

ENGRANAIA HELIKOIDALEN TAILAKETA

Engranaia helikoidalak tailatzeko lau sistema nagusi daude. Fresatzeko makina orokorrean eta zatigailuaren bitartez, formadun fresaz hortzak banaka banaka taila daitezke.

Bestetik, hiru sistema desberdin daude, batez ere, era jarrai batean engranaia hauek tailatzeko: pinoi sortzailezkoa (Fellow makina), kremailezkoa (Sunderland makina) eta fresa amazkoa (Rhenania makina). Hiru sistema hauek engranaia helikoidalak tailatzerakoan, hortzen helizeari dagozkion aldatketak eragin behar zaizkio makinari.

1. PINOI SORTZAILEZKO SISTEMA

Fellow makinan pinoi sortzailez engranaia helikoidalak tailatzeko, fresari birazko eta atzeraurrerako higidura konbinatu behar zaizkio. Fresaren hortzek horrela tailatuko dute egoki, izan ere, helizea gurpilean.

Gaur egun, sistema hau oso gutxi erabiltzen da.

2. KREMAILERAZKO SISTEMA

Sunderland edo Maag makinetan erabiltzen da sistema hau. Kremaileza daraman buruari, inklinazioa eman behar zaio. Gurpila biratu egiten da, erreminta aurreratzen den bitartean helizea sortuz. Gurpilaren biraketa-higidura, eta erremintarena, makinak daraman mekanismo diferentzial batek erregulatzen eta konbinatzen ditu.

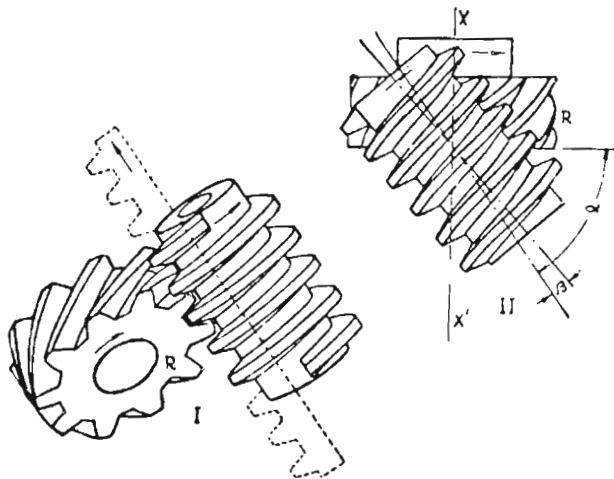
3. FRESA AMAZKO SISTEMA

Sistema honetan, erreminta torlojoaren antzeko fresa da. Erabilie-entarikoa da, gaur egun, engranaia helikoidalak tailatzeko.

Fresa ama kremailera baten zeregina du. Fresa ama bere hortzekiko plano elkartuz batez ebakitzen baldin badugu, ebakidura kremaileraren formakoa dela ikusten da. 1. irudia, kremailera batez (marra etenetan) hortzak helize forman tailatu zaizkion R gurpila erakusten da I alderdian (kremailerazko sistema).

Baina kremaileraren leku berean, ebakidura berdinezko torlojo amaigabea ipinita (fresa ama) eta kremaileraren abiadura eta desplazamendu berdinak eraginda, R gurpileko hortz berdin-berdinak lortuko ditugu.

Fresa eta pieza, kremaileraren desplazamendu-norabidearen arabera ipini behar dira elkarrekiko.



1. IRUDIA

Torlojo-formadun fresa (ikus 1. irudia II alderdia), desplazamendu-norabidearekin β angelua osatuz dago, eta β angelu hori bere helizearena da. R piezak bestetik lerro honekin α angelua osatzen du. α hau, tailatu nahi den helizearen inklinazio-angelua da.

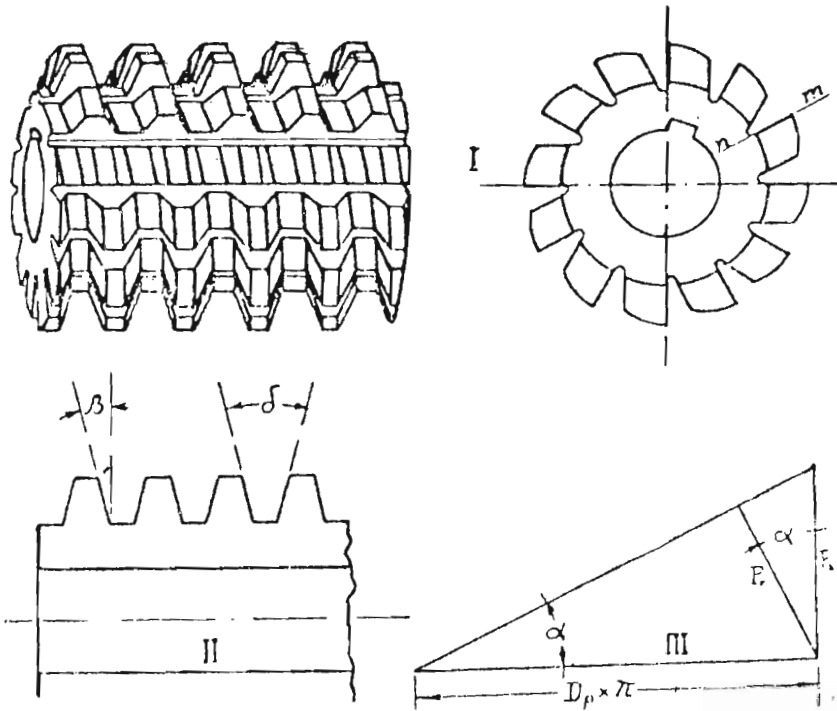
Beraz, fresa eta gurpilaren arteko angelua, beren helizeek dituzten angeluen kenketa eginaz ezagutuko dugu, baldin eta helizeak norantza berdinekoak baldin badira (1. irudikoak hala dira: helize eskuinak).

Pieza fresarekin batera abiadura egokiz biratzen baldin bada, fresak gurplean hortzak tailatzen ditu XX' ardatzaren norabideari jarraituz. Beraz, fresa eta pieza engranatuko balute bezala biratzen dira, fresaren (torlojoaren) bira bakoitzean gurguilaren hortz bat pasatzen delarik eta bide batez fresa bertikalki XX' ardatzaren norantzan desplazatzen delarik.

Higidura hauek nahiz aitzinapena eta biraketa konbinatzeko erlazioa, makinak duen mekanismo diferentzialeko engranai sortaren bidez lortzen da.

Fresa ama torlojo amaigabearen formakoa da, baina saihestak arteka batzuren bidez ebaki zaizkio hortzak osa daitezten. 2. irudian, fresa ama bat erakusten da. I alderdian mn da hortzaren atal ebakitzaiiea. II. alderdian, fresa horren ebakidura dago. Ebakidurak kremaileraren forma du, eta hortz arruntetan, saihestaren β inklinazio-angelua $14^{\circ}30'$ koa izaten da. δ angelua edo saihesten arteko angelu osoak, 29° izan ohi ditu. Hortz zuzendu ala indartutan, $\beta = 20^{\circ}$ eta $\delta = 40^{\circ}$.

Torlojoaren hari-neurria: $P_a = - \frac{P_r}{\cos \alpha}$. P_r moduluaren hari-neurri normala da eta α helizearen inklinazio-angelua. Hau izango da tornuz hariztatu behar den torlojoaren hari-neurria.



2. IRUDIA

Fresaren N_f hertz-kopurua, ondoko erlazio honek emangu du:

$$N_f = \frac{D_e \cdot 3}{2 \cdot P_a}$$

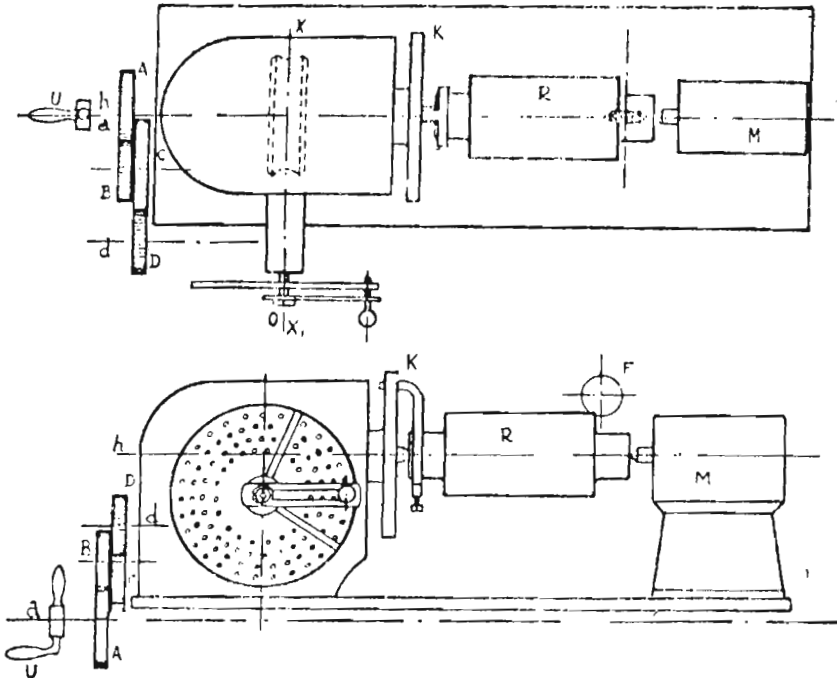
D_e kanpoko-diametroa eta P_a torlojoaren hari-neurria izanik. Ebaketa-espiralaren garapena $P_h = D_p \cdot 3,14 \cdot \cotg \alpha$ izango da, D_p jatorrizko diametroa delarik. Ikus 2. irudiko III alderdia. Kremailaeraz nahiz fresa amaz tailatutako engranaia helikoidaletan, engranaia zuzenetako arazo berbera dago. Bilkarizko profila baldin bada, modulu berdineko gurpil guztiak (gurpil harmonikoak edo hertz-kopuru desberdinetakoak) lor daitezke erreminta berdinez.

4. FORMADUN FRESAZKO SISTEMA

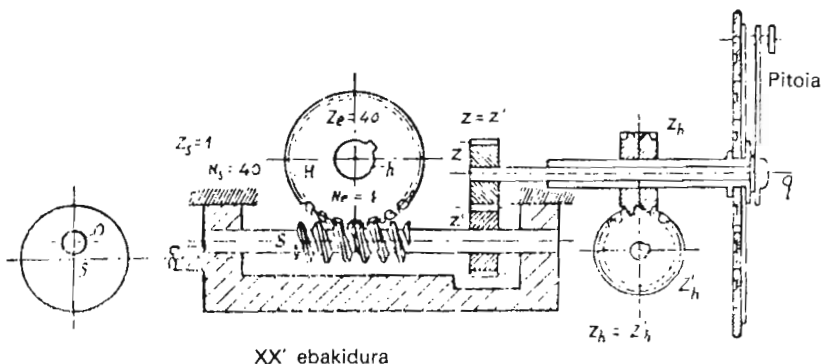
Sistema honetan formadun fresa zatigailuz hornitutako fresatzeko makina orokorrean erabiltzen da. Hortzak banaka tailatzen dira engranaia zuzenetarako fresa berdinak erabiliz.

Fresatzeko makina orokorrean, mahaia bere euskarrian biratu egin daiteke, zirkulu graduatu batean angelua neurtzen delarik.

3. eta 4. irudietan, zatigailua bere M puntu eta guzti fresatzeko makinan ezarriak erakusten da, engranaia helikoidalak tailatzeko prest.



3. IRUDIA: "Fresatzeko makinaren zatigailua, engranaia helikoidalak tailatzeko prestaturik".



4. IRUDIA: "Zatigailuaren ebakidura".

Zatigailuaren alderdirik nagusienak, platera bere pitoiarekin, H gurpil helikoidala eta S torlojo amaigabea dira. 4. irudiko XX' ebakidurak, zatigailuaren ezkutuko organoak erakusten ditu. Bi gurpil helikoidal Z_h eta Z_h , daude. Beren transmisio-erlazioa 1 da; hortz-kopuru berdinekoak dira beraz. Beste bi engranaia zuzen, Z eta Z', ere badira. Bi hauek engranaia berdinak dira eta higidura transmititzea da, soilik, beren zeregina. Higidura S torlojo amaigabeari ematen diote eta honek H gurpil helikoidalari. H gurpilak 40 hortz izan ohi ditu, eta "h" ardatzaren bitartez K platerarekin bat egiten du. Plater honek M puntuarekin batera tailatu nahi den R pieza eutsi eta bira arazten du bere ardatz eran.

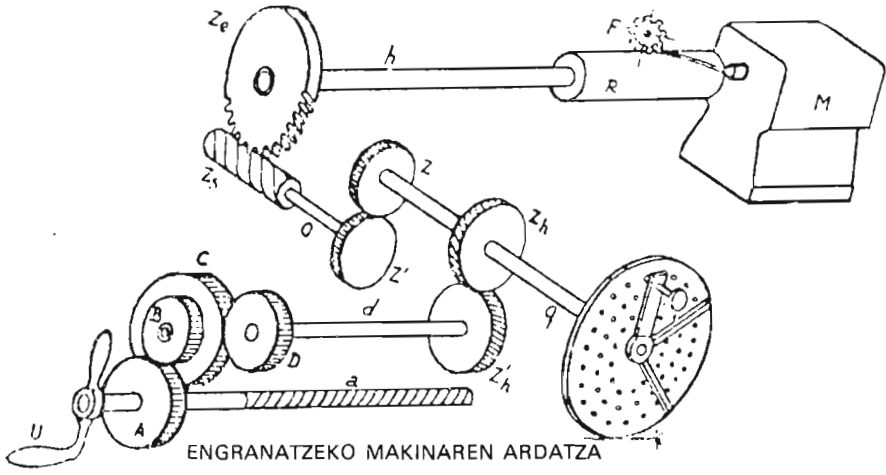
Azkenik, fresatzeko makinaren "a" ardatza eta bere 11 biradera daude. Ardatz honek fresatzeko makinaren mahaia eta bere gaineko zatigailu eta abarri aitzinapen-higidura ematen dio.

R piezaren biraketa-higidura fresatzeko makinaren mahaiko aitzinapen-higidurarekin konbinatuz ("d" ardatza "a" ardatzarekin alegia), engranaia helikoidala tailatu ahal izango dugu. Horretarako, "d" eta "a" ardatzen artean A, B, C eta D engranaia egokiak ipini behar dira.

5. irudian, zatigailua eta transmisio-elementurik nagusienak agertzen dira.

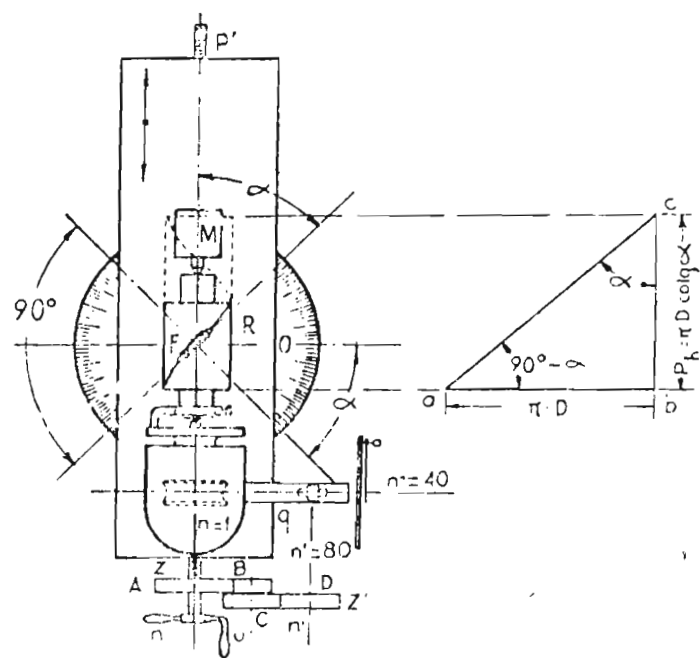
Beraz, bi hortzen arteko hutsunea tailatzeko, F fresa posizio jakin batean biratu egiten da. Mahaia α angelua inklinatzen da (ikus 6. irudia) plater graduatuari esker. α angelua, piezaren ardatzak helizearekin osatzen duen α da.

Horiek horrela, R pieza bira arazten da, eta aldi berean mahaia antzina arazten, bi higidura hauek "a b c" triangulu zuzuenaren bi katetuen erlazio ber-



5. IRUDIA: Engranaia helikoidalak tailatzeko eskema.

dina gordetzen dutelarik. (Ikus 6. irudia). Triangeluaren "a b c" angelua, lehen aipatutako α inklinazio-angelu berdina da.



Hortzaren helizea garatuta lortzen da "a b c" triangelu zuzena. "a b" katetuaren balioa $\pi \cdot D$ da (R piezaren jatorrizko zirkunferentziaren luzera). "b c" katetuaren balioa, berriz, honako hau da: $bc = ab \cdot \cotg \alpha = \pi \cdot D \cdot \cotg \alpha$ eta hori hain zuzen, helizearen hari-neurria da: $P_h = \pi \cdot D \cdot \cotg \alpha$.

Beraz, mahaia helizearen P_h hari-neurria aitzinatzen baldin bada, fresatu nahi den R piezak bira oso bat eman behar du.

Fresatzeko makinaren "a" ardatzak P' hari-neurria baldin badu, eta mahaia P_h antzina dadin "n" bira eman behar baldin baditu:

$$P_h = n \cdot P' \quad \text{eta hortik: } n = \frac{P_h}{P'}$$

Bestetik, "a" ardatzak "n" bira ematen dituenean, R piezak bira oso bat eman behar du. "q" ardatzak, beraz, 40 bira eman behar ditu eta "d" ardatzak ere bai.

Beraz, "a" ardatzaren birak: $n = \frac{P_h}{P'}$
 eta "d" ardatzaren birak: $n' = 40$

$$\frac{n}{n'} = \frac{\frac{P_h}{P'}}{40} = \frac{P_h}{40 \cdot P'}$$

Engranaien biraketa-abiadura beren hortz-kopuruaren arau-aurkakoa dela gogoan izanik:

$$\frac{Z'}{Z} = \frac{n}{n'} = \frac{P_h}{40 \cdot P'} = \frac{\text{Eraginak}}{\text{Eragileak}} = \frac{B \cdot D}{A \cdot C}$$

Erlazio honen bitartez, "a" eta "d" ardatzen arteko engranaiak kalkulatu daitezke.

Tailatzeko gurpila, kanpo-diametrora torneatuta prestatuko dugu.

$$\text{Kanpo-diametroa: } D_e = D + 2M = \left(\frac{Z}{\cos \alpha} + 2 \right) M$$

Hemen ikusten denez, kanpo-diametroa ez dago bi hortz gehiago lituzkeen engranaiaren jatorrizko zirkulua hartuta kalkulaterik.

Azkenik, engranaia tailatuko duen formadun fresa aukeratzea falta zaigu. Erabiltzen diren fresak engranaia zuzenaren hortz-kopuruaren arabera aukeratu behar dira dagokion engranaia zuzenaren hortz-kopuruaren arabera aukeratu behar dira. Fresa hori hortzen inklinazioarekiko elkartzuta den ebakidurari dagokion engranaia zuzenaren hortz-kopuruaren arabera aukeratu behar da. Ebakidura hau elipsea da. Ardatz txikia, tailatu nahi den engranaia helikoidalaren jatorrizko diametroa da. Ardatz nagusia, berriz, jatorrizko diame-

tro horixe hortzaren helizearen angeluaren kosinuaz zatiturik lortzen da. Elipsearen ardatz txikiari dagokion kurbadura-erradioa Z' hortz-kopuru teorikoa izango lukeen engranaia zuzenaren jatorrizko erradioa da.

Hortz-kopuru teoriko honen balioa: $Z' = \frac{Z}{\cos^3 \alpha}$ da, Z egiazko hortz-kopurua izanik.

Beraz, fresarik egokiena aukeratzeko, egiazko hortz-kopurua angeluaren kosinua ber hiruaz zatituko dugu.

Engranaia batek 32 hortz eta $\alpha = 20^\circ$ baldin baditu, adibidez, Z' hortz-kopuru teorikoa hau izango da:

$$Z' = \frac{32}{\cos^3 20^\circ} = \frac{32}{0.940^3} = 38,5$$

Eta formadun fresak, zortziko sortan baldin baditugu, 26-34 hortzi dagokiena aukeratu ordez 35-54 hortzi dagokiena hartuko dugu.

IÑAKI AZKUNE

HIZTEGIA

aitzinapen	= avance
arau-aurkako	= inversamente proporcional
arteka	= ranura
bilkari	= evolvente
egiazko hortz-neurri	= paso real entre dientes
formadun fresa	= fresa de forma
fresa ama	= fresa madre
garapen	= desarrollo
garatu	= desarrollar
hari-neurri	= paso de rosca
hariztatu	= roscar
hortz-kopuru	= número de dientes
inklinazio-angelu	= ángulo de inclinación
itxurazko hortz-neurri	= paso aparente entre dientes
jatorrizko diametro	= diámetro primitivo
jatorrizko zirkunferentzia	= circunferencia primitiva
kanpo-daimetro	= diámetro exterior
norabide	= dirección
norantza	= sentido
pinoi sortzaile	= piñón generador
saihets	= flanco
torlojo amaigabe	= tornillo sinfín
zatigailu	= aparato divisor

IÑAKI AZKUNE