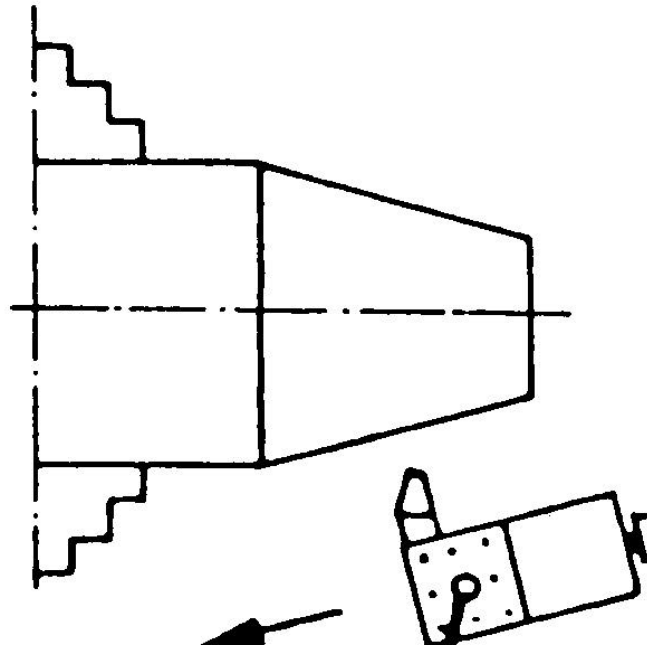
- **Moletaketa-erak**

Moletatu egokia lortzeko, ondoko puntu hauek hartu behar dira kontuan:

- Moletatu behar den diametroa, neurri nominala baino 0'4 edo 0'5 mm txikiagoa egin zilindratzean, materiala hazi egiten baita moletaturiko ildo-hutsuneak direla eta.
- Moletatu behar den azalaren abiadura tangenziala landu behar den materialaren arabera izango da.
Balio arruntenak hauek dira: altzairu bigunentzat 20 m/min ingurukoa, eta letoientzat 60 m/min ingurukoa.
- Moleta-etxea erreminta-etxean irmo muntatu eta moleten hortzak ongi garbituta ipini.
- Moletatu behar den piezak, ongi lotuta egon behar du. Kontuan hartu lana presio handiz egiten dela. Beraz, piezak makurtzera jotzen du eta zentroak deformatu egiten dira. Hori dela eta, moletatu beharreko azalak dira lehenik bukatu behar direnak.
- Moletaketan erori diren izpiak kentzeko, hozgarri ugariz lan egin behar da.
- Moletaketa bukatu ondoren, bizarrak kendu behar dira, 45°-ko alaka eginez, biribilduz edo ildoen sakonera adinako beherapena utziz.

• Torneaketa konikoa

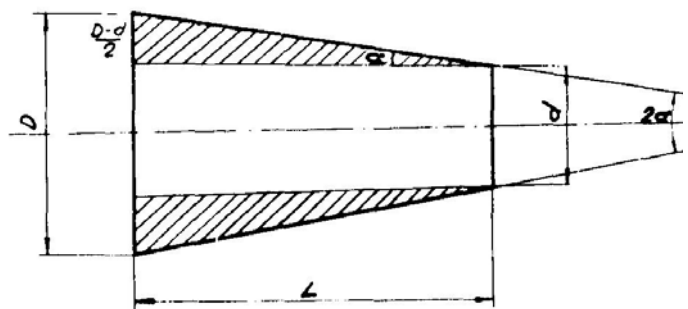
Pieza baten bi diametro, Z ardatzean elkarrengandik aldeniakoak, lotzen dituen biraketa-azal bat zilindraketa sortzeari deritzo torneaketa konikoa. Hori kanpo-zilindraketa edota barne-zilindraketa egin daiteke. Horrela torneatutako azalari konoa deritzo.



3.28. irudia.

konoaren dimentsioak { D: diametro handia
d: diametro txikia
L: luzera

konoaren konikotasuna { α : konoaren angelua.
 2α : erpineko angelua
i: inklinazioa.



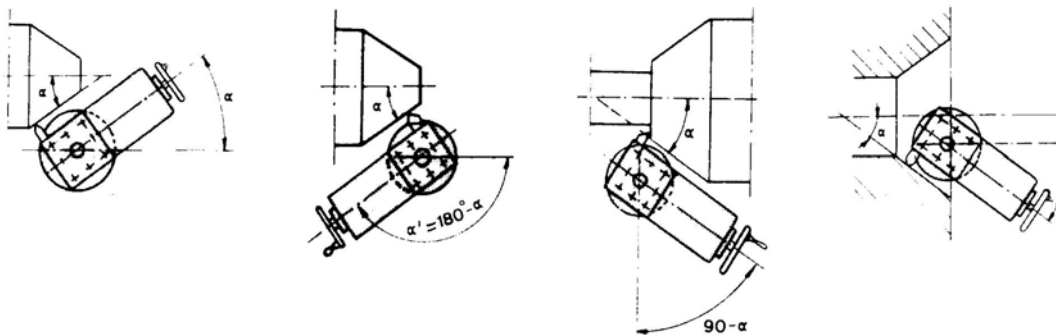
3.29. irudia.

- Konoaren angelua (α) piezaren ardatzak sortzaile batez osatzen duen angeluari deritzogu.
- Konoaren erpineko angelua (2α) aurrez aurreko bi sortzaileek osatzen duten angelua da eta beti 2α balio du.

- *Konikotasuna* konoaren diametroak luzera-unitate bakoitzeko duen gehikuntza positibo edo negatiboari deitzen zaio. Balio hori era zatikiarrean, era hamartarrean edo ehunekotan adieraz daiteke.
 - *Inklinazioa* konoaren erradioak luzera-unitate bakoitzeko duen gehikuntza positibo edo negatiboa da. Balio hori ere era zatikiarrean, era hamartarrean edo ehunekotan adieraz daiteke.
- **Konoak mekanizatzen diren prozedurak**

Tornu paraleloan konoak honela mekanizatzen dira:

- Orga orientagarria biratuz.
- Kontrapuntua zeharka desplazatuz.

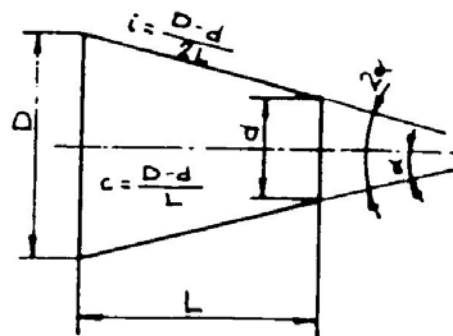


3.30. irudia.

Orga orientagarria biratuz, barneko eta kanpoko konoak nahiz konikotasun handi edo txikikoak egin daitezke, baina eskuz egin behar dira eta luzera laburrekoak izan behar dute; izan ere, orga orientagarriaren ibilbidea laburra da eta, zatika mekanizatuz gero, konoari jarraipen egokia ematea oso zaila da. Orgaren biraketaren kontrola plataforma biragarriak duen graduazio zirkularraren laguntzaz egiten da.

Orga orientagarriak hartu behar duen angelua konoaren angelu bera da. Haren balioa, konoaren dimentsioak ematen dizkigutenean, honela ateratzen da:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D - d}{2L}$$



3.31. irudia.

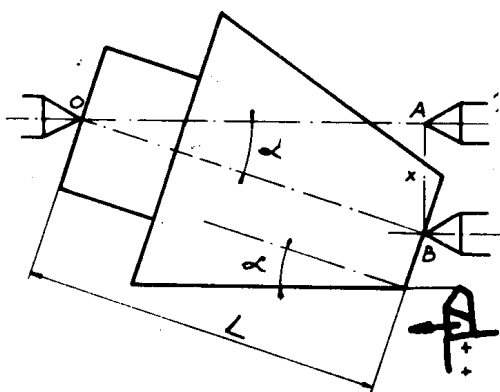
Konikotasuna ematen digutenean, berriz:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{c}{2}$$

Kontrapuntua zeharka desplazatuz, konoak konikotasun txikikoak eta kanpotikoak direnean soilik egingo dugu torneaketa-lana.

Horrela egindako konoaren eragiketarako duen abantaila nagusia hau da: hortzaren desplazamendua tornuaren Z ardatzarekiko paraleloa denez, automatikoki egin daiteke.

Horren ondorioz, konoaren azalak aurreko metodoan baino askoz luzeagoak egin daitezke eta azal horien egitura askoz uniformeagoa izango da.



3.32. irudia.

Baina eragozpen bat ere badu: pieza, zentro artean muntatuta, bankadaren Z ardatzarekiko zertxobait zeharka gelditzen denez gero, zentroak hondatu egiten dira.

Azken metodo hau hautatzen dugunean, kontrapuntuari eman behar zaion deszentramendua kalkulatu egin behar da:

$$\sin \alpha = \frac{\text{AB (deszentramendua)}}{\text{OB}} ; \text{OB puntuen arteko distantzia izanik.}$$

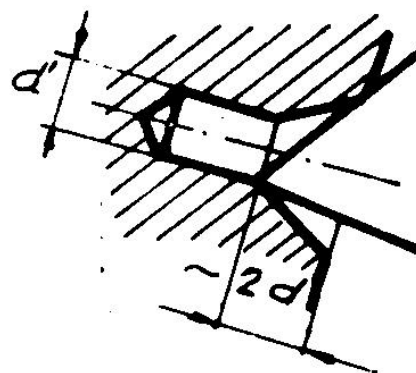
Puntu bakoitza piezaren zentro barrura $2d'$ sartzen da [zuloaren diametro izendatua (d') halako bi].

L piezaren luzera bada,

$$\text{OB} = L - 2(2d') = L - 4d'$$

Kalkulatu nahi dena AB desplazamendua denez, eta angelu txikitik ($\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha$) onar daitezkeenez:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\text{AB}}{\text{OB}} = \frac{x}{L - 4d'}$$



3.33. irudia.

Eta hortik,

$$x = (L - 4d') \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

Bestetik,

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D - d}{2l} \quad \text{denez,}$$

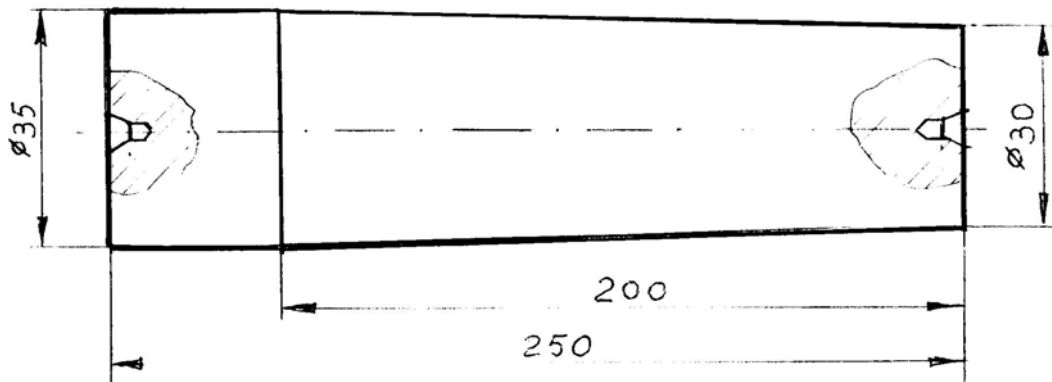
$$x = (L - 4d') \cdot \frac{D - d}{2l}$$

D = konoaren diametro handia.

d = “ “ txikia.

l = “ luzera.

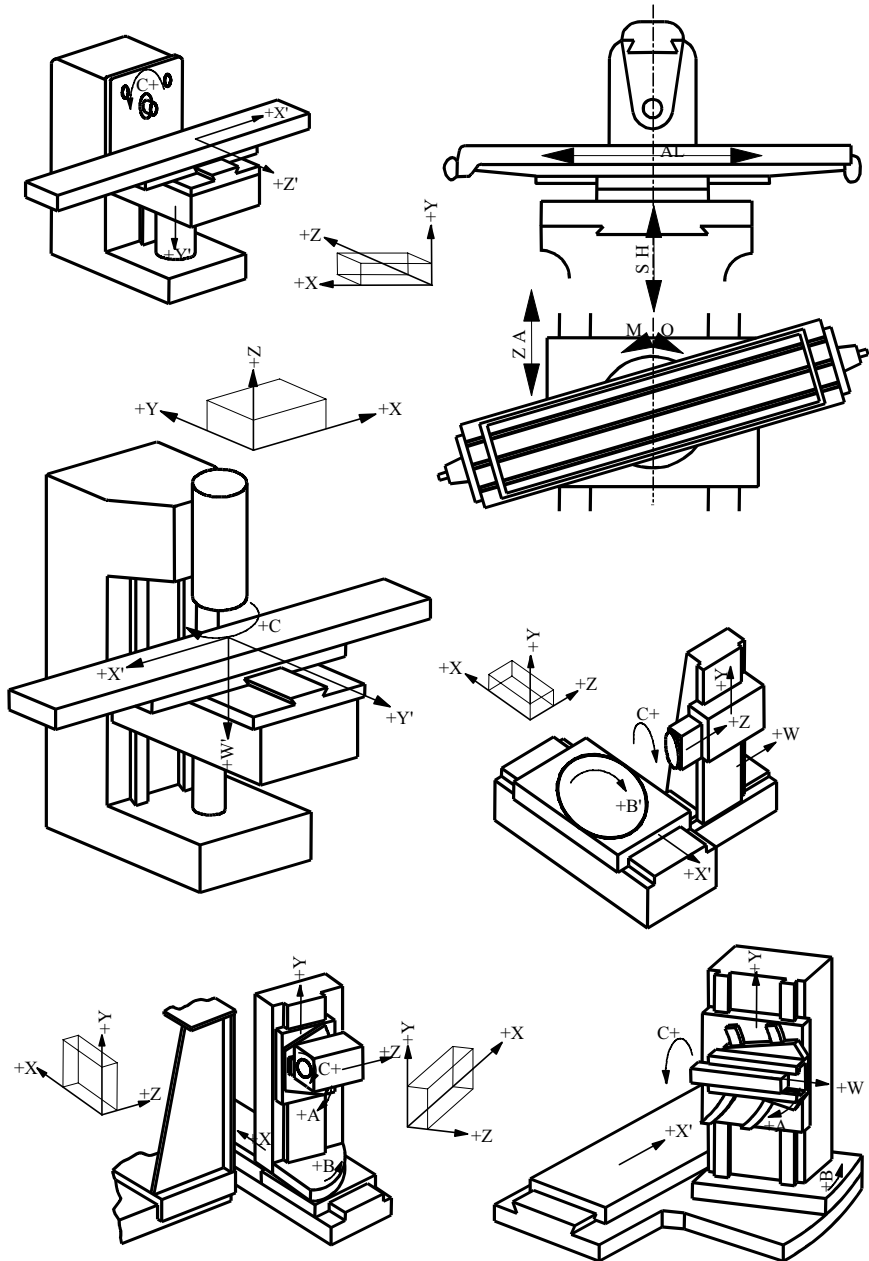
Adibidea: irudiko piezaren konoa tornuan egiteko, zenbat desplazatu behar dugu kontrapuntua Z ardatzarekiko?



3.34. irudia.

$$x = (L - 4d') \cdot \frac{D - d}{2l} = (250 - 4 \cdot 3) \cdot \frac{35 - 30}{2 \cdot 200} = 300 \cdot \frac{5}{400} = 37,5 \text{ mm}$$

2.4. Piezak fresatzeko makinan mekanizatzea

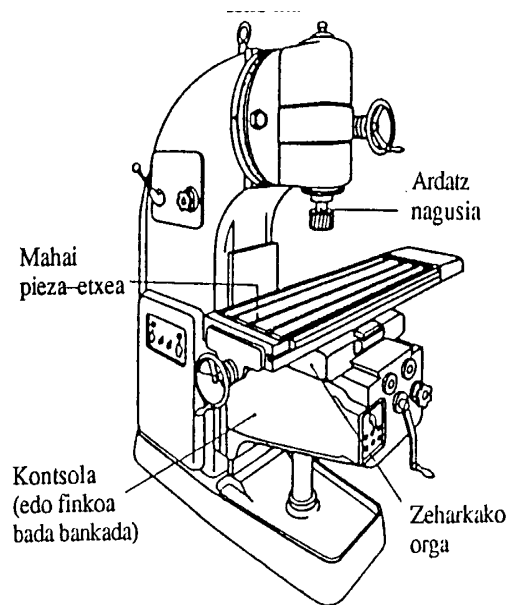


2.4.1. FRESATZEKO MAKINA

Fresatzeko makinaren eginkizun nagusia txirbil-harroketa bidez piezei hainbat forma eman eta, neurri zehatz batzuk errespetatuz, zulo edo kanalak egitea da.

Txirbil-harroketa hori fresa deituriko erremintaren bidez lortzen da, eta horretarako, ezinbestekoa da piezaren higadura eta erremintarena aldi berean gertatzea.

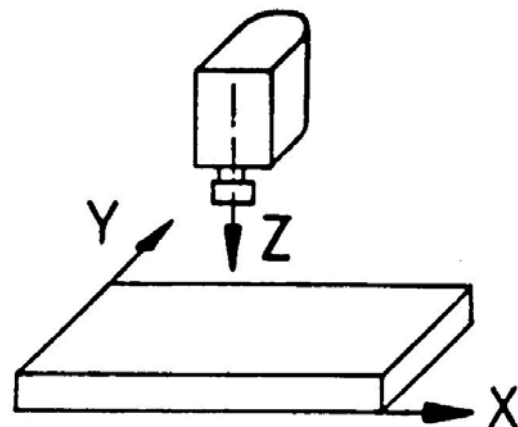
Fresatzeko makina, higadura horiei dagokienez, higadura zirkularreko makina-erreminta da, ebaketa-higidura erremintak duelako eta hura zirkularra delako.



4.1. irudia.

Fresatzeko makinan hona zein diren higadura-ardatzak:

- X higadura-ardatza mahaiak edo piezak du, pieza mahaiaren gainean lotuta baitoa; horizontala da.
- Y higadura-ardatza mahaiak edo piezak du; horizontala eta X ardatzarekiko zuta da.
- Z higadura-ardatza beste biekiko zuta da eta mahaiak berak edo erremintak izan dezake.

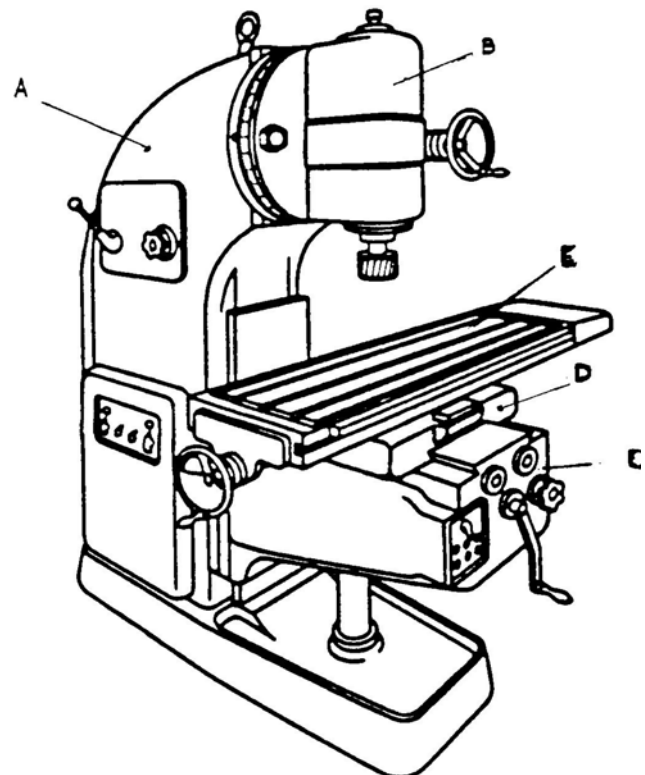


4.2. irudia.

2.4.2. FRESATZEKO MAKINA-ERREMINTAREN EZAUGARRIAK

◆ FRESATZEKO MAKINAREN ATAL NAGUSIAK

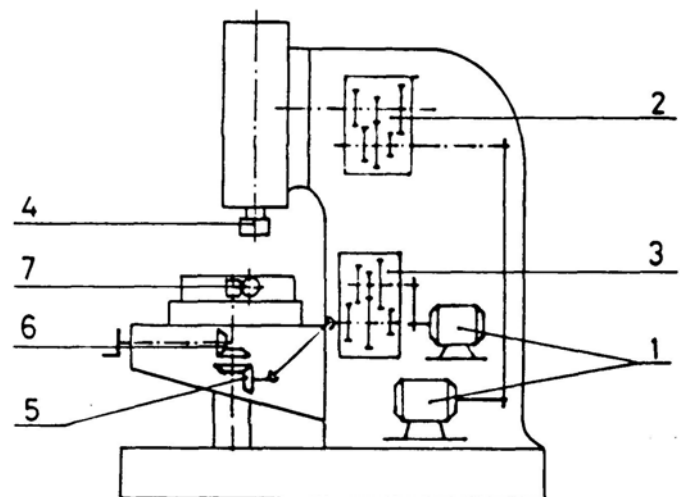
- A.- Urtu bereziko gorputza.
- B.- Burua edo erreminta-etxeen euskarria.
- C.- Kontsola.
- D.- Orga mahai-etxea.
- E.- Mahaia.



4.3. irudia.

A.- Urtu bereziko gorputz hori da makinaren zutabe nagusia eta barrenean ditu mugimendua erregulatzeko mekanismoak:

- 1- Motorrak.
- 2- Abiadura-kaxa.
- 3- Aitzinapen-kaxa.
- 4- Ardatz fresa-etxea.
- 5- Aitzinapen-higidura mentsulara transmititzen duen mekanismoa.
- 6- Aitzinapen-higidura orga mahai-etxera transmititzen duen mekanismoa.
- 7- Aitzinapen-higidura mahaira transmititzen duen mekanismoa.



4.4. irudia.

- B.- Gehien erabiltzen diren *buruak* bi motatakoak dira:
- Zubia deritzona, miru-buztanez doituriko ardatz erreminta-etxeen euskarri egiten duena.
 - Buru orokorra. Fresatzeko makinei egokitzen zaien garrantzizko zatia da. Buru horrek bi plataforma ditu; haien artean elkarzutak izan daitezke edo 45° -ko angelua osa dezakete. Hori dela eta, era askotako posizioak lor ditzake erremintak. Buru horiei *Huré* buruak deritze.
- C.- Kotsola gorputzak aurreko aldean dituen bi gidari bertikalen gainean higitzen den orga da. Horren gaineko azal horizontalaren gainean, orga mahai-etxea dago.
- D.- Orga mahai-etxea mentsularen gainean dago eta mahai Y ardatzean higitzeko erabiltzen da. Orga mahai-etxeak gainean duen graduaturiko plataforma baten bidez mahai angelu jakin batera orienta dezakegu.
- E.- Mahai mugikorra da, eta bi ertzetan daramatzen biraderei eraginez, X ardatzean higi dezakegu. Mahai horren gainean eta behar bezala loturik joango da mekanizatu nahi den pieza.

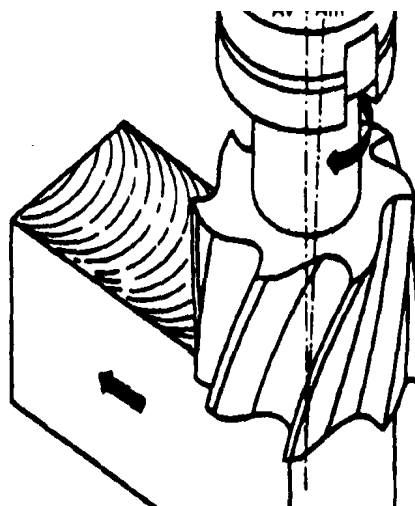
2.4.3. FRESATZEKO MAKINAREN HAINBAT ERAGIKETA EZAGUTZEA

Fresatzeko oinarritzko eragiketei dagokienez, fresaren azalarekiko fresa-ardatzaren posizioari begiratuz, lehen sailkapena ezar daiteke:

- Aurretiko fresaketa.
- Fresaketa tangenziala.

◆ AURRETIKO FRESAKETA

Fresaren ardatza mekanizatu beharreko azalarekiko zut geratzen denean, fresaketari aurretikoa deritzogu. Kasu horretan, iraganaldi-sakonera fresaren biraketa-ardatzarekiko paraleloan neurtzen da. Aitzinapena, ordea, fresaren biraketa-ardatzarekiko zuta da, eta landu beharreko piezaren azalean zeharka neurtuz fresak uzten duen arrastoaren neurriari iraganaldi-zabalera deritzogu. Aurretiko fresaketan ez da uhindurarik azaltzen. Arrasto biribil batzuk soilik azaltzen dira, hots, hortzen ibilbidea.



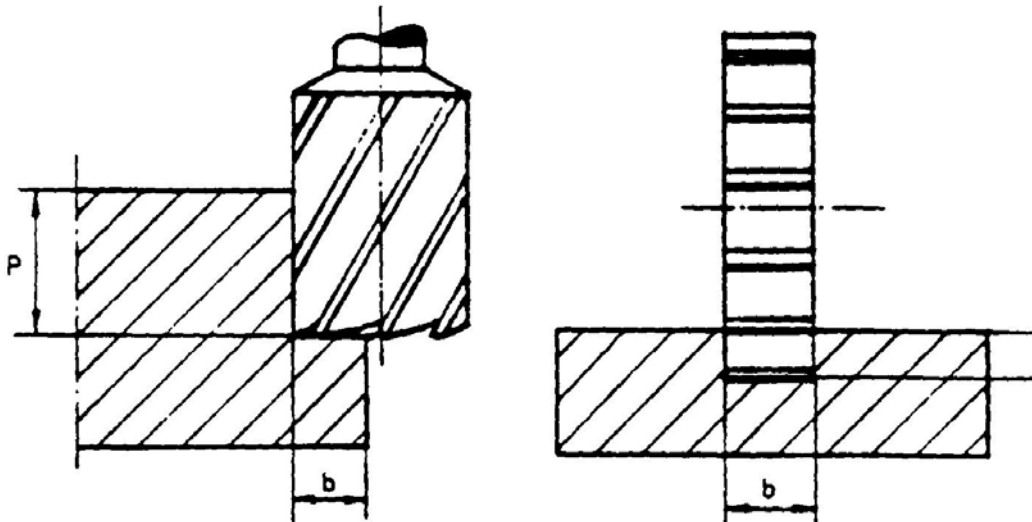
4.5. irudia.

Aurretiko fresaketaren barnean eragiketa hauek bereiz ditzakegu:

- Lauketa.
- Lauketa eta eskuairaketa.
- Aurretiko fresa zilindrikoarekiko artekaketa.

◆ FRESAKETA TANGENTZIALA

Fresaren biraketa-ardatza lantzen den azalarekiko paralelo dagoenean, fresaketa tangenziala dela esaten da. Kasu horretan, iraganaldi-sakonera fresaren biraketa-ardatzarekiko zut neurtzen da; iraganaldi-zabalera, aldiz, fresaren biraketa-ardatz berarekiko paraleloan.



4.6. irudia.

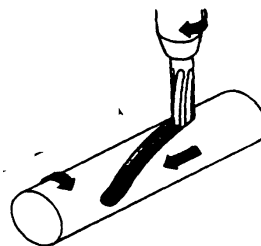
Fresaketa tangenzialaren barnean eragiketa hauek bereiz daitezke:

- Artekaketa.
- Forma-fresaketa.
- Fresa-trenezko fresaketa.

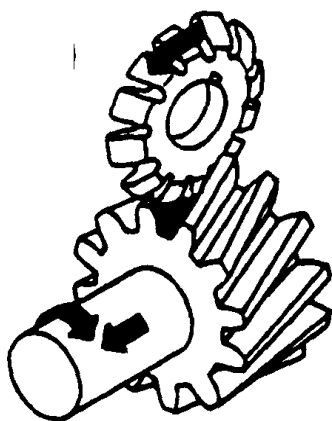
2.4.4. BESTE ZENBAIT FRESAKETA-ERAGIKETA

Aurreko eragiketez gain, fresatzeko makinan beste hauek ere egin daitezke:

- Artekaketa helikoidala (4.7. irudia).
- Engranajeak (4.8. irudia).
- Mirubuztan-erako irristailuen fresaketa.
- T erako arteken fresaketa (4.10. irudia).
- Mandrinaketa.
- Zulaketa.
- Hariztaketa (4.9. irudia).
- Otxabuketa.
- Mataderak edo artekak mekanizazioa (4.11. irudia).
- ...



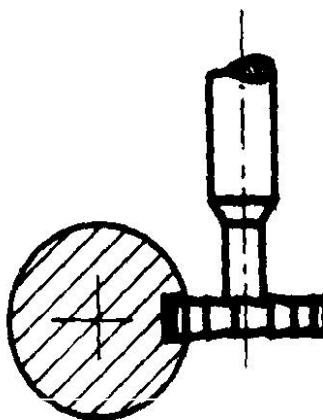
4.7. irudia.



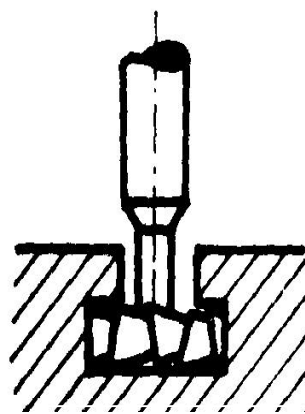
4.8. irudia.



4.9. irudia.



4.10. irudia.



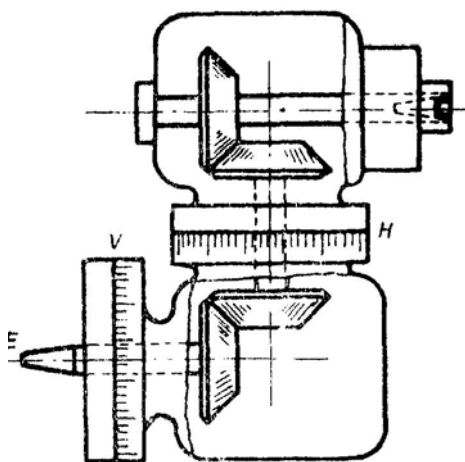
4.11. irudia.

2.4.5. FRESATZEKO MAKINAREN OSAGARRIAK ETA HORIEN ERABILERA

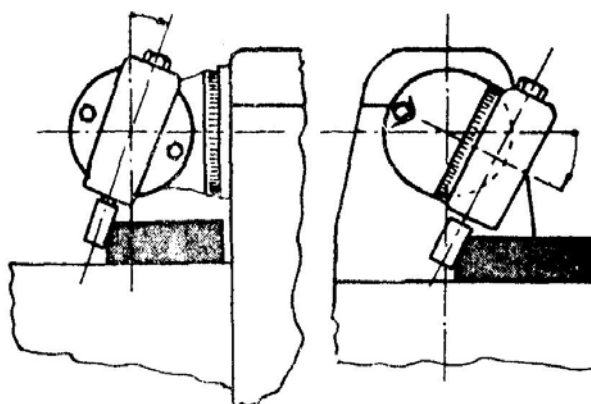
Fresatzeko makinaren osagarri garrantzitsuenak hauek dira:

- Buru orokorra.
- Zatigailu orokorra (bertikala edo horizontala).

Buru orokor ohikoek bi plataforma dituzte eta bien artean angelu-marragraduatzaileak daude, erremintari nahi den adinako bira eman ahal izateko, eta horrela, piezari hainbat angeludun azal mekanizatzeko.



4.12. irudia. Buru orokorra.



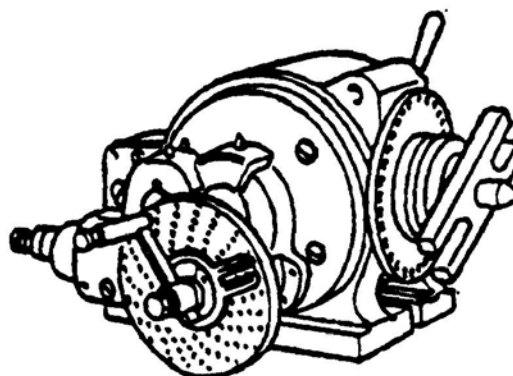
4.13. irudia. Buruaren posizioak.

Zatigailu orokorraren zeregina piezari eutsi eta kontrolatutako biraketa-angelua ematea da, piezarekiko mekanizazio-tarte berdinak egin ahal izateko; adibidez, fresa bat egiteko, pinoi tailaketarako, pieza zilindrikoak poligonal bihurtzeko eta abar.

Bi zatigailu-mota daude:

- Zatigailu horizontala edo orokorra.
- Zatigailu bertikala.

Zatigailu bertikala fresatzeko makinaren mahaiaren gainean muntatzen da eta horren azalarekiko zut lotzen dira piezak. Plater biragarri baten lana egin ohi du.

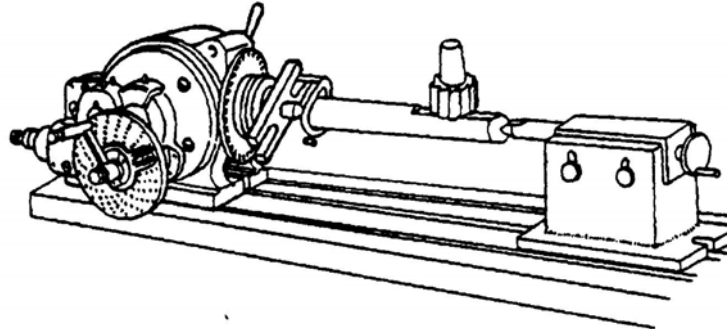


4.14. Zatigailu orokorra.

Zatigailu horizontala edo zatigailu orokorra da gehien erabiltzen dena. Horrekin batera kontrapuntu bat erabiltzen da pieza luzei edo mandrilei eusteko. Bai zatigailu orokorra bai kontrapuntua, mahai gainean muntatzen dira, elkarren arteko distantzia piezaren arabera ezarriz. Pieza zatigailuaren atzaparretatik gutxi ateratzen denean, bere luzera laburragatik, ez dago kontrapuntuaren beharrik.

Zatigailu orokorraren zatiak

- a) Torloju amaigabea.
- b) Horzdun gurpila edo koroa.
- c) Ziria.
- e) Biradera.
- f) Zulodun platera.



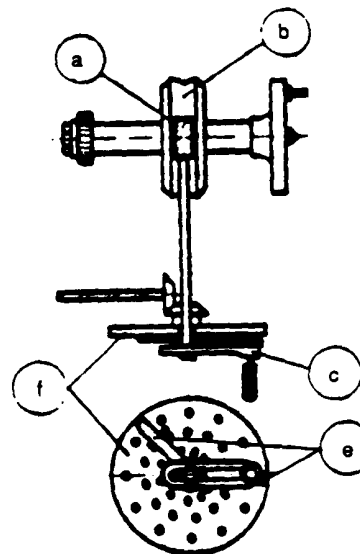
4.15. irudia. Zatigailu orokorra mahaian.

Funtzionamendua

Biraderak torloju amaigabea biratzen du eta torloju hori biratzean, horrekiko zut dagoen horzdun gurpila (koroa) birarazten du. Gurpil horren biraketak pieza birarazten du, ardatz berean baitaude biak. Zulodun platera biraderari eman beharreko bira-zatiak kontatzeko erabiliko da, eta ziria, berriz, platerean dagokion zuloan sartuz, birak kontrolatzeko eta pieza finkatzeko.

Zulodun platerak trukakorrek dira. Ondorengo platerak dira maizenik erabiltzen direnak:

1. zenb. 15- 16- 17- 18- 19- 20 zulo.
2. zenb. 21- 23- 27- 29- 31- 33 zulo.
3. zenb. 37- 39- 41- 43- 47- 49 zulo.



4.16. irudia. Zatigailuaren zatiak.

◆ ZATITZAILEAREN KONSTANTEA

Zatitzailearen k konstantea piezak bira oso bat emateko biraderari eman behar zaizkion bira-kopuruari deritzo. Konstante hori torloju-amaigabearen eta koroaren arteko erlazioan datza eta 40 ohi du balioa.

Biraderaren bira-kalkulua:

$$x = \frac{k}{n}$$

k = konstantea (piezaren bira oso bakoitzeko, biraderak K bira).

n = piezari egin beharreko zatien kopurua.

x = biraderari eman beharreko bira.

Horren emaitza zenbaki osoa, zatikia edo zenbaki mistoa izan daiteke.

$$1- \quad x = \frac{k}{n} = \frac{40}{10} = 4 \text{ bira oso}$$

$$2- \quad x = \frac{k}{n} = \frac{40}{48} = \frac{8 \times 5}{8 \times 6} = \frac{5}{6} = \frac{15 \text{ (zulo)}}{18 \text{ (zulodun zirkulua)}}$$







$$3- \quad x = \frac{k}{n} = \frac{40}{30} = 1 \frac{1}{3} = 1 \frac{1 \times 5}{3 \times 5} = 1 \text{ bira eta } \frac{5 \text{ (zulo)}}{15 \text{ (zulodun zirkulua)}}$$

2.4.6. FRESAKETA-PARAMETROAK

◆ EBAKETA-ABIADURA (Vc)

Ebaketa-higidura erremintak duenez, ebaketa-abiadura erreminta horren ebaketa-ertzeko puntu batek duena izango da. Ebaketa-ertzeko puntu hori diametrorik handienekoa hartuko da. Ebaketa-abiadura (Vc) m/min-tan ematen da, ondoko faktore hauen arabera izanik:

- Landu behar den material-mota.
- Fresa-sorbatzaren materiala.
- Egin beharreko eragiketa.
- Hozgarrien erabilera.

Landu beharreko materiala	Altzairu lasterreko fresak			Plakatxo trukagarridun fresak		
						
Karbono-altzairua	15-20	18-25	16-22	80-100	80-100	100-125
Aleazio-altzairua	10-16	12-18	12-16	50-60	50-70	62-80
Burdinurtu grisa	20-25	20-25	16-22	50-60	50-80	55-90
Brontzea	30-40	30-40	30-40	60-120	80-160	70-120
Letoia	35-50	35-50	35-50	60-120	80-160	80-120
Aluminio-aleazioak	150-220	150-220	200-250	150-400	200-500	500-600

4.17. irudia.

Fresaren diametrorik handiena D baldin bada eta bere biraketa-abiadura N , ebaketa-abiadura (V_c) era honetan aterako dugu:

$$V_c = e \cdot N$$

e = bira baten luzera.

N = birak minutuko.

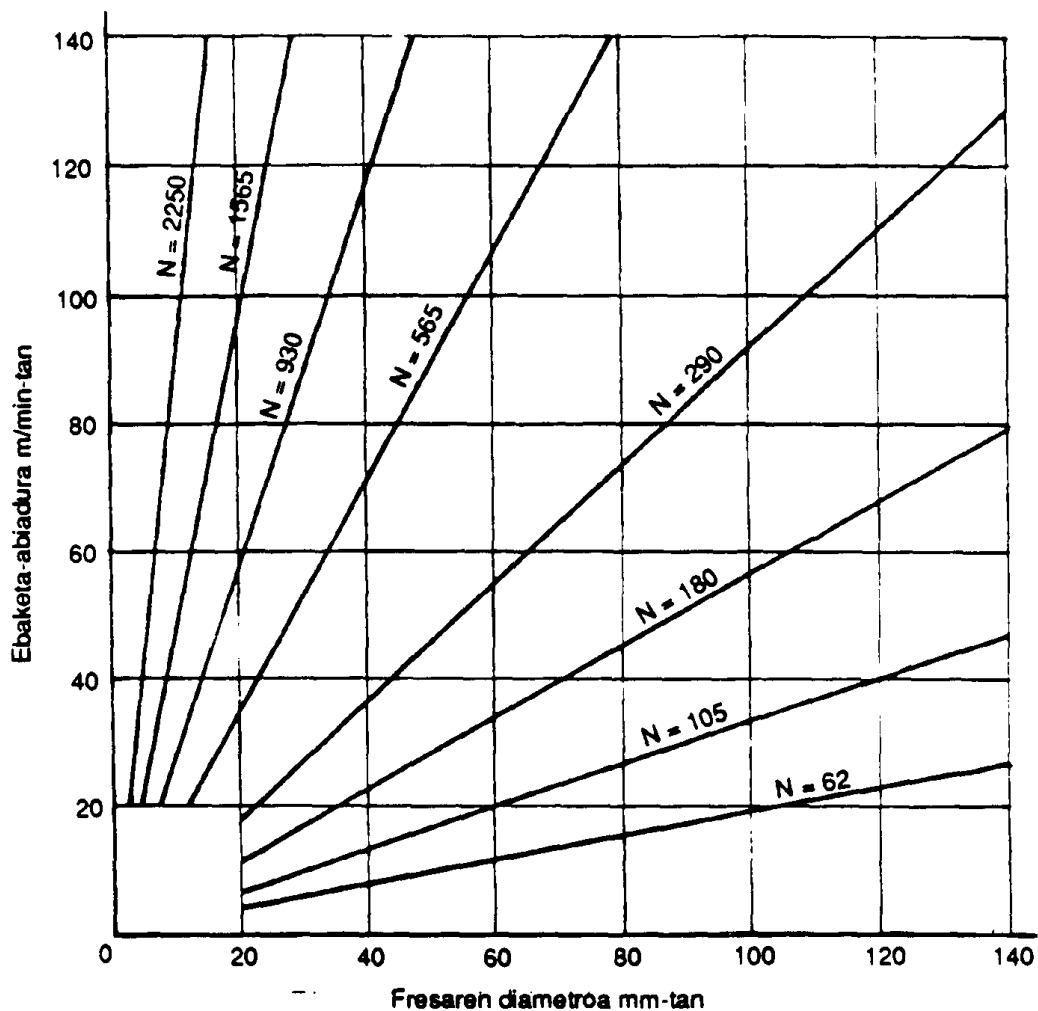
$$e = \pi \cdot D \text{ (mm)} = \pi \cdot \frac{D}{1.000} \text{ (m)}$$

Aurreko formulari e izango da fresaren ertz horrek bira batean ibiltzen duen luzera. Diametroa mm-tan izendatzen denez eta emaitza metrotan eman behar denez, milimetroak zati mila egin beharko dugu e metrotan eman ahal izateko.

Horrela, aurreko formula garatuz, hau ateratzen zaigu:

$$V_c = e \cdot N = \pi \cdot \frac{D}{1.000} \cdot N = \frac{\pi \cdot D \cdot N}{1.000} \text{ m/min}$$

Formula hori aplikatuz ebaketa-abiadurak kalkula ditzakegu.

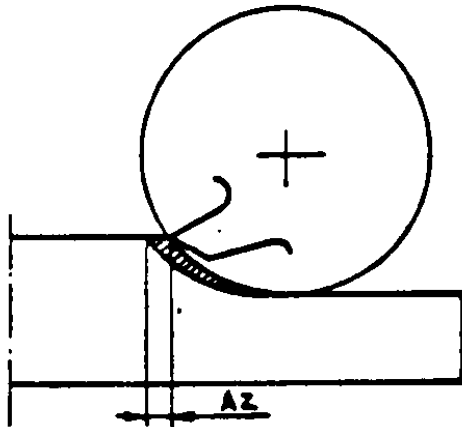


4.18. irudia.

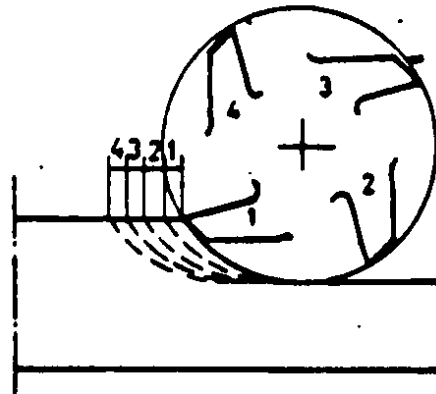
✦ AITZINAPEN-ABIADURA (VA)

Aitzinapen-higidura (Ma) mahaiak du eta haren abiadura mm/min-tan adierazten da; ondoko faktore hauen arabera da:

- Hertz bakoitzeko aitzinapena (az).
- Fresaren hertz-kopurua (z).
- Fresak minutu batean ematen dituen birak (N).



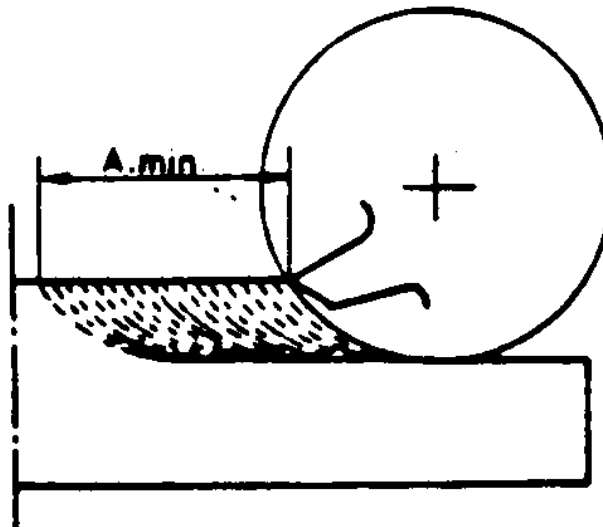
4.19. irudia. Aitzipena hortzeko.



4.20. irudia. Aitzipena birako.

Aitzipen-abiaduraren balioa formula honen bidez ebatz daiteke:







$$a_{min} = a_z \cdot Z \cdot N$$



4.21. irudia. Aitzipena minutuko.

Tauletan mm-tan adierazita aurki daitekeen hortzeko aitzipena honako beste faktore hauen menpe dago:

- Landu behar den materialaren ezaugarriak.
- Erremintaren sorbatz-materiala.
- Eragiketa-mota.
- Lortu nahi den azal-akabera.
- Makinaren potentzia.

Landu beharreko materiala	Altzairu lasterreko fresak			Plakatxo trukagarridun fresak		
						
Karbono- -altzairua	0,04	0,07	0,20	0,05	0,08	0,25
Aleazio- -altzairua	0,02	0,06	0,15	0,04	0,06	0,20
Burdinurtu grisa	0,03	0,07	0,2	0,08	0,10	0,30
Brontzea	0,04	0,06	0,15	0,15	0,30	0,50
Letoia	0,04	0,06	0,20	0,15	0,30	0,50
Aluminio- -aleazioak	0,04	0,07	0,10	0,15	0,30	0,50

4.22. irudia. Hortzeko aitzinapena fresaketan.

Aurreko taulan ikus dezakegunez, fresaketan 0,02tik 0,5erainoko aitzinapena (a_z) lor dezakegu aurreko menpekotasunak kontuan izanik.

◆ SARTZE-HIGIDURA (M_p)

Orain arte, ebaketa-abiaduraz (V_c) eta aitzinapen-higiduraz (V_a) aritu bagara, kasu honetan ez da egokia sartze-abiaduraz (V_p) hitz egitea, iraganaldi-sakonera baizik, sartze-higiduraren abiadura ez baita kontuan hartzen.

Iraganaldi-sakonera (p), iraganaldi batean erremintak ematen duen metal-geruzaren lodierari deitzen zaio. Milimetrotan adierazten den iraganaldi-sakonera hori, besteak beste, honako beste faktore hauen menpe dago:

- Egin beharreko eragiketa-mota.
- Makinaren potentzia.
- Lortu beharreko dimentsio-kalitatea.
- ...

Orientazio gisa, iraganaldi-sakonera eta aitzinapena ondorengo proportzio honetan daude erlazionatuta:

$$p = (5etik\ 12ra)\ a$$

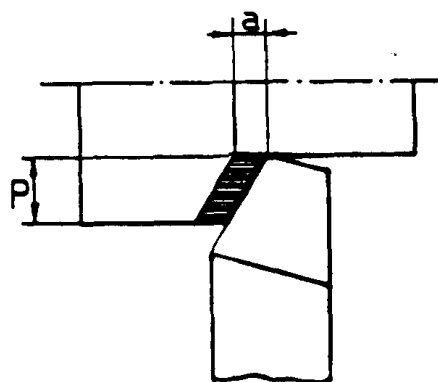
p = iraganaldi-sakonera.

a = aitzinapena.

◆ TXIRBILAREN SEKZIOA

Txirbilaren sekzioaren balioa honako hau da:

$$S = a \cdot p = \text{mm}^2$$



4.23. irudia. Txirbilaren sekzioa.

◆ ERREMINTAREN ERRENDIMENDUA

Erreminta baten errendimendua edo produkzioa bi zorrozaldiren artean harrotzen duen txirbil-bolumenari esaten zaio. Ebaketa-abiadura txikiak erabiliz errendimendu txarrak ematen ditu erremintak; ebaketa-abiadura handiak erabiliz ere bai.

Bestalde, bada errendimendu maximoa duen ebaketa-abiadura (V_0), urraketa minimoa eragiten duena. Praktikan, V_0 baino ebaketa-abiadura handiagoa erabiltzen da, “abiadura ekonomiko-praktikoa” izenez deiturikoa, eta honela kalkulatu dugu:

$$V_c = V_0 + \frac{1}{3} V_0 = \frac{4}{3} V_0$$

Horrela ateratako abiadurarekin urraketa-minimokoarekin (V_0) baino errendimendu txikiagoa lortzen dugun arren, mekanizazioan denbora gutxiago behar da, eta batez beste merkeagoa da. Fresatzeko erremintak oso garestiak direnean, urraketa minimoko abiadura aukeratu dugu.

Urraketa minimoko abiaduraren balioa faktore hauen menpe dago:

- Erremintaren materialaren kalitatea.
- Mekanizatutako materialaren ezaugarriak.
- Hozgarri-mota.
- Txirbilaren sekzioa.
- Erremintaren lan egiteko era.

Urraketa minimoko abiadura V_0 (m/min)		Lehorrean	
Fresaketa		<ul style="list-style-type: none"> - aitzinapena 0,05 mm/hortzeko - iraganaldia 5 mm - iraganaldi-zabalera 45 mm 	
Mekanizatu behar den materiala	Karbono-altzairuzko erremintak	Altzairu lasterreko erremintak	Altzairu estralasterreko erremintak
Letoia	15	18	23
Brontzea	14	16	19
Urtugris gozoa	12	13	16
R=40kg/mm ² -ko altzairua	10	12	14
R=60kg/mm ² -ko altzairua	6	10	12
R=80kg/mm ² -ko altzairua	4	8	10

◆ MEKANIZAZIO-DENBORA

Erreminta batek minutu bakoitzean a_m aitzinapena egiten badu, L distantzia ibiltzeko behar duen denbora hau izango da:

$$t = \frac{L}{a_m}$$

2.4.7. MAKINA-ERREMINTEN KONTSERBAZIO- ETA SEGURTASUN-ARAU OROKORRAK

Makinak desgasterik edo kostu handiko aberiarik ez izateko, ondorengo arauok bete behar dira:

- Ez aldatu abiadurarik makina martxan dagoenean, engranajeen hortzak hautsi edo honda daitezke eta.
- Makina berria edo egokitu berria baldin bada, ez jarri abiadura handitan, batez ere makina oraindik hotza dagoenean. Errodajea egiten ari den bitartean, ez da komeni martxak behartzea.
- Ez dadila txirbilik sar gidarietan, batik bat karraska-hautsak, gidariak behar baino lehenago higa ez daitezzen.
- Ez konpondu inoiz mailuka makinaren aberiak, hori baita makinaren etsairik handiena.
- Gidariak, torlojoak eta higidura gehien jasaten duten makinaren beste zatiak erregularki koipeztatu.
- Aldian behin, abiadura-kaxaren olio-maila kontrolatu.
- Segurtasun-arauok bete arren, aberia edo okerren bat sortuz gero, hala nola hots arraroak, erre-usaina eta abar, lehenbailehen arduradunari aditzera eman.

Tornua erabiltzeko, kontuan hartu behar diren segurtasun-arauak (*gaur egun egiten eta erosten diren makina-erreminta guztiek Europako Batasuneko babes-arauak bete behar dituzte eta horrek hemen aipatuko diren zenbait arau baliorik gabe utziko baditu ere, guztiak adieraziko dira*) honako hauek dira:

- Ez balaztatu inoiz eskuz platera, are gutxiago piezari helduz. Ebakiak egin ditzakezu, eskumuturra hauts dezakezu edota makinak jaurti zaitzake.
- Ez utzi giltza tornuko platerean ahaztuta, makinak, martxan jartzean, jaurti egingo baitu.
- Ez egiaztatu behatzez piezaren azalaren laztasuna, batik bat pieza biraka dabilenean.
- Arrisku izugarria du hariak eskuz garbitzeak edota behatza zulo hariztatu batean sartzeak; azalean urratu izugarriak egin ditzake.
- Ez erabili bira-abiadura handiak pieza eszentrikoak egitean. Pieza jaurti edo mugi daiteke. Gainera, dardara bortitza sor daiteke eta hori pieza ondo amaitzeko kaltegarria da.

2.4.8. TORNUA ERABILTZeko SEGURTASUN-ARAUAK

Tornua ondo kontserbatzeko eta denbora luzean iraun dezan, arauok betetzea komeni da:

- Ez kolperik eman gidariei. Platerak muntatzean nahiz desmuntatzean maiz kolpekatzen dira gidariak; hori ekiditeko, egurrezko taula batekin babestea gomendatzen da.
- Platerak desmuntatzeko, ez egin palankarik hatzagarren eta puntuaren artean.
- Ez erabili alderanzgailu elektrikoa, ardatz nagusiari lasaierak aldeztatik kendu gabe.
- Ez utzi gidarietan barra-zatirik ez materialik. Orga nagusiarekin tope egin dezakete eta aberia sortu.
- Ez muntatu platera tornua martxan jarritz.
- Ez zentratu piezak platerean gogor loturik daudenean. Atzaparrak lasaitu eta gero jo leun-leun plastikozko edo egurrezko mazo batez.
- Ez kolpatu barra bat zuzenean puntu artean muntatuta dagoenean.
- Hariztatzeko torlojua ez da enbragatu behar, zilindratzekoa enbragatua badago; higidura blokeaturik geratuko litzateke (tornu guztiek ez baitute maniobra faltsu hori ekiditeko babesgailurik).
- Puntu artean zilindratu behar den bakoitzean, kontrapuntuako ardatzak blokeaturik egon behar du.

Mekanizaketa on bat lortzeko, hona hemen zenbait arau praktiko:

- Normalean, lehenik piezaren arbastua egingo dugu eta gero akabera.
- Pieza mailakatu bat mekanizatzeko erarik azkarrena zati bakoitza bere aldetik mekanizatzea da. Guztira, iraganaldi gutxiago behar da eta konikotasunagatik akatsa ere txikiagoa izango da.
- Denbora irabazten da (eta batzuetan materiala ere bai), pieza egiten hasi baino lehen zenbait minutuz eragiketak zein ordenatan egitea pentsatuz gero.
- Arbastaketan ez dira hiru edo lau iraganaldi eman behar, sobratzen den guztia iraganaldi bakar batean jan badaiteke. Horretarako, makinaren produkzio-kapazitatea ezagutu egin behar da; adibidez, zein abiaduratan jan dezakeen txirbil-sekziorik handiena.
- Burdinurtuan amaierako iraganaldiak aitzinapen handiz egin behar dira.
- Puntu arteko torneaketan maiz zuzendu behar da kontrapuntuaren lasaiera, batik batik martxaren lehen minutuetan.
- Ez ahaztu gaizki egindako zentroengatik pieza akastunak gerta daitezkeela.

- Pieza bat akabatutako azal batetik lotu nahi bada, mekanizatutako azalaren loturarako "atzapar bigunak" erabili behar dira eta kaskilo-babesleak, edota gutxienez, letoizko osagarriak atzaparraren eta piezaren artean.
- Aitzinapen ertaineko iraganaldi bat eman gabe, inoiz ez da pasatu behar aitzinapen handitik akaberako aitzinapen txikira, bestela hortzak arbastuko iraganaldiaren azal-irregulartasuna kopiatzen du.
- Hoztea aplikatzen bada, ugaria izan dadila, hozte urriak edota aldizkakoak erreminta hauts edo pitzaraz baitezake.
- Hortzak behera begira lan egitea oso arriskutsua da, piezaren aurrealdean baldin badago, platera deshariztatu eta askatu egiten baita.
- Makina geldirik baina aitzinapena desenbragatu gabe ez da erreminta erretiratu behar, bere punta hauts baitaiteke, batez ere metal gogorrezkoa baldin bada.
- Ez erabili sekzio txikiko hortzik, dardara asko sortzen dute eta.
- Puntu arteko zilindraketa piezak dardara hartzen badu, aitzinapena aldatu egin beharko da eta kontrapuntua doitu.
- Erreminta eta neurgailu bakoitzarentzat leku aproposa eduki behar da.

◆ HOZTEA

Ebaketan sortzen den beroak hondatzen du erreminta. Bero horrek bi iturburu ditu: ebaketa bera (molekulen desegitea eta masaren deformazioa) eta hortzaren alde zorrotzaren kontra txirbilak duen marruskadura.

Aipatu dugun bero hori piezak, erremintak, txirbilak eta haizeak hartzen dute. Pieza hedatu egiten da, abiadura handitan txirbila oso bero ateratzen da eta langilearentzat oso arriskutsua gertatzen da.

Mekanizazioak sortzen duen beroa ahal den neurrian ekiditeko, ondoren aipatzen diren propietateak dituzten likidoak erabiltzen dira:

- *Hozteko ahalmena.* Horretarako erabiltzen diren likidoak mekanizazioan sortzen den beroa azkar bereganatzen dute: adibidez, ura eta presiozko airea.
- *Labaintzeko ahalmena.* Horretarako erabiltzen diren likidoek marruskadurak sortzen duen beroa txikiagotzeko balio dute. Likido horien artean zenbait olio-mota aipa daitezke.

Praktikan oso normala da uraren eta olio disolbagarriaren nahasketa erabiltzea, ehuneko 3tik 10erako proportzioan.

Produkzioko makinetan ebaketa-olio hutsak ere erabiltzen dira. Beti desinfektagarriren bat eramane behar dute osagarritzat, langileari azalean atera dakizkiokeen mantxak ekiditeko.

Likido hozgarri horiek, aipaturiko ezaugarriez gain, beste baldintza hauek ere bete beharko dituzte:

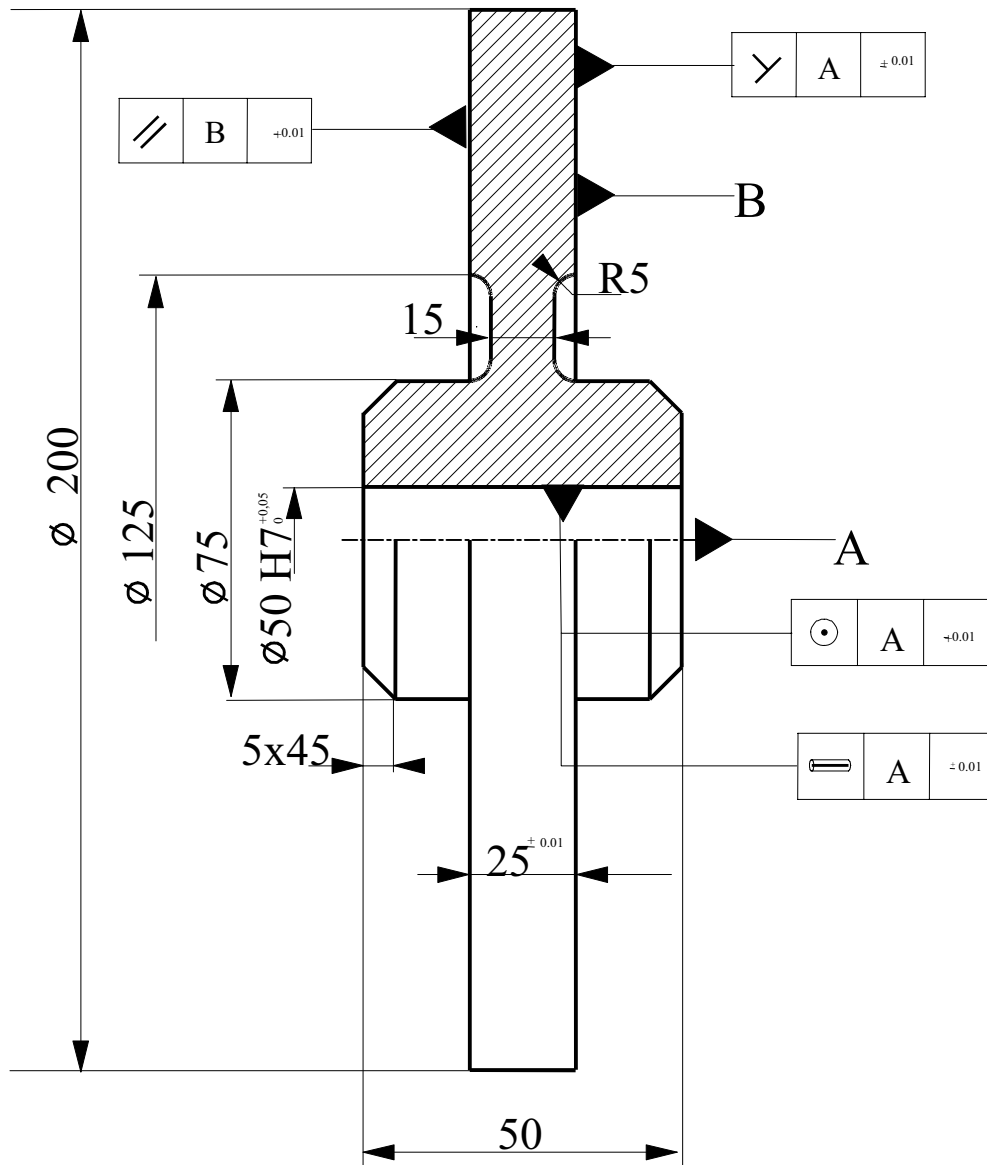
- Ez makinaren gidarrietan ez tutuerian, ez itsastea.
- Makinaren atalak ez herdoiltzea.
- Likidoa bera ez deskonposatzea edo garrantzatzea.
- Makinaren pintura ez jatea.
- Infekziorik ez eragitea.
- Sukoia ez izatea.
- Ahalik eta poluziorik txikiena sortzea. Arlo honetan Europako Batasuneko arauak bete behar dituzte.

◆ HOZTE ON BATEN ERAGINA

Hozte on baten abantaila nagusiak honako hauek dira:

- Ebaketa-abiadura ehuneko 25etik 50era handitu ahal izatea.
- Piezaren azala leunago uztea.
- Pieza ez berotzea.

2.5. Mekanizazio-prozedura



Perdoi orokorra js 13

2.5.1. MEKANIZAZIO-DENBORAREN KALKULUA

Mekanizazio-denboraren kalkuluarekin hasi baino lehenago, kontuan hartu behar ditugun faktoreak hurrengo hauek dira:

- Material-mota.
- Erreminta-motak.
- Makina-erreminta motak.
- Ebaketa-baldintzak.
- Hozgarri-motak.
- Tailerraren mekanizazio-ahalmena.

Faktore horiek guztiak mekanizatzen hasi baino lehenago aztertu behar ditugu. Aipatutako faktoreetatik bati kasurik egiten ez badiogu, zerbait gaizki irtengo zaigu: erreminta apurtuko da, materiala erreko da, makinak ezin izango du materiala ebaki, erreminta erreko da eta abar.

Beraz, mekanizazio-denboraren kalkuluarekin hasi baino lehen, banan-banan aztertuko ditugu arestian adierazitako faktoreak, nahiz eta haien arteko erlazioa aztertzeko asmorik ez izan, hori produkzio-mailaren eskutan dago eta.

◆ MATERIAL-MOTA

Materialaren aldetik, oso garbi dago beruna ebakitzea altzairu herdoilezina ebakitzea baino errazagoa dela. Beruna ebakitzeko edozein materialetako labanak balio du. Erresistentzia handiko altzairu bat ebakitzeko, ordea, ezin izango dugu edozein erreminta erabili, ez edozein makina-erreminta erabili, ez edozein ebaketa-baldintzatan mekanizatu, ez edozein hozgarri erabili ezta nahi dugun pieza-kopurua egin ere. Materialaren ikuspegitik gorago aipatutako faktore guztiei begiratu beharko diegu, produkzio ona atera nahi baldin badugu.

Materiala biguna denean, berdin dio aipatutako faktoreetakoren bat kontuan hartzen ez badugu ere, beste edozeinen bitartez lor baitezakegu produkzio ona. Materiala gogorra denean, makinak indartsua izan behar du (bestela apurtu, erre, geratu egingo da...), erabili beharreko ebaketa-baldintzak ezin izango dira gogorak izan (ez erremintaren aldetik, ez makinaren aldetik, ez hozgarriaren aldetik ezta produkzioaren aldetik ere), ebaki nahi dugun materialaren araberakoa izan behar du hozgarriak (burdinurtu grisaren mekanizazioan ez dugu inolako hozgarririk erabili behar; aluminioa ebakitzeko, berriz, petrolioa ona da, baita coca-cola ere), eta bukatzeko, orduko zenbat pieza egin nahi ditugun eta zein eta zenbat makinarekin mekanizatuko ditugun aurrez ikusi egin behar da.

◆ ERREMINTA-MOTAK

Gaur egun erabiltzen ditugun erremintekin ez dago inolako arazorik erabiliko dugun ebaketa-abiaduraren aldetik, ez aitzinapen-higiduraren aldetik ezta iraganaldi-sakoneraren aldetik ere (hori ziurtatzen dute fabrikatzaileek behintzat). Mekanizazioan sor daitezkeen arazoak hurrengoak izan daitezke:

- Makina-erremintaren indarririk eza.
- Makina-erremintaren gehiegizko lanordu-kopurua.
- Tailerreko instalazioen urritasuna.
- Pieza zein erreminta finkatzeko sistema desegokiak.
- Hozgarri egokia ez erabiltzea.

Ikusten den bezala, erreminta aukeratzea ez da gauza makala. Erreminta-aukeraketa onean datza mekanizazioaren gakoa. Erremintarik aproposena aukeratzeko badugu, produkzio handia lor dezakegu; bestela, ez.

Ebaketa-erreminta ona aukeratzeko, ondoko faktoreak hartu behar ditugu kontuan:

- Ebaki nahi dugun materiala.
- Mekanizazioan erabiliko ditugun makina-erremintak.
- Erabiliko ditugun ebaketa-baldintzak.
- Erabiliko ditugun hozgarriak.

Lau faktore horien arteko oreka lortu behar dugu, baina gehienetan ez da erraza asmatzea. Beti gertatzen da honelako zerbait: beroa edo hotza handia izatea, bibrazioak agertzea, makina-erremintaren egoera txarra izatea, erabilitako ebaketa-baldintzak desegokiak izatea...

◆ MAKINA-ERREMINTA MOTAK

Ebakitzeko makinaren ezaugarrien aldetik, garbi dago: auto indartsu batek, nahiz eta zamatuta joan, aldapa gogorrak igo ditzake, abiadura handia har dezake, beste edozein auto aurrera dezake eta abar. Makina-erremintekin ere gauza bera gertatzen da. Makina-erreminta indartsu batek edozein material ebaki dezake, nahi den ebaketa-baldintzetan egin daiteke ebaketa, ondo funtzionatuko du (nahiz eta hozgarririk ez erabili) eta produzitzeko ahalmena izango du. Indarririk ez duen makina-erreminta batean, berriz, aluminioa ebakitzeko ere zailtasunak besterik ez ditugu aurkituko bai ebaketa-abiaduraren aldetik bai ebaketa-baldintzen aldetik, baita produkzioaren aldetik ere. Makina-erreminta indartsua aukeratzeko eragozpen bakarra prezioa da.

◆ EBAKETA-BALDINTZAK

Erabiltzeko ebaketa-baldintzen aldetik, bi eratako ebaketa-baldintzak erabil ditzakegu:

- Arbastaketako ebaketa-baldintzak.
- Akaberako ebaketa-baldintzak.

Arbastaketako ebaketa baldintzak

Ebaki dezakegun ahalik eta material gehien (ahalik eta txirbil-sekziorik handiena) ebakiko dugu. Berdin zaigu piezaren zimurtasun-azala handia izatea, pieza doitasun handikoa ez izatea eta azala irregularra izatea, geroago piezari akaberako iraganaldia egingo diogu eta. Arbastuko ebaketa-baldintzak gogorak ez badira, mekanizazioa luzeagoa (denboraren aldetik) eta garestiagoa izango da (ezin izango dugu tailer batzuekin lehiatu). Horretarako, makina-erreminta indartsua erosi beharko genuke, eta hori ere garestia da.

Akaberako ebaketa-baldintzak

Pieza amaitzeko operazioa dela kontuan hartuz, berdin dio mekanizazio-denbora luzea izatea, zimurtasun txikiko azalera lortu nahi badugu. Perdoiaren doitasunaren arabera izan behar du azaleraren zimurtasunak.

◆ HOZGARRI-MOTAK

Pieza baten txirbil-harroketa bidezko mekanizazioan hozgarriren bat erabiltzea ona izango da mekanizazioan agertzen den beroa desagerrarazi egingo baitu. Mekanizazioan agertzen den beroa piezarentzat ez ezik, erremintarentzat eta makinarentzat ere kaltegarria izango da.

Piezaren aldetik, pieza bero badago, ezin izango dugu neurtu, dilataturik dagoelako. Horrela piezak duen neurria baino handiagoa izango da neurgailuaren emaitza edo irakurketa. Arauaren arabera, pieza bat neurtzeko, 20°-ko tenperaturan egon behar du. Hozgarri aproposena erabiliz, pieza ez da berotuko, neurtzeko arazorik ez dugu izango eta pieza bukatu bezain laster egin dezakegu neurketa.

Erremintaren aldetik, haren materiala edozein dela ere, beroak hura erre egingo du. Erreminta erreta badago, ez dago mekanizazio onik lortzerik. Arbastatzeko balio dezake, baina beste ezertarako ez. Erreminta erre ez dadin, hozgarria da gauzarik onena. Gaur egun erabiltzen diren erremintak merkeak izan daitezke, baina erremintaren aldaketa ez da hain merkea izango. Mekanizazio merkea lortzeko erremintak iraupenik luzeena izatea komeni zaigu. Horretarako

erabiltzen da hozgarria. Material bakoitzarentzat aukerako hozgarria dago (burdinurtu grisarentzat izan ezik). Ezin dugu edozein hozgarri erabili material jakin bat mekanizatzeke.

Makinaren aldetik, tailerreko makina-erreminta guztiek 20°-ko tenperaturan egin behar dute lan. Piezarekin gertatzen den bezala, makinak tenperatura altuetan lan egiten badu, ez du ondo funtzionatuko.

◆ TAILERRAREN MEKANIZAZIO-AHALMENA

Arbastuak egiteko erabili behar dugun makina-erremintak indar handikoa izan behar du. Zenbat eta makina-erreminta indartsuagoa izan, orduan eta arbastuko ebaketa-baldintza gogorragoak erabil ditzakegu. Zenbat eta ebaketa baldintza gogorragoak erabili, orduan eta mekanizazio-denbora murriztagoa izango da eta pieza merkeago aterako zaigu.

Akaberak egiteko, berriz, makina-erremintarik lasterrena erabiliko dugu. Akaberako ebaketa-baldintzek (ebaketa-abiadura izan ezik) arbastukoak baino murriztagoak izan behar dute (aitzinapenaren aldetik zein iraganaldiaren sakoneraren aldetik).

Horren arabera, arbastuak egiteko, makina-erreminta mota bat erabili behar dugu, eta bukaerak egiteko, beste makina-erreminta mota bat. Hori garestiegia izan daiteke tailer txiki batentzat.

2.5.2. BIRAKETA-ABIADURA KONSTANTEZ EGINDAKO MEKANIZAZIOAK

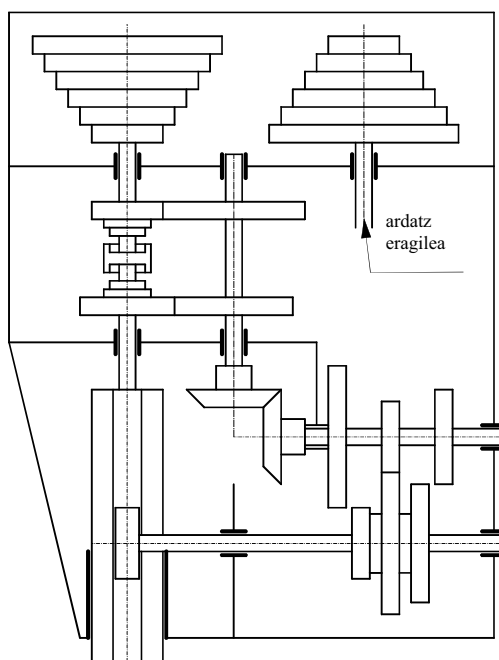
Mekanizazio-denboraren kalkuluaren helburua mekanizazioaren kostua jakitea da. Pieza egin aurretik, mekanizazioak zenbat iraungo duen jakin behar dugu, gero egin beharko den lana kobratzeko edo aurrekontuak egiteko.

Biraketa-abiadura konstantez egindako mekanizazioa da mekanizazio-denbora kalkulatzeko modurik errazena, piezaren edo erremintaren diametroa ez baita aldatzen. Ebaketa-abiadura konstantez egindako mekanizazioak zailagoak dira kalkulatzeko. Tailerreko makina-erreminta guztietan erabiliko dugu mekanizazio-era hau. Tornuaren kasua berezia da, piezaren diametroa mekanizazioan zehar alda daitekeelako, hala nola, aurpegiketetan, torneaketa konikoetan eta esferikoetan, artekaketa eta trontzaketa-lanetan...

Zilindraketan, berriz, diametroa ez da aldatzen eta biraketa-abiadura konstantez egin daiteke mekanizazio-denboraren kalkulua. Geroago ikusiko dugun bezala, nahiz eta piezaren diametroa aldatu, hariztaketa ere biraketa-abiadura konstantez egiten da.

2.5.3. ZULAKETAREN MEKANIZAZIO-DENBORA

Barautsa berezia ez bada, haren diametroa ez da aldatuko barauts osoan zehar, eta erremintaren diametroa aldatzen ez denean, mekanizazio-denboraren kalkulua erraza da. Zulatzeko makinaren aitzinapen-higidurak erlazio zuzena du biraketa-abiadurarekin: barautsaren bira-kopuru bakoitzarentzat birako aitzinapen asko izango ditugu aukeran. 5.1. irudian agertzen den zulatzeko makinak sei biraketa-abiadura desberdin ditu eta biraketa-abiadura bakoitzeko birako sei aitzinapen desberdin, arbustuak zein akaberak egin ahal izateko.



5.1. irudia. Aitzinapen-kaxaren kate zinematikoa.

Birako aitzinapenetik hasiko dugu zulatzeko lanaren mekanizazio-denboraren kalkulua. Birako aitzinapenaren bidez minutuko aitzinapena kalkulatu behar dugu mekanizazio-denbora jakiteko. Minutuko aitzinapena biraketa-abiaduraren bitartez lortuko dugu, eta biraketa-abiadura ebaketa-abiaduraren bitartez kalkulatu dugu:

$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1.000}$$

V_c : ebaketa-abiadura (m/min)

π : zirkunferentziaren garapena kalkulatzeko konstantea (3,1415...)

D : piezaren diametroa (mm)

N : piezaren biraketa-abiadura (b/min)

1.000: piezako diametroaren milimetroak metroak bihurtzeko.

$$n = \frac{1.000 \times V_c}{\pi \times D}$$

Biraketa-abiadura kalkulatu ondoren, minutuko aitzinapena kalkulatu dugu hurrengo ekuazioarekin:

$$a_{\min} = a_v \times n$$

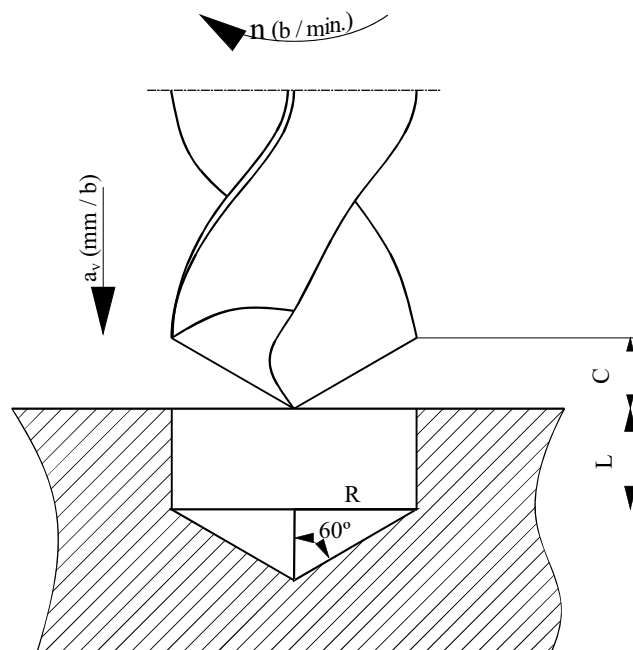
a_{\min} = minutuko aitzinapena (mm/min)

a_v = birako aitzinapena (mm/b)

Kalkulua egiteko, piezaren luzera eta barautsaren puntaren luzera kontuan hartu behar ditugu. 5.2. irudian ikusten den bezala, nahiz eta zulo itsua izan, barautsaren ibiltarteak zulo zilindrikoaren luzerak (L) baino handiagoa izan behar du. Barautsaren puntaren altuera kalkulatu behar dugu (C). Altzairuak zulatzeko, barautsaren puntaren angelua 120° -koa izan ohi da. Barautsaren diametroa badakigu, barautsaren puntaren altuera hurrengo ekuazioaren bitartez kalkulatu dugu:

$$\text{tag}60 = \frac{R}{C}$$

$$C = \frac{R}{\text{tag}60}$$



5.2. irudia.

R: barautsaren erradioa mm-tan

C: barautsaren puntaren altuera mm-tan

60°: barautsaren puntaren angelu erdia.

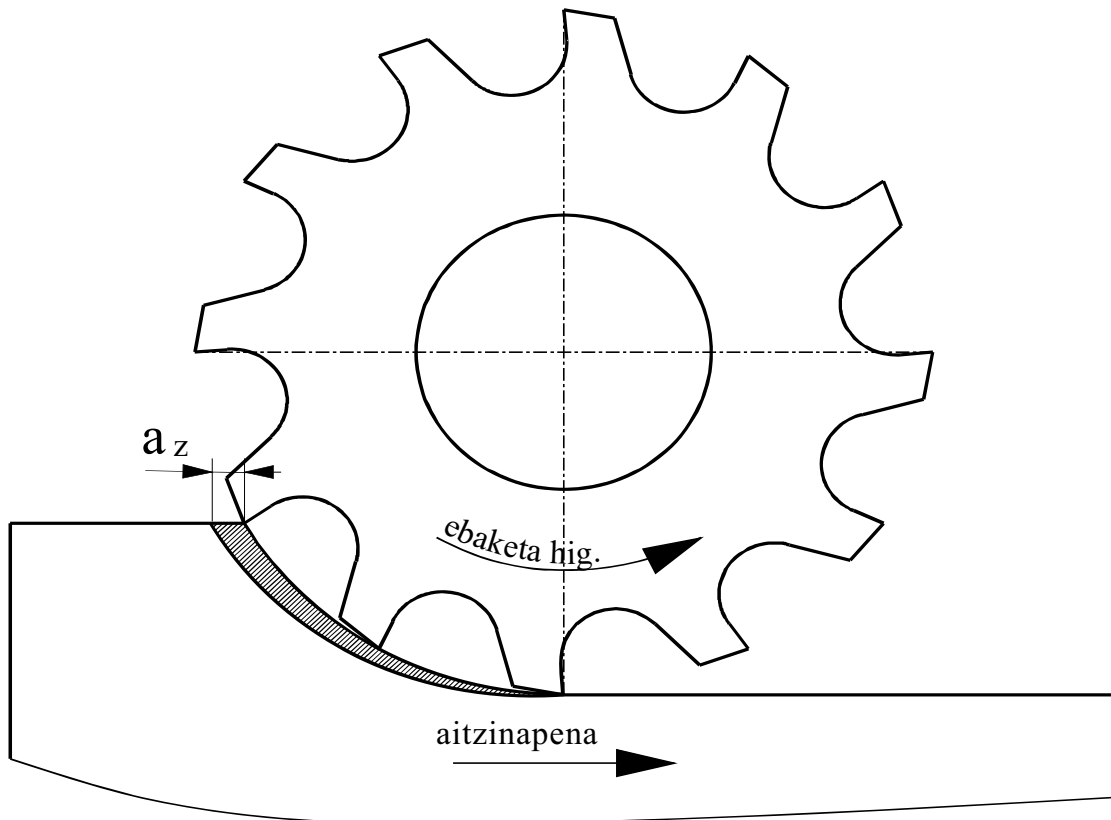
Zulo itsua egiteko, lanaren luzera osoa (L_O) hurrengoa izango da:

$$L_O = L + C$$

Minutuko aitzinapena kalkulatu izanik, mekanizazio-denbora (MD_{ZM}) hurrengoa izango da:

$$MD_{ZM} = \frac{L + C}{a_{min}}$$

Aitzinapen-noranzkoaren aldeko fresaketa tangenziala



5.4. irudia. Aitzinapen-noranzkoaren aldeko fresaketa.

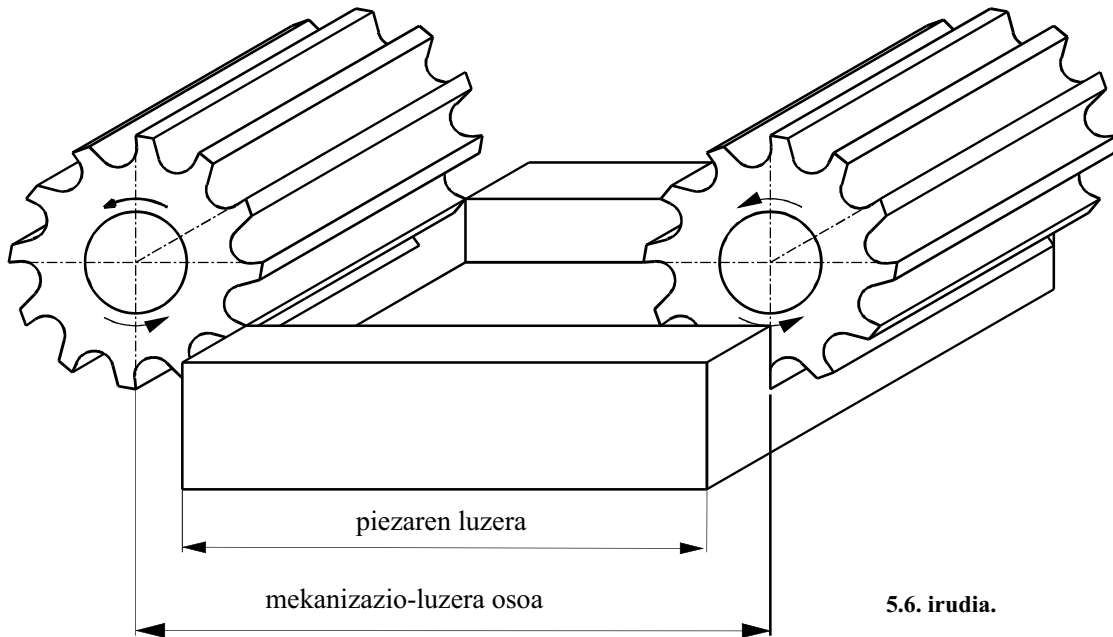
Ahal denean, gehien erabiltzen dena da. Zenbakizko kontroleko makina-erremintetan erabiltzen da, batez ere. Makina-erreminta horietan ez dago lasaitasunik ardatz hariztatuaren eta azkoinaren artean; horregatik, berdin dio erremintak pieza bultzatzea, ez baitio ardatzean lasaitasunik sorraraziko. Hori izango da mekanizazio-era honen oztopo bakarra makina-erreminta konbentzionaletan ez erabiltzeko; zenbakizko kontroleko makinetan ez dago horrelako oztoporik.

Era honetako mekanizazioak abantailak besterik ez ditu; honako hauek, besteak beste:

- erremintak pieza bultzatzen badu, fresatzeko makinaren mahaiaren kontra finkatuta geratuko da pieza.
- hortzak erarik onenean ebakiko du materiala eta fresak iraupen luzeagoa izango du.
- erremintako hortzen eta piezaren azalaren artean marruskadurarik ez bada, ez da berorik sortuko.

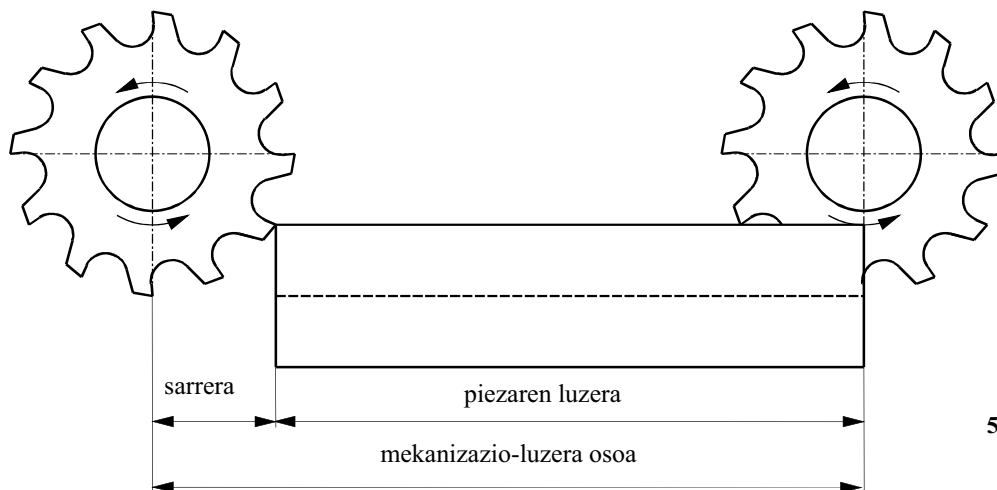
Fresaketa tangentialaren mekanizazio-denboraren kalkulua

Mekanizazio-denboraren kalkulua egiteko, berdin dio erabiliko dugun noranzkoa, bi noranzkoetan kalkulu-prozedura bera erabiliko dugu eta. Mekanizazio-denbora kalkulatu aurretik, mekanizatu nahi dugun azalaren luzera osoa kalkulatu behar dugu.



5.6. irudia.

5.6. irudian ikusten den bezala, mekanizazio-luzera osoa piezaren luzera baino luzeagoa da. Mekanizazio-luzera osoa jakiteko, fresaren sarrera kalkulatu behar dugu, piezaren luzerari gehitzeko. Erremintaren sarrera, geroago ikusiko dugun bezala, fresaren erradioaren eta ebaketa-sakoneraren arabera da.



5.7. irudia.

Mekanizazio-denbora kalkulatu ahal izateko minutuko aitzinapena kalkulatu behar dugu. Zulaketa aztertu dugunean emandako urrats berak emango ditugu minutuko aitzinapenaren kalkulua egiteko ere.

$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1.000}$$

V_c : ebaketa-abiadura (m/min)

π : zirkunferentziaren garapena kalkulatzeko konstantea (3,1415...)

D : piezaren diametroa (mm)

n : piezaren biraketa-abiadura (b/min)

1.000: piezaren diametroaren milimetroak metrotara bihurtzeko zatitzailea.

$$n = \frac{1.000 \times V_c}{\pi \times D}$$

Biraketa-abiadura kalkulatu ondoren, minutuko aitzinapena kalkulatu dugu hurrengo ekuazioarekin:

$$a_{\min} = a_v \times n$$

a_{\min} : minutuko aitzinapena (mm/min)

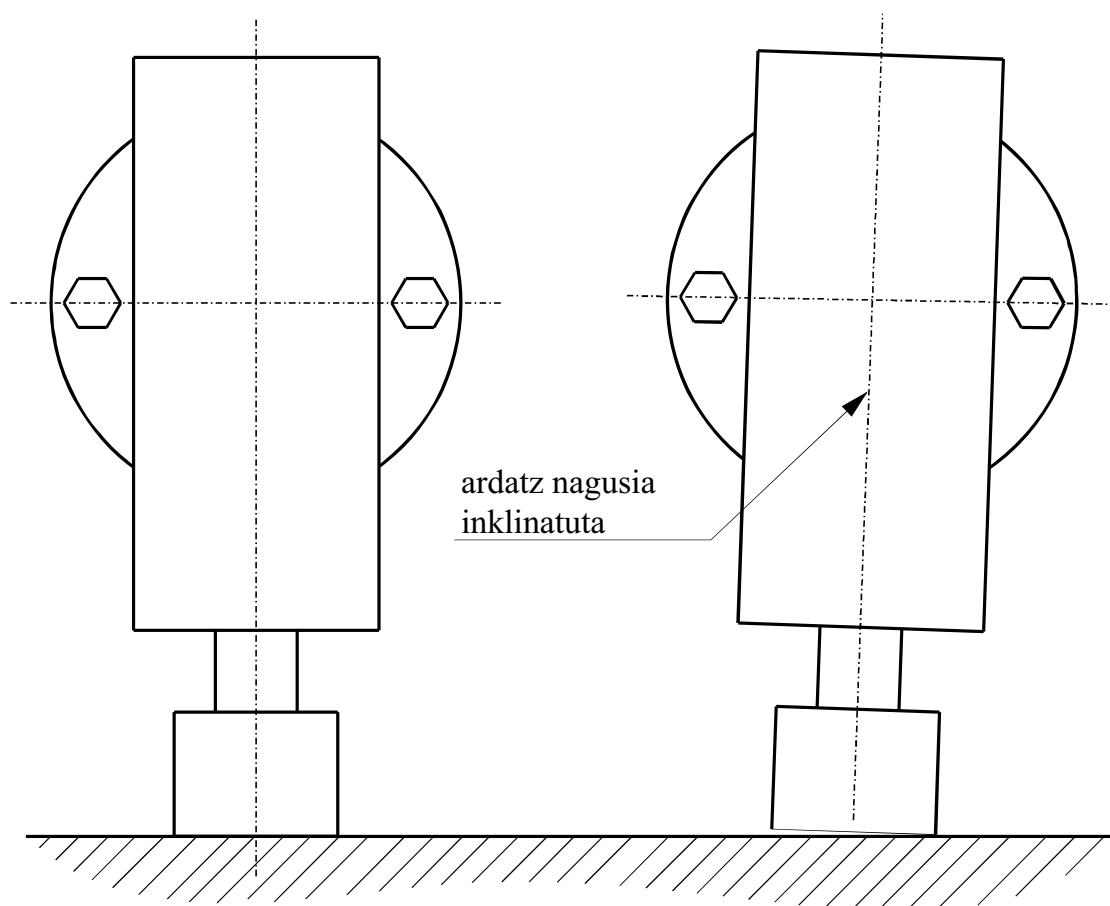
a_v : birako aitzinapena (mm/b)

Minutuko aitzinapena kalkulatu ondoren, hurrengo formularen bitartez fresaketa tangentialaren mekanizazio-denbora (MD_{FT}) kalkulatu dugu:

$$MD_{FT} = \frac{L + S}{a_{\min}}$$

◆ **AURRETIKO FRESAKETAREN MEKANIZAZIO-DENBORAREN KALKULUA**

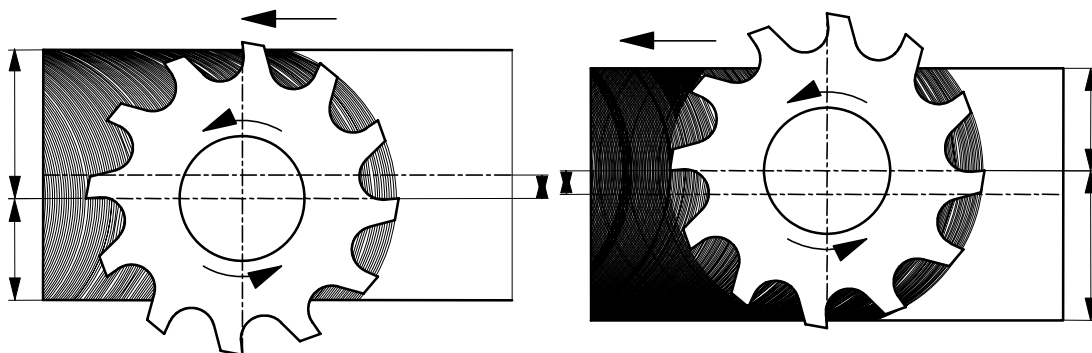
Aurretiko fresaketan mekanizazio ona lortzeko, fresatzeko makinaren buru orokorrak (ardatz nagusia) alde batera zertxobait inklinatuta egon behar du.



5.9. irudia.

Aurretiko fresaketan erremintaren hortzek aurreko aldetik ebakitzen dute materiala. Hori dela eta, arbastuak egiteko soilik erabiltzen da; batetik, ardatz nagusia guztiz bertikal egoteagatik fresaketa-era honek zimurtasun handiko azala eragiten duelako; eta beste aldetik, ardatz nagusia inklinatuta egoteagatik mekanizazio-azalera laua lortzen ez dugulako.

Azal-zimurtasunaren aldetik, ardatz nagusia inklinatuta badago, fresaketa-marken erdiak agertu zaizkigu. Horrela, artezketa errazagoa izango da, fresaketa-marra gutxiago kendu behar ditugulako. Baina gehiegi inklinatzen badugu, mekanizazio-azala ez da laua izango eta piezak ez du akabera ona izango. Inklinatu behar dugun angelua ez da inoiz gradu batera iritsiko, azalik lauenena lortu nahi badugu.

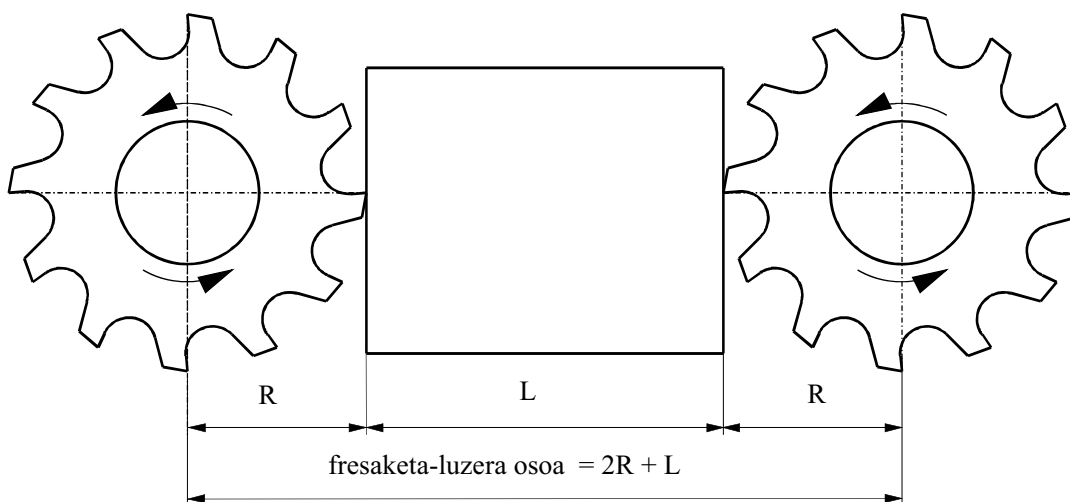


5.10. irudia.

Ezkerrean, fresaketa-marrak ardatz nagusia inklinatuta.
Eskuinean, fresaketa-marrak ardatz nagusia inklinatu gabe.

5.10. irudian ikusten den bezala, ardatz nagusia inklinatu gabe fresaketa-marken kopurua bikoitza da, inklinatuta dagoenaren aldean. Hori itxura aldetik zein azalaren zimurtasunaren aldetik txarra da.

Hala eta guztiz ere, ardatz nagusia ez da aurreko arazoengatik inklinatzen, mekanizazio-denbora laburragoa izateagatik baizik.



5.11. irudia. Fresaketa-luzera ardatz nagusia inklinatu gabe.

Ardatz nagusia inklinatu gabeko mekanizazioko fresaketa-luzera, 5.11. irudian ikusten den bezala, hurrengo hau izango da:

$$F_L = L + 2R$$

F_L : fresaketa luzera osoa, mm-tan

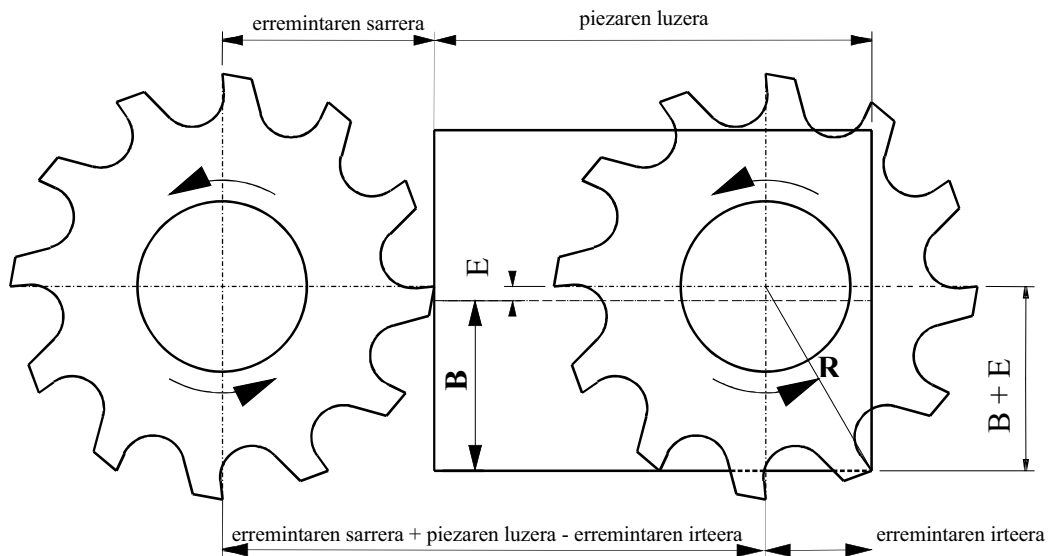
L: piezaren luzera, mm-tan

R: fresaren erradioa, mm-tan

Mekanizazioa bukatzeko, piezak bere luzera gehi fresaren diametroaren ibiltartea egin behar du eta denbora asko galtzen da. Horrela, pieza garestia aterako zaigu, eta lehen ikusi dugun bezala, zimurtasun handiko azala lortuko dugu.

Ardatz nagusia inklinatuta egonda, fresaketa-luzera, 5.12. irudian ikusten den bezala, motzagoa izango da aurrekoaren aldean. Kasu horretan, fresaketa-luzera hurrengoa izango da:

$$F_L = L + R - C$$



5.12. irudia. Fresaketa-luzera ardatz nagusia inklinatuta.

F_L : fresaketa-luzera osoa, mm-tan

L: piezaren luzera

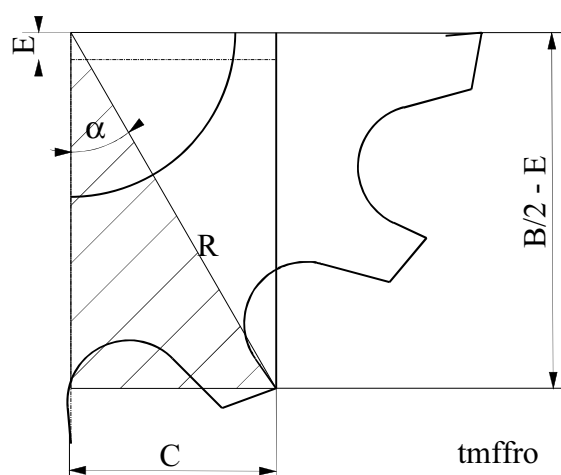
R: fresaren erradioa, mm-tan

C: erremintaren irteera

Fresatzeko era honekin erremintaren erradioa eta erremintaren irteera aurreztuko ditugu eta pieza merkeago aterako zaigu. Horrelako mila pieza egin behar baditugu diru mordo aurrez daiteke. Fresaketa-luzera kalkulatzeko, erremintaren irteera kalkulatu beharko dugu. Horretarako, lehenik α angelua kalkulatu behar dugu hurrengo formula erabiliz:

$$\cos\alpha = \frac{B+E}{R}$$

B: piezaren zabalera, mm-tan
E: noranzkoaren distantzia, mm-tan
R: fresaren erradioa
 α : piezak zeharkatzen duen fresaren angelua, gradutan



5.13. irudia.

Erremintaren irteera kalkulatzeko, berriz, hurrengo formula erabiliko dugu:

$$C = R \times \sin\alpha$$

C: erremintaren sarrera, mm-tan
R: fresaren erradioa, mm-tan
 α : piezak zeharkatzen duen fresaren angelua, gradutan

Aurretiko fresaketaren mekanizazio-denbora kalkulatzeko hurrengo formulak erabiliko ditugu:

$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1.000}$$

V_c : ebaketa-abiadura (m/min)
 π : zirkunferentziaren garapena kalkulatzeko konstantea (3,1415...)
D: piezaren diametroa (mm)
n: piezaren biraketa-abiadura (b/min)
1.000: piezaren diametroaren milimetroak metrotara bihurtzeko zatitzailea.

$$n = \frac{1.000 \times V_c}{\pi \times D}$$

Biraketa-abiadura kalkulatu ondoren, minutuko aitzinapena kalkulatu dugu hurrengo ekuazioarekin:

$$a_{\min} = a_v \times n$$

a_{\min} : minutuko aitzinapena (mm/min)

a_v : birako aitzinapena (mm/b)

Minutuko aitzinapena kalkulatu ondoren, aurretiko fresaketaren mekanizazio-denbora (MD_{AF}) hurrengo formularen bitartez kalkulatu dugu:

$$MD_{AF} = \frac{L + R - C}{a_{\min}}$$

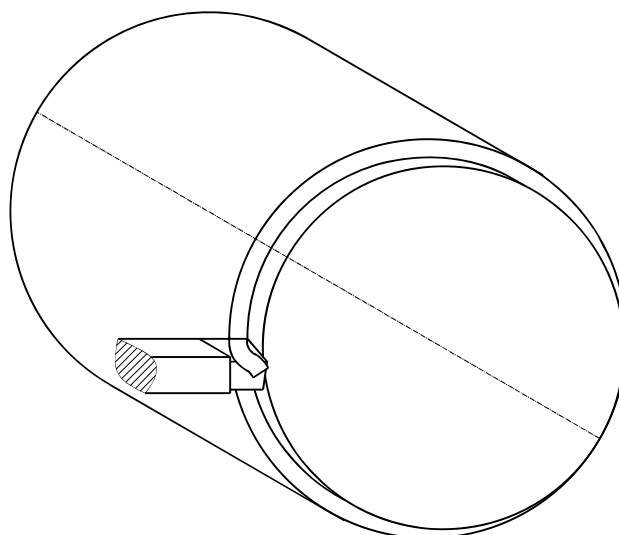
L: piezaren luzera, mm-tan

R: fresaren erradioa, mm-tan

C: erremintaren irteera, mm-tan

a_{\min} : minutuko aitzinapena, mm/min

2.5.5. ZILINDRAKETAREN MEKANIZAZIO-DENBORA



5.14. irudia. Zilindraketa.

Zilindraketan piezaren diametroa ez da aldatzen; iraganaldi osoan zehar diametro bera da. Horregatik, biraketa-abiadura konstantez egin daiteke mekanizazioa. Horrek mekanizazio-denboraren kalkulua asko errazten du, geroago ikusiko dugun bezala.

Zilindraketaren mekanizazio-denbora kalkulatzeko, ezinbestekoa da minutuko aitzinapena (a_{\min}) jakitea. Datu hori jakinik, ez dago inolako arazorik zilindraketaren mekanizazio-denbora kalkulatzeko. Erreminta batek minutu batean egiten duen ibiltartea jakin ondoren, edozein luzeratako piezaren mekanizazio-denboraren kalkulua egiteko, hiruko erregela zuzena aplikatu baino ez dugu egin behar.

Esan bezala, arazoaren gakoa minutuko aitzinapenean datza. Hura kalkulatu ahal izateko, birako aitzinapena (a_v) zein den jakin behar dugu. Birako aitzinapenik handiena da arbustuak egiteko makina-erremintaren ezaugarri nagusia. Horrek makina-erremintak duen indarra adierazten du.

Ebaketa-abiaduraren eta zilindratu nahi dugun diametroaren bidez piezaren biraketa-abiadura kalkulatu dugu:

$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1.000}$$

V_c : ebaketa-abiadura (m/min)

π : zirkunferentziaren garapena kalkulatzeko konstantea (3,1415...)

D : piezaren diametroa (mm)

n : piezaren biraketa-abiadura (b/min)

1.000: piezaren diametroaren milimetroak metrotara bihurtzeko zatitzailea.

$$n = \frac{1.000 \times V_c}{\pi \times D}$$

Biraketa-abiadura kalkulatu ondoren, minutuko aitzinapena kalkulatu dugu hurrengo ekuazioarekin:

$$a_{\min} = a_v \times n$$

a_{\min} : minutuko aitzinapena (mm/min)

a_v : birako aitzinapena (mm/b)

Erreminta batek minutu batean zenbat milimetroko ibiltartea egiten duen jakin ondoren, zilindratu nahi dugun azalaren luzeraren mekanizazio-denbora (MD_Z) kalkulatzeko ez da zaila izango:

$$MD_{ZL} = \frac{L}{a_{min}}$$

L: piezaren luzera (mm)

a_{min} : minutuko aitzinapena (mm/min)

2.5.6. EBAKETA-ABIADURA KONSTANTEZ EGINDAKO MEKANIZAZIOAK

Biraketa-abiadura konstantez egindako kalkuluak baino laburragoak izaten dira ebaketa-abiadura konstantez egin beharrekoak. Kasu horretan, minutuko txirbilaren luzera (m-tan) da ezaugarri nagusia. Ezaugarri horren zergatia diametroaren aldaketan datza. Ebaketa-abiadura konstantez egindako mekanizazioak tornuan bakarrik agertuko zaizkigu, piezaren diametroa, mekanizazioan zehar, beti desberdina izaten baita.

Ebaketa-abiadura konstantez egindako mekanizazioak honako hauek dira:

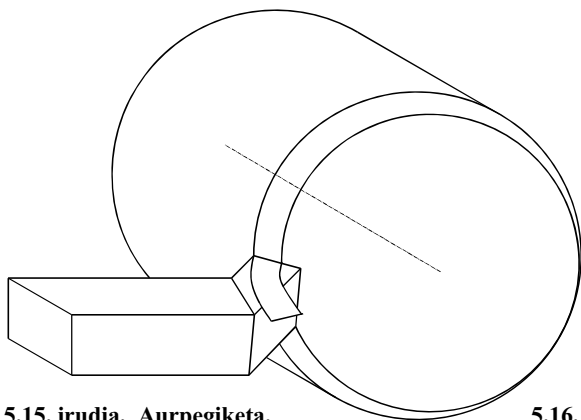
- aurpegiketa
- artekaketa
- trontzaketa
- torneaketa konikoa
- torneaketa esferikoa.

Piezaren erdigunerainoko aurpegiketaren eta trontzaketaren mekanizazio-denborak kalkulatzeko, prozedura bera erabiliko da, nahiz eta ebaketa-baldintzak eta erreminta-mota berak ez erabili.

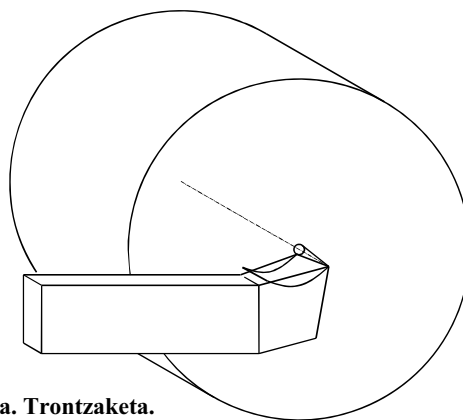
Diametro kritikoa baino handiagorainoko aurpegiketaren eta artekaketaren mekanizazio-denborak kalkulatzeko, prozedura bera erabiliko da, nahiz eta ebaketa-baldintzak eta erreminta-mota berak ez erabili.

Torneaketa konikoaren eta esferikoaren mekanizazio-denborak kalkulatzeko ere prozedura bera erabiliko da.

◆ **PIEZAREN ERDIGUNERAINOKO AURPEGIKETA ETA TRONTZAKETA**



5.15. irudia. Aurpegiketa.



5.16. irudia. Trontzaketa.

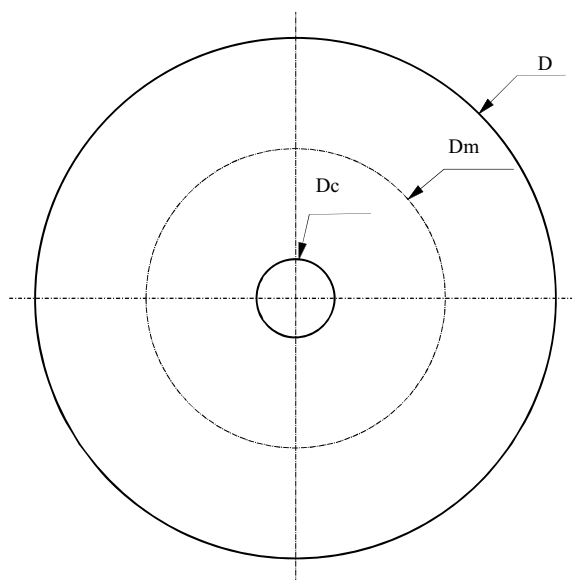
Bi kasu horietan erremintak piezaren erdiguneraino iritsi behar du. Kontuan hartu behar dugu 0 mm-ko diametroari ∞ birako abiadura dagokiola, baina makina batek ezin du ∞ biraketa-abiadura izan. Ebaketa-abiaduraren formula aplikatuz:

$$n = \frac{1.000 \times V_c}{\pi \times D} = \frac{1.000 \times V_c}{\pi \times 0} = \infty$$

Tornu bakoitzak bere biraketa-abiadurarik handiena du eta ezin izango du hori baino abiadura handiagorik hartu. Hori tornu bakoitzaren ezaugarria da. Tornu bakoitzaren biraketa-abiadura handienak ebaketa-abiadura konstantez egindako mekanizazioa mugatuko du diametro kritikorekin. Diametro kritikoa hurrengo formulak adieraziko digu:

$$D_c = \frac{1.000 \times V_c}{\pi \times n_{\max}}$$

Kanpoko diametrotik diametro kritikora iritsi arte txirbil-harroketa ebaketa-abiadura konstantez egingo dugu; diametro kritikotik piezaren erdiguneraino, berriz, biraketa-abiadurarik handienera egingo dugu mekanizazioa.



5.18. irudia. Batez besteko diametroaren kalkulua.

D kanpo-diametroa
Dm saihetsetako diametroa
Dc diametro kritikoa

◆ **EBAKETA-ABIADURA KONSTANTEZ EGINDAKO MEKANIZAZIOA**

Ebaketa-abiadura konstantez egindako mekanizazioaren erremintaren ibiltartea marra lodiz marraztuta dago. 5.17. irudian ikusten den bezala, erreminta kanpoko diametrotik (D) diametro kritikoraino iritsiko da. Diametro kritikora iristean tornuak biraketa-abiadurarik handienaz biratuko du.

Lehen esan dugun bezala, ebaketa-abiadura konstantez egindako mekanizazioaren ezaugarri nagusia erremintak minutuko ebakitzen duen txirbilaren luzera (m-tan) da.

Horretarako, birako aitzinapena jakitea ezinbestekoa izango dugu. Horrek diametro kritikoraino iristeko piezaren bira-kopurua (N) adieraziko digu, hurrengo formularen bitartez:

$$N = \frac{D - D_c}{2av}$$

D: kanpo-diametroa mm-tan

D_c: diametro kritikoa mm-tan

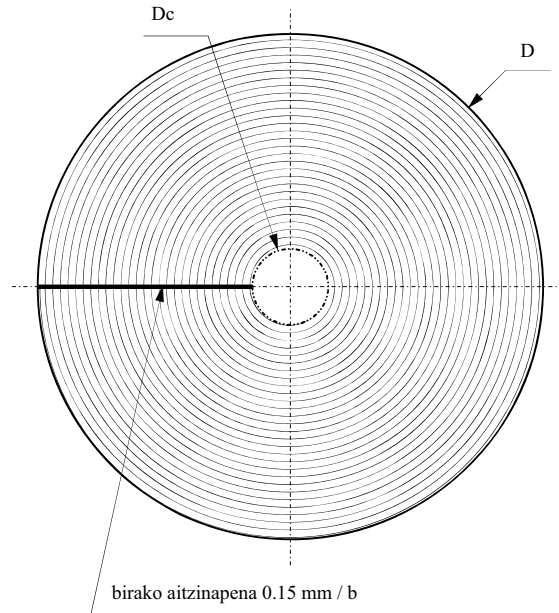
A_v: birako aitzinapena mm/b-tan

Piezaren bira-kopurua jakin ondoren, erremintak piezan egiten duen zirkunferentzia bakoitzaren garapena kalkulatu behar izango genuke, baina hori lan neketsua izango litzateke. Kalkulu neketsu hori saihesteko, batez besteko diametroarekin konponduko gara. Batez besteko diametroa (D_m) kalkulatzeko, hurrengo formula erabiliko dugu:

$$D_m = \frac{D - D_c}{2}$$

D: kanpo diametroa, mm-tan

D_c: diametro kritikoa, mm-tan



5.17. irudia. Ebaketa-abiadura konstantez zenbakizko kontrolko makinean eginiko mekanizazioa.

Batez besteko diametroaren garapena kalkulatzeko, txirbilaren luzera askoz errazago aterako dugu. Hurrengo taulan agertzen dira batez besteko diametroak eta dagozkien zirkunferentzien garapenak. Zirkunferentziaren garapenari dagokionez, batez besteko diametroan 1 mm-ko aldeari, 6,28 mm-ko garapena dagokio. Batez besteko diametroarekin eta piezaren bira-kopuruarekin kalkulatu dugu minutuko txirbil-luzera.

Batez besteko diametroa	Zirkunferentziaren garapena
99	622,02...
100	628,30...
101	634,58...

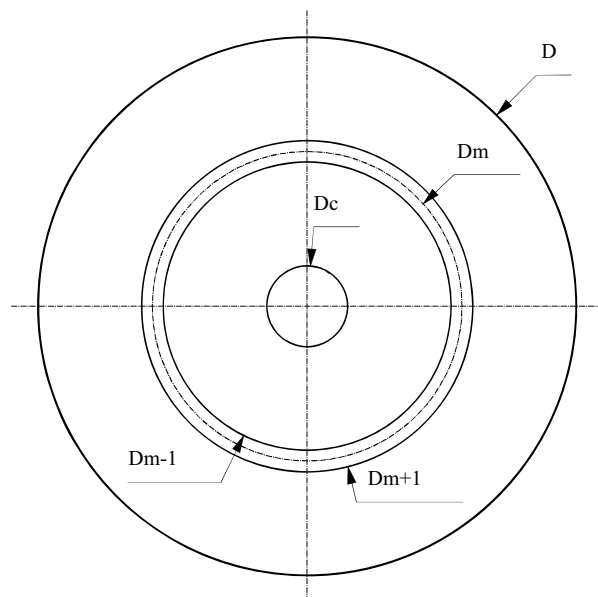
Txirbil-luzera (T_L) kalkulatzeko hurrengo formula erabiliko dugu:

$$T_L = \frac{\pi \times D_m \times N}{1.000}$$

D_m : batez besteko diametroa.

N : piezaren bira-kopurua.

Emaitza m-tan aterako zaigu eta hori da minutu batean erremintak ebakitzen duen materialaren luzera. Ebaketa-abiadura m/min-tan emanda dator.



5.19. irudia. Batez besteko diametroaren garapena.

Mekanizazio-denbora (MD_{A1}) kalkulatzeko hurrengo formula aplikatu besterik ez dugu:

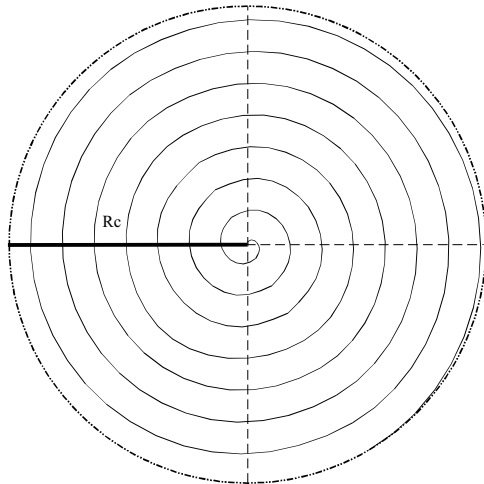
$$MD_{A1} = \frac{T_L}{V_C}$$

T_L : Txirbil-luzera m-tan

V_C : ebaketa-abiadura m/min

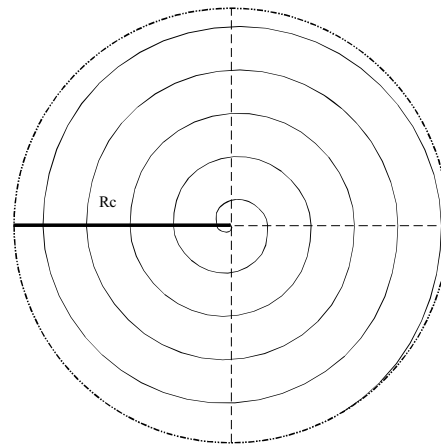
Horrekin ebaketa-abiadura konstantez egindako aurpegiketaren mekanizazio-denbora kalkulatu dugu. Baina oraindik ez gara erdiguneraino iritsi; horretarako, beste kalkulu bat egin behar dugu, biraketa-abiadura konstantez egin beharrekoa.

◆ **BIRAKETA-ABIADURA KONSTANTEZ EGINDAKO MEKANIZAZIOA**



birako aitzinapena 0.1 mm / b.

5.20. irudia. Biraketa-abiadura konstantez egindako akabera-lana.



birako aitzinapena 0.15 mm / b.

5.21. irudia. Biraketa-abiadura konstantez egindako arbastu-lana.

Biraketa-abiadura konstantez egindako aurpegiketaren mekanizazio-denbora kalkulatzeko tornuaren biraketa-abiadurarik handiena jakin behar dugu. Datu hori tornu bakoitzak duen berariazko ezaugarria da, aurretik esan dugun bezala.

Kasu horretan ere, mekanizazio-denbora kalkulatu ahal izateko, piezak zenbat bira (N) emango duen jakin behar dugu. Horretarako, hurrengo formula erabiliko dugu:

$$N = \frac{Rc}{a_v}$$

Rc: piezaren erradio kritikoa mm-tan

a_v : birako aitzinapena mm/b-tan

Mekanizazio-denbora kalkulatzeko erabiliko dugun formula hurrengoa izango da:

$$MD_{AL2} = \frac{N}{n_{max}}$$

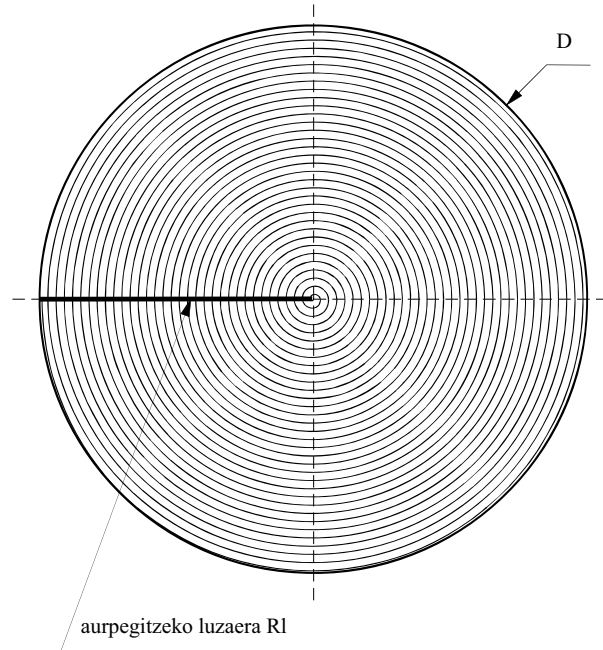
Mekanizazio-denbora osoa bi aurpegiketen batuerak emango digu:

$$MDT = MD_{AL1} + MD_{AL2}$$

◆ **BIRAKETA-ABIADURA KONSTANTEZ EGINDAKO MEKANIZAZIOA TORNU KONBENTZIONALEAN**

Kasu horretan ere biraketa-abiadura konstantez egin behar dugu mekanizazioa, beste erremediorik ez daukagulako. Tornu konbentzionaletako motorrak ez dira korrante zuzenekoak eta haien abiadura ezin da aldatu. Kanpoko diametroari dagokion biraketa-abiaduran egingo dugu mekanizazioa. Mekanizazio-denbora kalkulatu aurretik, lehen egin dugun bezala, piezaren bira-kopurua kalkulatu dugu ondoko formularen bitartez:

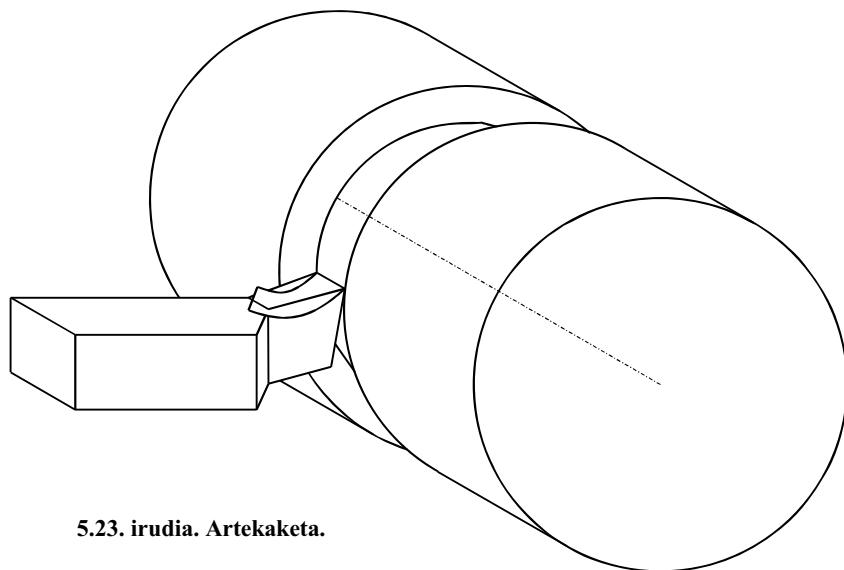
$$N = \frac{R}{a_v}$$



5.22. irudia. Biraketa-abiadura konstantez tornu konbentzionaletan egindako aurpegiketa.

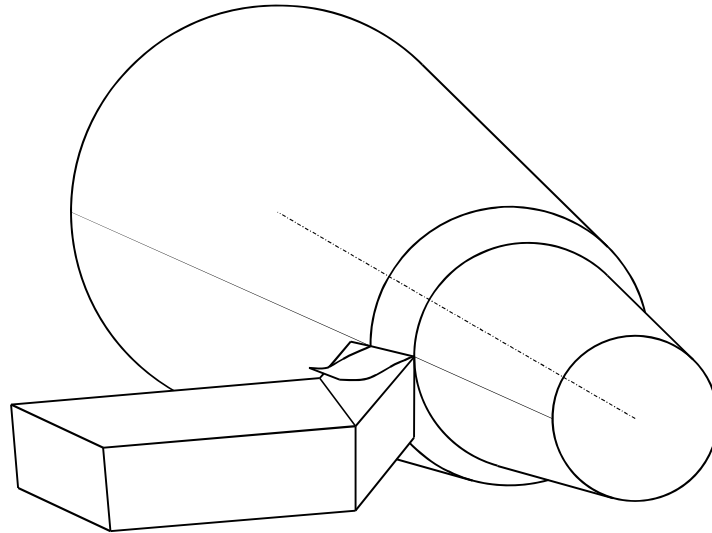
Mekanizazio-denbora kalkulatzeko erabiliko dugun formula hurrengoa izango da:

$$MD_{AL} = \frac{N}{n_{max}}$$



5.23. irudia. Artekaketa.

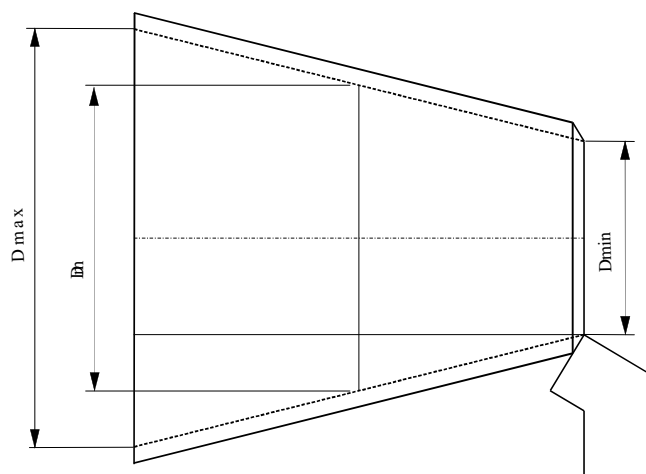
2.5.7. TORNEAKETA KONIKOAREN MEKANIZAZIO-DENBORA



5.24. irudia. Torneaketa konikoa.

Torneaketa konikoan ere erremintaren ibiltartearekin batera, piezaren diametroa aldatzen da horregatik, mekanizazio-denboraren kalkulua ebaketa-abiadura konstantez egin behar dugu. Aurpegiketari bezala, birako aitzinapenak esango digu piezak egin behar dituen bira-kopurua, erremintak kono-enborearen zuzen sortzaile osoari dagokion ibiltarte egiteko. Bira-kopuru horrekin txirbilaren luzera (m-tan) kalkulatu ahal dugu, eta gero erraza izango da mekanizazio-denbora kalkulatzeko.

Aurpegiketari bezala, kalkulua errazteko, batez besteko diametroa kalkulatzeko komeni da. Torneaketa horretan diametro txikiena (D_{min}) ez da diametro kritikoa (D_c) baino txikiagoa izaten; horrela bada, tornuaren biraketa-abiadurarik handienaz egin behar dugu mekanizazio-denboraren kalkulua diametro kritikora iritsi arte.



5.25. irudia. Batez besteko diametroaren kalkulua (D_m).

Konoaren batez besteko diametroa kalkulatzeko hurrengo formula hau erabiliko dugu:

$$Dm = \frac{Dmax + Dmin}{2}$$

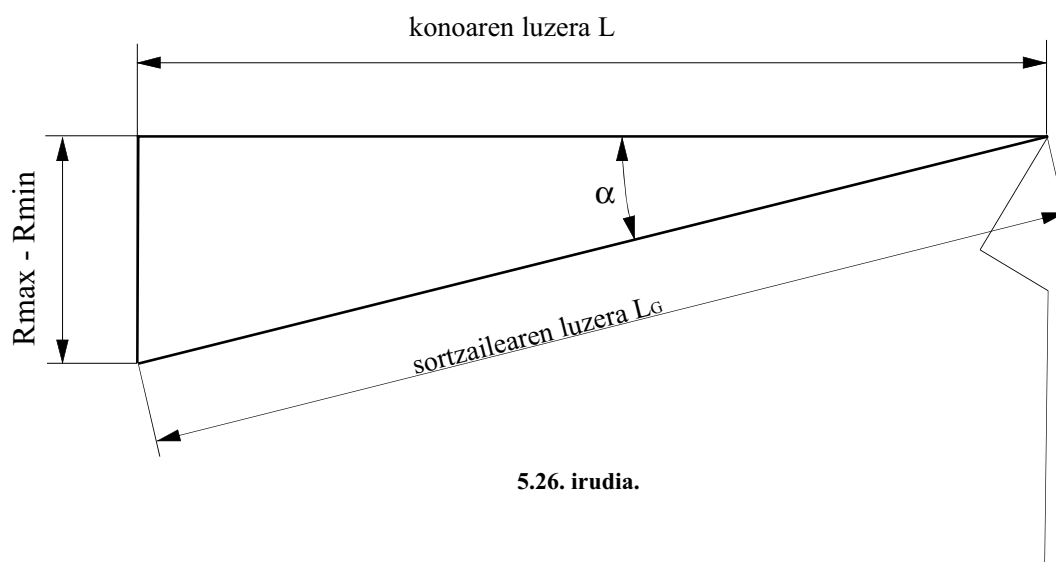
Mekanizazio-denbora kalkulatzeko, erreferentziatzat hartzen dugun diametroa batez bestekoa da. Horrek laguntzen digu kalkuluak egiten.

Batez besteko diametroaren garapena kalkulatzeko, hurrengo formula hau erabiliko dugu:

$$D_G = \pi \times Dm$$

Txirbil-luzera kalkulatzeko, piezaren bira-kopurua jakitea falta da. Bira-kopuru horretan erreminta piezaren diametro txikienetik ($Dmin$) diametro handienera ($Dmax$) joango da a_v aitzinapenarekin (mm/b.). Konoaren zuzen sortzailearen luzera kalkulatu behar dugu bira-kopurua kalkulatu aurretik. Horretarako, ondoko irudian ikusten den bezala, triangelu angeluzuzenaren bidez kalkulatu dugu zuzen sortzailearen luzera (L_G). Funtzio trigonometrikoak erabiliz:

$$\tag\alpha = \frac{Rmax - Rmin}{L} \qquad L_G = \frac{L}{\cos\alpha}$$



Piezaren bira-kopurua (N) kalkulatzeko, hurrengo formula erabiliko dugu:

$$N = \frac{L_G}{a_v}$$

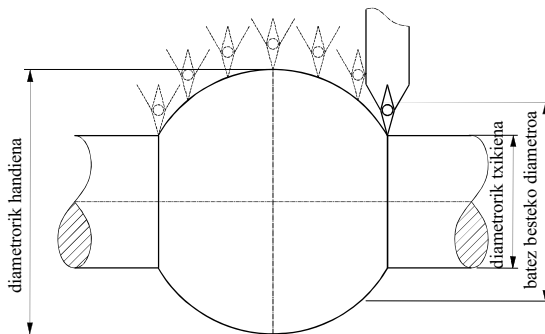
Orain, txirbil-luzera osoa kalkulatzeko erraza izango da, batez besteko diametroaren garapena (D_G) eta piezaren bira-kopurua (N) ezagututa.

$$T_L = \frac{D_G \times N}{1.000}$$

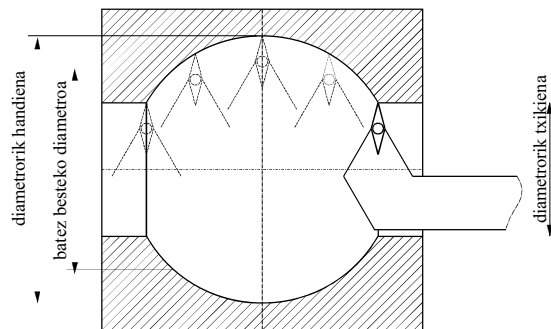
Txirbil-luzera osoa kalkulatu ondoren, konoaren mekanizazio-denbora kalkulatzeko oso erraza da ebaketa abiaduraren bidez:

$$MD_K = \frac{T_L}{V_C}$$

2.5.8. TORNEAKETA ESFERIKOAREN MEKANIZAZIO-DENBORA



5.27. irudia. Kanpo-torneaketa esferikoa diametro txikiena diametro kritikoa baino handiagoa den kasua.



5.28. irudia. Barne-torneaketa esferikoa diametro txikiena diametro kritikoa baino handiagoa den kasua.

Torneaketa esferikoan ere diametro kritikoa araberakoa izaten da mekanizazio-denboraren kalkulua. Esferaren diametro txikiena diametro kritikoa baino handiagoa edo txikiagoa den bi kasuak ager daitezke. Esferaren diametro txikiena diametro kritikoa baino handiagoa den kasua da errazena, kalkulua ebaketa-abiadura konstantez soilik egin daitekeelako. Torneaketa konikoan bezala, txirbil-luzera osoa da ezaugarri nagusia. Hasteko, azal esferikoaren garapena kalkulatu dugu (E_G); geroago piezaren bira-kopurua (N) eta bukatzeko batez besteko diametroaren garapenaren bidez kalkulatu dugu txirbil-luzera osoa.

Esfera-arkuaren garapena (E_G) kalkulatzeko, hurrengo formularekin moldatuko gara:

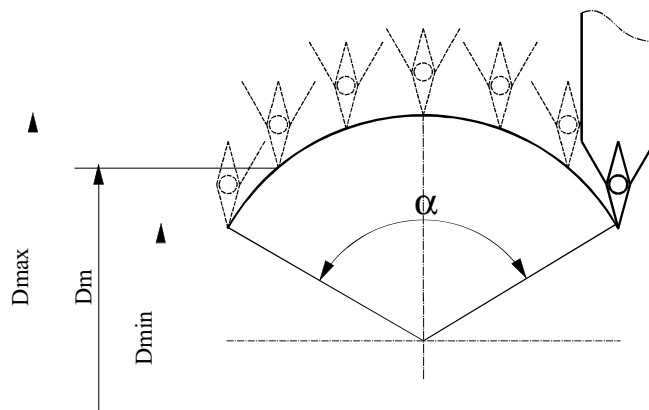
$$E_G = \pi \times D_{ESF} \frac{\alpha}{360}$$

Batez besteko diametroaren garapena (D_G) kalkulatzeko hurrengo formula erabiliko dugu:

$$D_G = \pi \times Dm$$

Piezaren bira-kopurua (N) esfera-arkuaren garapenaren (E_G) eta birako aitzinapenaren bidez (a_v) kalkulatu dugu:

$$N = \frac{E_G}{a_v}$$



5.29. irudia. Esferaren ezaugarriak.

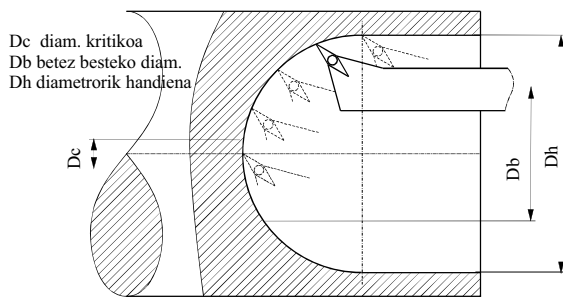
Txirbil-luzera osoa piezaren bira-kopuruaren (N) eta batez besteko diametroaren garapenaren bidez (D_G) kalkulatu dugu:

$$T_L = \frac{N \times D_G}{1.000}$$

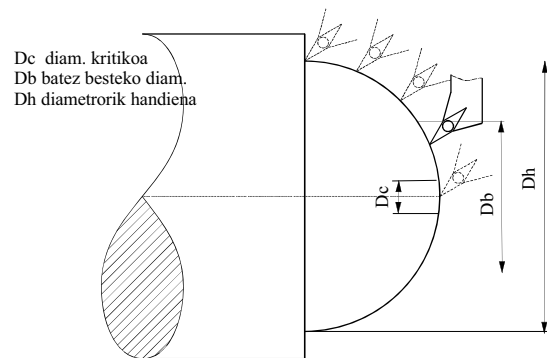
Bukatzeko, mekanizazio-denboraren kalkulua ebaketa-abiaduraren (V_C) eta txirbil-luzera osoaren bidez (T_L) egingo dugu:

$$MD_{TE1} = \frac{T_L}{V_C}$$

Diametro kritikoa baino diametro txikiagoko esfera denean, diametro kritikotik 0 diametroraino egin behar dugu mekanizazioa biraketa-abiadurarik handienaz.



5.30. irudia. Barne-torneaketa esferikoaren diametro karakteristikoak.



5.31. irudia. Kanpo-torneaketa esferikoaren diametro karakteristikoak.

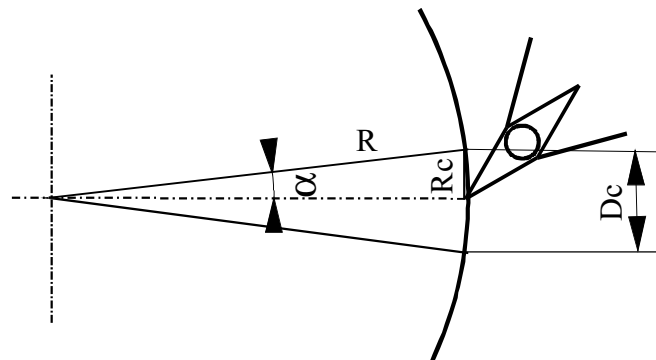
Erreminta diametro kritikotik 0 diametrora joango da erradio kritikoa ibiliz. Mekanizazio-denbora kalkulatu ahal izateko, lehenik esferaren erradio kritikoaen angelua (α) kalkulatu dugu; gero esferaren angeluaren garapena (E_G); ondoren, birako aitzinapenaren bidez, piezaren bira-kopurua (N); eta bukatzeko, minutuko aitzinapenaren bidez, mekanizazio-denbora.

Erradio kritikoaen angelua (α) trigonometriaren bitartez kalkulatu dugu:

$$\sin \alpha = \frac{Rk}{R}$$

Esferaren angeluaren garapena (E_G) kalkulatzeko, hurrengo formula erabiliko dugu:

$$E_G = 2 \times \pi \times R \frac{\alpha}{360}$$



5.32. irudia.

Piezaren bira-kopurua kalkulatzeko, beste formula hau erabiliko dugu:

$$N = \frac{E_G}{az}$$

Ebaketa-abiaduraren formularekin biraketa-abiadura kalkulatu dugu; biraketa-abiaduraren eta birako aitzinapenaren bidez, minutuko aitzinapena, eta minutuko aitzinapenaren eta esferaren angeluaren garapenaren bidez, mekanizazio-denbora.

$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1.000}$$

V_c : ebaketa-abiadura (m/min)

π : zirkunferentziaren garapena kalkulatzeko konstantea (3,1415...)

D : piezaren diametroa (mm)

n : piezaren biraketa-abiadura (b/min)

1.000: piezaren diametroaren milimetroak metrotara bihurtzeko zatitzailea.

$$n = \frac{1.000 \times V_c}{\pi \times D}$$

Biraketa-abiadura kalkulatu ondoren, minutuko aitzinapena kalkulatu dugu hurrengo ekuazioarekin:

$$a_{\min} = a_v \times n$$

a_{\min} : minutuko aitzinapena (mm/min)

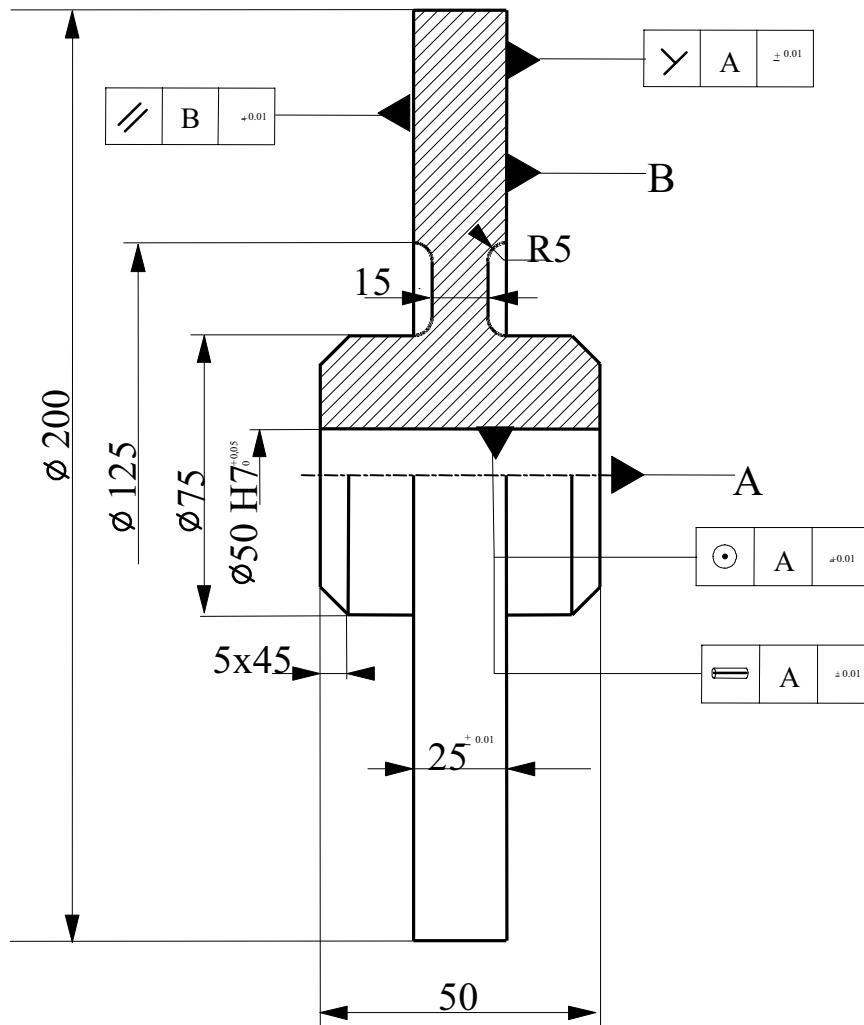
a_v : birako aitzinapena (mm/b)

Erremintak minutu batean zenbat milimetroko ibiltartea egiten duen jakin ondoren, torneatu nahi dugun azalaren luzeraren mekanizazio-denbora kalkulatzeko ez da zaila izango:

$$MD_{TE2} = \frac{E_G}{a_{\min}}$$

2.5.9. DISKO-BALAZTAREN MEKANIZAZIO-DENBORA

Adibide gisa 5.33. irudiko disko-balaztaren mekanizazio-denbora kalkulatuko dugu.



5.33. irudia. Perdoi orokorra js 13.

◆ ZILINDRAKETEN MEKANIZAZIO-DENBORAK

Ebaketa-baldintzak

BARNE-MEKANIZAZIOA		Arbastua		Akabera
	V_C	200 m/min	V_C	220 m/min
	a_v	0,2 mm/b	a_v	0,1 mm/b
	e_s	2,5 mm	e_s	1 mm
KANPO-MEKANIZAZIOA	V_C	220 m/min	V_C	250 m/min
	a_v	0,25 mm/b	a_v	0,15 mm/b
	e_s	5 mm	e_s	1,5 mm

$$V_C = \frac{\pi \times D \times n}{1.000}; n = \frac{1.000 \times 220}{\pi \times 50} = 998,6$$

$$a_{\min} = a_v \times n = 0,1 \times 998,6 = 99,86$$

$$MD_{ZL} = \frac{L}{a_{\min}} = \frac{50}{99,86} = 0,50$$

Zuloaren mekanizazio-denbora: 0,50 min.

$$V_C = \frac{\pi \times D \times n}{1.000}; n = \frac{1.000 \times 250}{\pi \times 75} = 999$$

$$a_{\min} = a_v \times n = 0,15 \times 999 = 149,85$$

$$MD_{ZL} = \frac{L}{a_{\min}} = \frac{7,5}{149,85} = 0,05$$

75 mm-ko diametroaren mekanizazio-denbora: 0,05 min.

$$V_C = \frac{\pi \times D \times n}{1.000}; n = \frac{1.000 \times 250}{\pi \times 200} = 398$$

$$a_{\min} = a_v \times n = 0,15 \times 398 = 59,7$$

$$MD_{ZL} = \frac{L}{a_{min}} = \frac{30}{59,7} = 0,5$$

200 mm-ko diametroaren mekanizazio-denbora: 0,5 min.

♦ **AURPEGIKETEN MEKANIZAZIO-DENBORAK**

$$N = \frac{200-125}{2 \times 0,25} = 150 \quad Dm = \frac{200+125}{2} = 162,5$$

$$T_L = \frac{\pi \times Dm \times N}{1.000} = \frac{\pi \times 162,5 \times 150}{1.000} = 76,57$$

$$MD_{AL2} = \frac{T_L}{V_C} = \frac{127,63}{250} = 0,510$$

Marruskadura-azalaren arbastuko mekanizazio-denbora: 0,306 min.

$$N = \frac{200-125}{2 \times 0,15} = 250 \quad Dm = \frac{200+125}{2} = 162,5$$

$$T_L = \frac{\pi \times Dm \times N}{1.000} = \frac{\pi \times 162,5 \times 250}{1.000} = 127,63$$

$$MD_{AL1} = \frac{T_L}{V_C} = \frac{76,57}{220} = 0,348$$

Marruskadura-azalaren akaberako mekanizazio-denbora: 0,510 min.

$$N = \frac{65-50}{2 \times 0,15} = 50 \quad Dm = \frac{65+50}{2} = 57,5$$

$$T_L = \frac{\pi \times Dm \times N}{1.000} = \frac{\pi \times 57,5 \times 50}{1.000} = 9,03$$

$$MD_{AL3} = \frac{T_L}{V_C} = \frac{9,03}{250} = 0,04$$

50 – 65 mm bitarteko aurpegiketaren mekanizazio-denbora: 0,04 min.

$$N = \frac{115 - 85}{2 \times 0,15} = 100 \qquad D_m = \frac{115 + 85}{2} = 100$$

$$T_L = \frac{\pi \times D_m \times N}{1.000} = \frac{\pi \times 100 \times 100}{1.000} = 31,41$$

$$MD_{ALA} = \frac{T_L}{V_C} = \frac{31,41}{250} = 0,126$$

85 – 115 mm bitarteko aurpegiketaren mekanizazio-denbora: 0,126 min.

✦ TORNEAKETA KONIKOAREN MEKANIZAZIO-DENBORA

$$L_G = \frac{L}{\cos \alpha} = \frac{5}{\cos 45} = 7,07 \qquad N = \frac{L_G}{a_v} = \frac{7,07}{0,15} = 47,13$$

$$D_m = \frac{D_{max} + D_{min}}{2} = \frac{75 + 65}{2} = 70 \qquad D_G = \pi \times D_m = \pi \times 70 = 219,91$$

$$T_L = \frac{D_G \times N}{1.000} = \frac{219,91 \times 47,13}{1.000} = 10,364$$

$$MD_K = \frac{T_L}{V_C} = \frac{10,364}{250} = 0,04$$

Torneaketa konikoaren mekanizazio-denbora: 0,04 min.

✦ TORNEAKETA ESFERIKOEN MEKANIZAZIO-DENBORA

$$E_G = \pi \times D_{ESF} \frac{\alpha}{360} = \pi \times 10 \frac{90}{360} = 7,85 \qquad D_m = \frac{D_{max} + D_{min}}{2} = \frac{85 + 75}{2} = 80$$

$$D_G = \pi \times D_m = \pi \times 80 = 251,33 \qquad N = \frac{E_G}{a_v} = \frac{7,85}{0,15} = 52,34$$

$$T_L = \frac{N \times D_G}{1.000} = \frac{52,34 \times 251,33}{1.000} = 13,155$$

$$MD_{TE1} = \frac{T_L}{V_C} = \frac{13,155}{250} = 0,05$$

75 – 85 mm bitarteko torneaketa esferikoaren mekanizazio-denbora: 0,05 min.

$$E_G = \pi \times D_{ESF} \frac{\alpha}{360} = \pi \times 10 \frac{90}{360} = 7,85 \quad D_m = \frac{D_{max} + D_{min}}{2} = \frac{125 + 115}{2} = 120$$

$$D_G = \pi \times D_m = \pi \times 120 = 377 \quad N = \frac{E_G}{a_v} = \frac{7,85}{0,15} = 52,34$$

$$T_L = \frac{N \times D_G}{1.000} = \frac{52,34 \times 377}{1.000} = 19,73$$

$$MD_{TE1} = \frac{T_L}{V_C} = \frac{19,73}{250} = 0,08$$

115 – 125 mm bitarteko torneaketa esferikoaren mekanizazio-denbora: 0,08 min.

ERAGIKETA	KOPURUA	OSOA
Zuloaren mekanizazio-denbora	1	0,50 min
75 mm-ko diametroaren mekanizazio-denbora	1	0,05 min
200 mm-ko diametroaren mekanizazio-denbora	1	0,50 min
Marruskadura-azalaren arbastuko mekanizazio-denbora	2 x 0,31	0,62 min
Marruskadura-azalaren akaberako mekanizazio-denbora	2 x 0,51	1,02 min
50 – 65 mm bitarteko aurpegiketaren mekanizazio-denbora	2 x 0,04	0,08 min
85 – 115 mm bitarteko aurpegiketaren mekanizazio-denbora	2 x 126	0,25 min
Torneaketa konikoaren mekanizazio-denbora	2 x 0,04	0,08 min
75 – 85 mm bitarteko torneaketa esferikoaren mekanizazio-denbora	2 x 0,05	0,10 min
115 – 125 mm bitarteko torneaketa esferikoaren mekanizazio-denbora	2 x 0,08	0,16 min
MEKANIZAZIO-DENBORA OSOA		3,36 min

