

ENGRANAIA ZILINDRIKO ZUZENAK

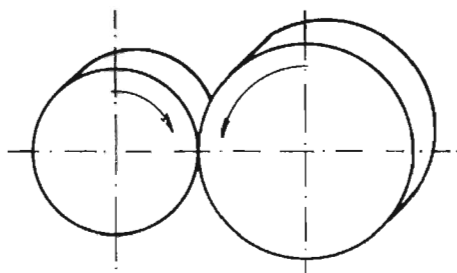
I. **Engranaien teoria.** Horztun gurpilek bi ardatzen arteko transmisio-sistema bat osatzen dute. Bi ardatzen arteko abiadura-erlazioa erabat finkoa da. Ez bait dago engrane bat bestearikiko irristatzeko modurik.

Ardatzen arteko abiadura-erlazioa formula honek ematen du:

$$n/n_1 = z_1/z_2 \quad (1)$$

“n”, gurpil eragileraren abiadura angeluarra da (birak/minutu-tan ematen da normal) eta “n₁”, gurpil eraginarena. “z” gurpil eragilearen hortz-kopurua da, eta “z₁” gurpil eraginarena.

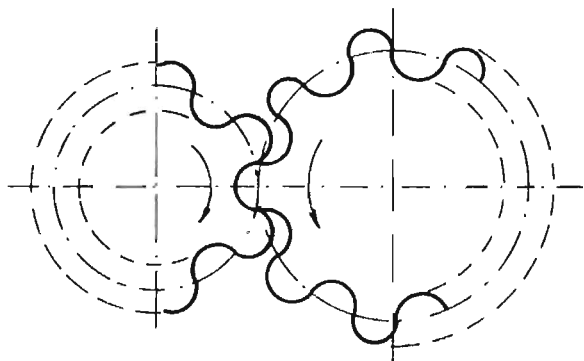
1. irudian ikusten diren bi azal zilindrikoak oinarritzat harturik, 2. irudian dauden bezalako hortz batzuk egin daitezke, bi gurpilen artean irristatzerik gerta ez dadin. Azal zilindrikoak ezkutatu baldin badira ere, teorikoki hor daude, eta elkarrekiko tangente dira.



1. IRUDIA

Azal edo zirkunferentzia hauek guztiz garrantzitsuak dira engraneen marraketa eta kalkulurako. Jatorrizko zirkunferentziak bait dira.

Engranaietan, transmisio-erlazioa guztiz finkoa eta zehatza da. Baina transmisioaren errendimendua ez da ona izaten hortza forma egokizkoa ez baldin bada. Engrane eragileak 100 Z.P.-ko potentzia baldin badu, engrane eraginak 90 Z.P.-koa hartuko du adibidez, hortzen artean marruskadura dagoelako. Errendimendua hobea izan dadin, engranaien hortzen forma



2. IRUDIA

berezia da. Forma berezi horri esker, marruskadura txikia da, eta hortzak bata bestearengan bira emanaz desplazatzen dira.

2. Engranaia zilindriko zuzenak. Engranaia hauek higidura-ardatz paralelotan transmititzeko erabiltzen dira. 1. irudiko bi zilindro tangente dituzte oinarritzat (jatorrizko zilindroak). Engranaien hortzak zilindro horietan daude, sortzaileen norabidean. Horregatik, "engranaia zilindriko zuzen" deitzen zaie.

Engranaia zilindrikoen dimentsioak kalkulatzeko, zilindroaren ardatzarekiko elkartuta den ebakidura hartzen da, eta hor agertzen dira diametroa, hortzen forma, e.a. Beraz, jatorrizko zilindroa aipatu ordez, jatorrizko zirkulu edo zirkunferentziak erabiliko ditugu. Jatorrizko zilindroen beharra, izan ere, hortzaren luzera aztertzerakoan bakarrik izango bait dugu.

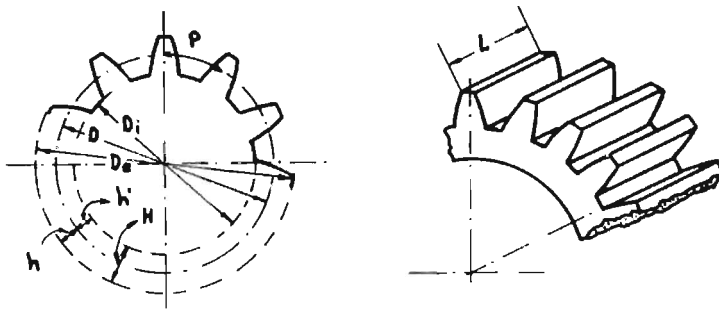
Berez, edozein neurritako engraneak egin daitezke. Baina, engraneak egiteko erreminta (fresa) gehiegi beharko litzatekeelako, neurri standard eta jakin batzutako engranaiak bakarrik egiten dira.

Bi standardizazio-sistema daude engranaietarako:

- a) Engranaia metriko edo moduluzkoak
- b) Engranaia ingeles edo "pitch"ezkoak.

Gaur egun, moduluzko engranea "pitch"ezkoa baino askoz ere gehiago egiten da.

3. Moduluzko engranaien kalkulua. 3. irudian, engrane baten elementu nagusienak marraztu ditugu:



3. IRUDIA

D = Jatorrizko diametroa	h' = Hartz-oinaren altuera
Di = Barne-diametroa	H = Hartz osoaren altuera
De = Kanpo-diametroa	L = Hartzaren luzera
h = Hartz-buruaren altuera	p = Hartz-neurri zuzena

"Jatorrizko zirkunferentzia", hartzak bi zati berdintsutan banatzen dituen zirkunferentzia da. Hartzaren marraketa geometrikorako oinarria da. Bi gurpilek engrantzen dutenean, beren jatorrizko zirkunferentziak tangente izan behar dute.

"Modulua", engranea definitzen duen dimentsio garrantzitsua da. Definizioz, engrane baten modulua "hartz-neurria zati π " zenbakia da. Modulua, berez, zenbaki abstraktu bat da. Baina, moduluan oinarritutako edozein kalkulatu egiteko, neurri guztiak milimetrotan eman behar dira.

Moduluaren definizioetik, bi formula hauek lortzen dira:

$$m = p/\pi \quad (2)$$

$$p = m \cdot \pi \quad (3)$$

Beraz, modulua milimetro batekoa baldin bada, $p = 1 \times 3,14 = 3,14$ mm. eta 2 milimetrotakoa bada, $p = 2 \times 3,14 = 6,28$ mm.

Jatorrizko zirkunferentziaren luzerari Z deitzen baldin badiogu:

$$Z = \pi \cdot D$$

Bestetik, "z" gurpilaren hortz-kopurua delarik, $Z = z \cdot p$, eta $\pi \cdot D = Z \cdot p$; $D/z = p/\pi = m$

$$\text{Beraz, } m = D/z \quad (4)$$

$$D = m \cdot z \quad (5)$$

$$z = D/m \quad (6)$$

(4), (5) eta (6) formuletan jatorrizko diametroa erabiltzen da. Barne-diametroa eta kanpo-diametroa ezagutzea falta zaigu orain.

Hortzaren profila lerro makur indefinitu batek osatzen du. (Berez, bi lerro makur dira: bata hortz-burukoa, eta hortz-oinekoa bestea. Jatorrizko zirkunferentzian elkartzen dira bi lerro makurrak). Engranea egiterakoan, ordea, lerro makur hau mugatu egiten da komeni den altuerara. Moduluzko engranaiek, altuera hauetara mugatzen dituzte hortz-burua eta hortz-oina:

$$h = m \quad (7)$$

$$h' = 1,25 m \quad (8)$$

Hortz-oina hortz-burua baino handixeagoa da. Horri esker, engranatzan duten bi hortzen artean lasaiera txiki bat dago.

Kanpo-diametroaren balioak aurkitzeko:

$$D_e = D + 2 \cdot h = m \cdot z + 2 \cdot m = m (z + 2)$$

$$D_e = m (z + 2) \quad (9)$$

$$m = D_e / z + 2 \quad (10)$$

$$z = \frac{D_e}{m} - 2 \quad (11)$$

Barne-diametroaren formulak aurkitzeko, berdintsu jokatuko dugu:

$$D_i = D - 2 \cdot h' = m \cdot z - 2 \times 1,25 m = m \cdot z - 2,5 m = m (z - 2,5)$$

$$D_i = m (z - 2,5) \quad (12)$$

$$m = \frac{D_i}{z - 2,5} \quad (13)$$

$$z = \frac{D_i}{m} + 2,5 \quad (14)$$

Hortzaren altuera erraz kalkula daiteke:

$$H = h + h' = m + 1,25 m = 2,5 m$$

Beraz, $P = 1''$ duen engrane batek, $p = 3,14/1 = 3,14''$
 eta $P = 1\frac{1}{2}''$ duenak, $p = 3,14/1,5 = 2,09''$

“Pitch”aren eta moduluaren balioak alderantzizkoak direla kontutan hartu behar da.

6. Pitch-eko engraneen kalkulua. 3. irudiari begiratu, hau aurkitzen dugu: $C = \pi \cdot D$ eta $C = z \cdot p$

$$\text{Beraz, } \pi \cdot D = z \cdot p \quad ; \quad \text{eta } \pi/p = z/D$$

Baina, definizioz, $P = \pi/p$.

$$\text{Hortik,} \quad P = z/D \quad (21)$$

$$D = z/P \quad (22)$$

$$z = D \cdot P \quad (23)$$

21. formulak, zera dio: “pitch”a, jatorrizko diametroaren hazbete bakoi-tzari dagokion hortz-kopurua dela. Batzutan, “pitch”a honela ematen da.

Gurpil hauetan hortz-burua eta hortz-oina mugatu egiten dira, eta:

$$h = 1/P \quad (24)$$

$$h' = 1,25/P \quad (25)$$

Beraz, kanpo-diametroa kalkulatzeko:

$$D_e = 1/P (z + 2) \quad (26)$$

$$P = \frac{z + 2}{D_e} \quad (27)$$

$$z = P \cdot D_e - 2 \quad (28)$$

Barne-diametroa kalkulatzeko:

$$D_i = D - 2 \cdot \frac{1,25}{P} = D - \frac{2,5}{P} = \frac{z}{P} - \frac{2,5}{P} = \frac{z - 2,5}{P}$$

eta hemendik, beste formula hauek ateratzen dira:

$$D_i = 1/P (z - 2,5) \quad (29)$$

$$P = 1/D_i (z - 2,5) \quad (30)$$

$$z = P \cdot D_i + 2,5 \quad (31)$$

Azkeniz, hortzen arteko lasaiera eta hortzaren guztizko altuera kalkulatzeko:

$$J = \frac{0,25}{P} \quad (32)$$

$$H = \frac{2,5}{P} \quad (33)$$

7. Ardatzen zentru-arteko distantzia gurpil ingelesen. 5. irudian ikusten dugunez:

$$E = R_1 + R_2 = 1/2 (D_1 + D_2) = 1/2 \left(\frac{z_1}{P} + \frac{z_2}{P} \right)$$

Beraz,
$$E = \frac{z_1 + z_2}{2P} \quad (34)$$

8. Modulu eta pitch-eko gurpilen arteko baliokidetasunak. Engranaia-
ren hortzaren forma, moduluzkoa nahiz pitch-ekoa izan, berdina denez gero,
modulu bakoitzari pitch bat dagokio, eta batekoz bestera. Izan ere, moduluz-
ko engraneetan; $p = m \cdot \pi$ (milimetrotan) pitch-eko engraneetan; $p = \pi/P$
(hazbetetan).

Beraz, $m \cdot \pi$ (milimetrotan) = π/P (hazbetetan).

Bi balioak unitate berdinetan ipintzen baldin baditugu:

$$m \cdot \pi = 25,4 \frac{\pi}{P} \text{ eta hortik } m = \frac{25,4}{P} \quad (35)$$

$$P = 25,4/m \quad (36)$$

Ondoren, modulu eta pitch-en arteko baliokidetasunak agertzen ditugu zerrenda batetan:

<u>Pitch standarda</u>	<u>Dagokion modulua</u>	<u>Modulu standarda</u>	<u>Dagokion pitch-a</u>
1"	25,40 mm	1 mm	25,40 mm
1 1/4"	20,32	1,25	20,32
1 1/2"	16,93	1,50	16,90
1 3/4"	14,51	1,75	14,15
2"	12,70	2	12,70
2 1/4"	11,29	2,25	11,29
2 1/2"	10,16	2,5	10,16
2 3/4"	9,23	2,75	9,23

Pitch standarda	Dagokion modulua	Modulu standarda	Dagokion pitch-a
3"	8,47	3	8,47
3 1/2"	7,26	3,5	7,26
4"	6,35	4	6,35
5"	5,08	4,5	5,64
6"	4,23	5	5,08
7"	3,63	5,5	4,62
8"	3,17	6	4,23
9"	2,82	7	3,63
10"	2,54	8	3,17
11"	2,31	9	2,82
12"	2,12	10	2,54
14"	1,81	11	2,31
16"	1,50	12	2,12
18"	1,41	13	1,95
20"	1,27	14	1,81
22"	1,16	15	1,69
24"	1,06	16	1,59
26"	0,98	17	1,49
28"	0,91	18	1,41
30"	0,84	20	1,27

9. Moduluzko gurpilen beste zenbait kalkulu. Batzutan, zentruen arteko distantzia eta abiadura-erlazioa ezagunak izaten dira engranatzan duten bi gurpiletan. Beraz, E eta n_1/n_2 ezagunak dira, eta R_1 nahiz R_2 ezezagunak.

$$\text{Baina, } R_1/R_2 = D_1/D_2 = \frac{m \cdot z_1}{m \cdot z_2} = \frac{n_2}{n_1} ; \frac{R_1}{R_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (37)$$

$$\text{eta,} \quad E = R_1 + R_2 \quad (38)$$

Hemen, bi ezezagun eta bi ekuazio ditugu.

$$R_1 = E - R_2 \text{ eta; } \frac{E - R_2}{R_2} = \frac{n_2}{n_1} ; \quad n_1 (E - R_2) = n_2 \cdot R_2 \text{ eta}$$

$$n_1 \cdot E - n_1 \cdot R_2 = n_2 \cdot R_2 \quad ; \quad n_1 \cdot E = R_2 (n_1 + n_2) \quad ; \quad R_2 = \frac{n_1 \cdot E}{n_1 + n_2}$$

$$R_2 = \frac{E}{1 + \frac{n_2}{n_1}} \quad (39)$$

$$\text{Eta era berdinean: } R_1 = \frac{E}{1 + \frac{n_1}{n_2}} \quad (40)$$

HIZTEGIA

- abiadura angeluar = velocidad angular
- alderantzizko = inverso
- gainazal zilindriko = superficie cilíndrica
- barne-diametro = diámetro interior
- batura = suma (resultado de operación)
- ebakidura = sección (corte)
- elkartzut = perpendicular
- eragile = conductor (engrane)
- eragin = conducido (engrane)
- erradio = radio (de circunf.)
- finko = fijo
- fresa = fresa (herramienta)
- sortzaile = generatriz
- hazbete = pulgada
- hortz-buru = cabeza de diente
- hortz-kopuru = número de dientes
- hortz-oin = pie de diente
- hortz-neurri = paso (entre dientes)
- hortzun gurpil = rueda dentada
- kanpo-diametro = diámetro exterior
- lasaiera = juego (holgura)
- lerro makur = línea curva
- marruskadura = rozamiento
- norabide = dirección
- profil = perfil
- transmisio-erlazio = relación de transmisión
- jatorrizko zirkunferentzia = circunferencia primitiva

IÑAKI AZKUNE