



## 5. GAIA.

# ENGRANAJEEN ZINEMATIKA

Neftalí Carbajal de la Red

- 1.- SARRERA
- 2.- AHOKATZE LEGE OROKORRA. PROFIL KONJOKATUAK
- 3.- PROFIL BILKARIA
- 4.- ENGRANAJEEN FABRIKAZIOA
- 5.- ENGRANAJE NORMALIZATUAK
- 6.- ERAMATE-ARKUA. UKIPEN-ERLAZIOA.
- 7.- ENGRANAJE ZUZENDUAK
- 8.- ENGRANAJE-TREN ARRUNTA
- 9.- ENGRANAJE-TREN EPIZIKLOIDALA
- 10.-BIBLIOGRAFIA

# 1. SARRERA

## OROKORTASUNAK

### ENGRANAJEEN FUNTZIOA

Bi ardatzen artean abiadura angeluarren arteko erlazio konstantearekin errotazioa transmititzea da engranajeen funtzioa.

i: Transmisio-erlazioa

$$i = \frac{\omega_{Sarrera}}{\omega_{Irteera}} = kte$$

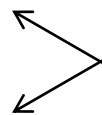
### ENGRANAJEEN DEFINIZIOA

Gurpil horzdunak dira, haien artean ukipen zuzena daukatenak eta potentzia mekanikoa tranmititzeko kapaz direnak.

### ENGRANAJEEN ELEMENTUAK

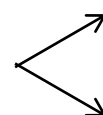
PINOIA: hortz gutxien dituen

GURPILA: hortz gehien dituen



ENGRANAJE

PARE BAT



ARDATZ ERAGILE: Gidaria den elementua

ARDATZ HARTZAILEA: Elementu gidatua

## ENG RANAJEEN EZAUGARRIAK

### ENGRANAJEEN EZAUGARRIAK

ABANTAILAK

- Eraikitzen errazak dira.
- Normalizaturik daudenez, unibertsalki ezagunak dira eta ordezkioak erraz lortu daitezke.
- Potentzi altuak transmititzeko kapaz dira.
- Ardatzen arteko abiadura-erlazioa esparru zabal batean alda ditzakete.
- Ardatzen arteko abiadura-erlazio konstantea eta kargetikiko independentea dena lortzen dute.
- Tamaina txikikoak dira, baina potentzi errendimendu handia dute.
- Elementu seguruak eta haustura gutxi izaten dutenak dira, gainera mantenimendu gutxi eta erraza dute.
- Engranajeek konponbide anitzak ematen dituztenez abiadura-kaxak, erreduktoreak, diferentzialak, transmisio-kateak eta beste makina batzuk funtsean engranajeetan oinarritzen dira.

DESABANTAILAK

- Zarata eta bibrazioak ager daitezke.
- Garestiak dira.

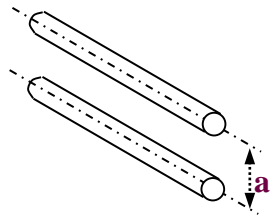
# 1. SARRERA

## ENG RANAJE MOTAK

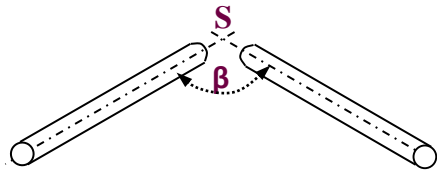
### ENGRANAJE MOTAK

Bi engranaeen ardatzen artean posizioa erlatiboaren arabera honela sailkatu daitezke:

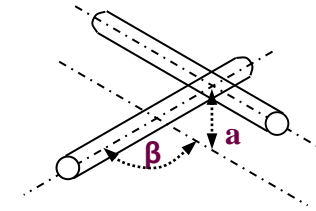
#### 1. ARDATZ PARALELOAK



#### 2. ARDATZ EBAKITZAILEAK



#### 3. GURUTZATZATZEN DIREN ARDATZAK



# 1. SARRERA

## NOMENKLATURA

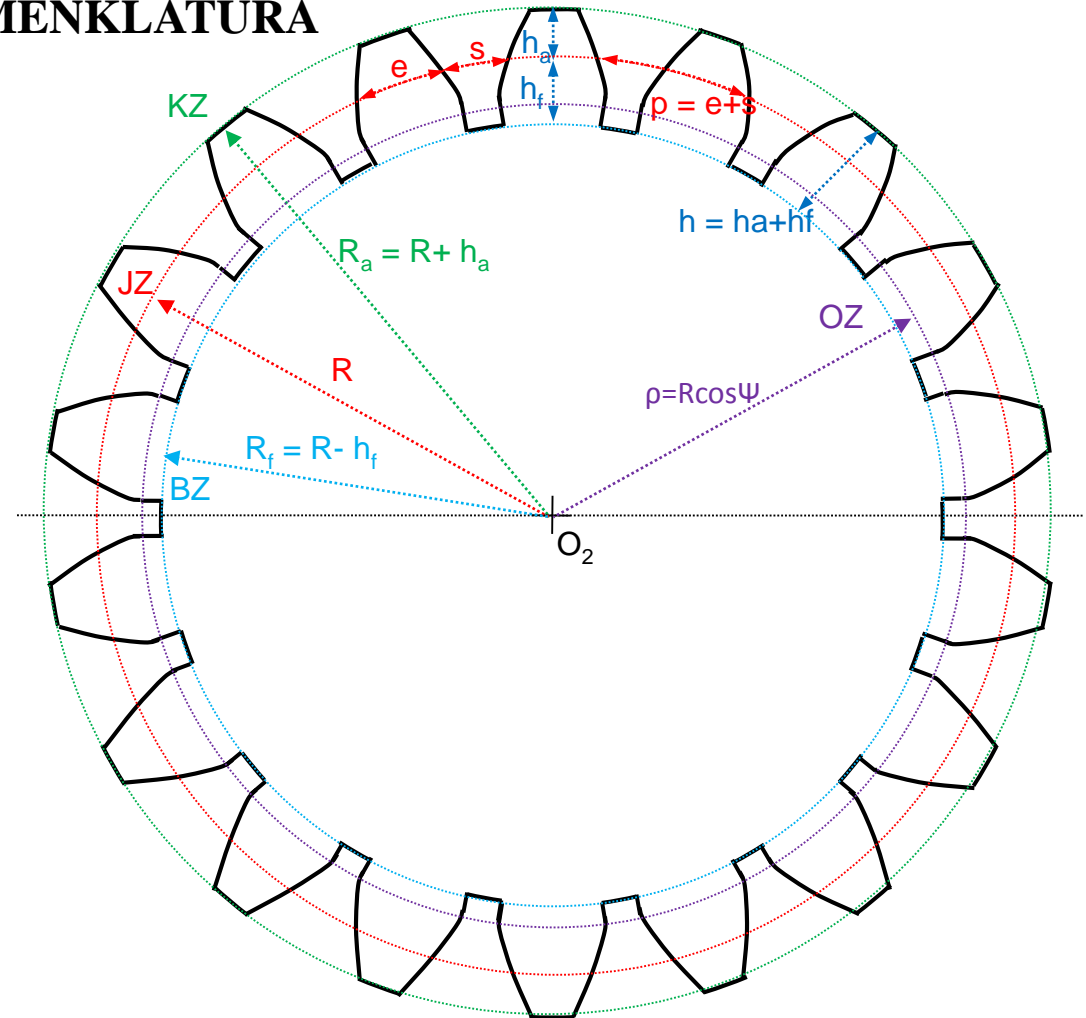
- JZ: jatorrizko zirkunferentzia
- KZ: Kanpo-zirkunferentzia
- BZ: Barruko zirkunferentzia
- OZ: Oinarrizko zirkunferentzia
- e: Hortzaren lodiera
- s: Hortz-tartea
- p: Pausua
- $h_a$ : Addendum
- $h_f$ : Dedendum
- h: Hortzaren altuera
- R: JZ-ren erradioa
- D: JZ-ren diametroa
- $R_a$ : KZ-ren erradioa
- $R_f$ : BZ-ren erradioa
- $\rho$ : OZ-ren erradioa
- z: Hertz kopurua
- m: Modulua
- b: hortz luzera
- $\Psi$ : Presio-angelua
- d: ardatz-tartea

$$p = e + s = \frac{2\pi R}{z}$$

$$\rho = R \cos \psi$$

$$m = \frac{p}{\pi}$$

### NOMENKLATURA



# 1. SARRERA

## DEFINIZIOAK

## DEFINIZIOAK

**JZ:** Bi engranajek elkar ahokatzen dutenean, beraien jatorri zirkunferentziak “P (abiadura-poloa)” puntuan ukitzaileak dira.

**KZ:** Engranajearen hortzen bukaera definitzen duen zirkunferentzia da,  $R_a$  erradiokoa.

**BZ:** Engranajearen hortzen hasiera definitzen duen zirkunferentzia da,  $R_f$  erradiokoa

**OZ:** Hortzaren profil bilkaria definitzen duen zirkunferentzia da,  $\rho$  erradiokoa

**e:** JZ-ren gainean neurturiko hortzaren lodiera.

**s:** JZ-ren gainean neurturiko hortz-tartea.

**p:** Jarraian dauden bi hortzen puntu homologoen arteko distantzia da, JZ-ren gainean neurtua.

**$h_a$ :** KZ eta JZ zirkunferentzietako erradioen arteko diferentzia.

**$h_f$ :** JZ eta BZ zirkunferentzietako erradioen arteko diferentzia.

**h:** KZ eta BZ zirkunferentzietako erradioen arteko diferentzia.

**m:** luzera mailako (mm) balio normalizatua da eta hortzaren tamainaren berri ematen du. Zenbat eta altuago orduan eta handiagoa da hortza. Bi engranajek ahoka dezaten modulu berdineko hortzak izan behar dituzte.

**b:** errotazio ardatzarekiko hortzaren dimentsioa da.

**$\Psi$ :** Ahokatzeko-lerroak jatorrizko zirkunferentzien ukitzailearekin sortzen duen angelua Angelu normalizatua da, bere balio ohizkoena “ $\psi=20$ ” izanik. Bi engranajek ahoka dezaten presio-angelu berdina izan behar dute.

**d:** Ardatz-tartea, ardatzen arteko distantzia

# 1. SARRERA

## ADIBIDEA

## ADIBIDEA

Honako datuak ezagunak direla kontuan hartuz, beheko taula betetzea eskatzen da.

$$m = 3$$

$$z_1 = 20$$

$$\alpha = 20^\circ$$

$$\omega_1/\omega_2=5$$

PINOI (1)	PARAMETROAK	ERRUBERA (2)
3	Modulua (m)	3
$3\pi$	Pausua (p)	$3\pi$
20	Hortz kopurua (Z)	100
60	Jatorrizko diametroa(2R)	300
$1,5\pi$	Hortzaren lodiera (e)	$1,5\pi$
3	Addendum ( $h_a = m$ )	3
3,75	Dedendum ( $h_f = 1,25m$ )	3,75
360	Ardatz -Tartea (d)	360



Engranajeak, ukipen zuzeneko mekanismoak dira, non mugimendua elkarren artean irrista egiten duten bi profil konjokatuen artean transmititzen den.

### AHOKATZE LEGE OROKORRA

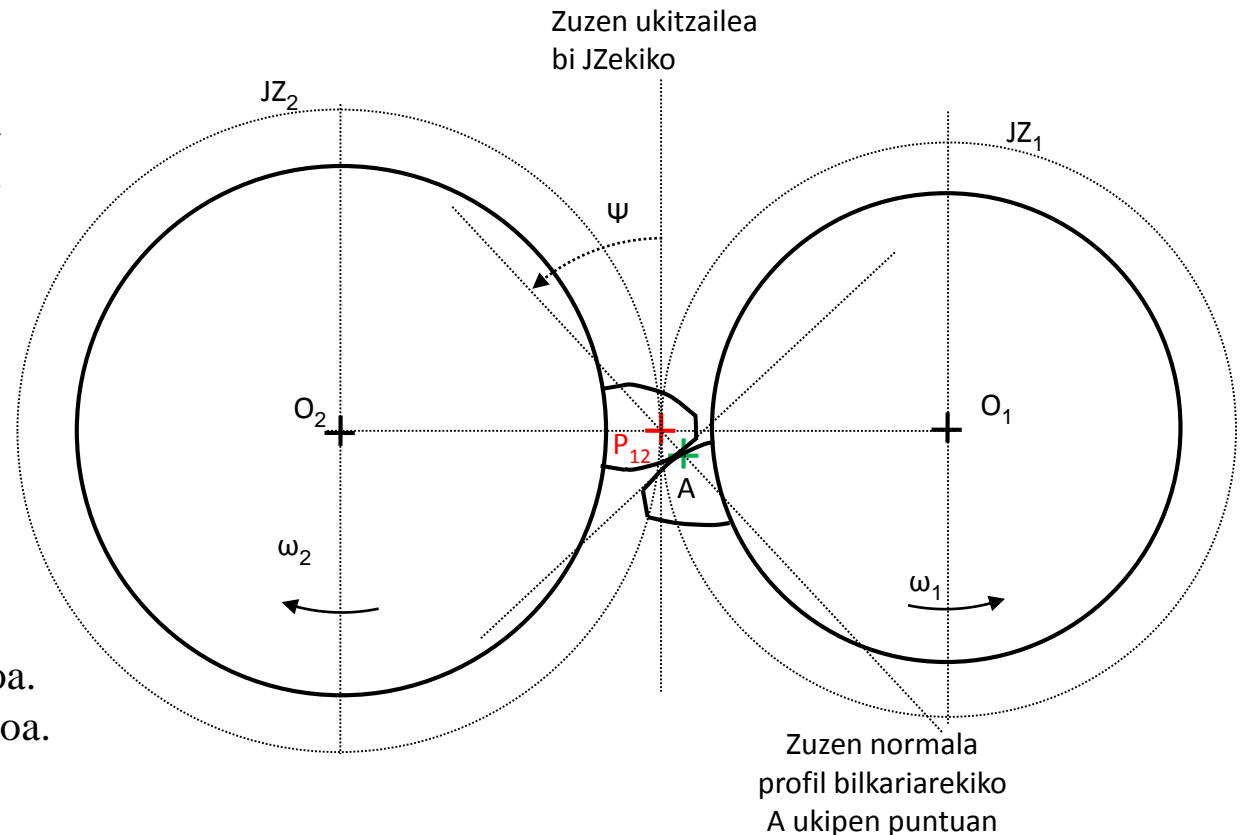
”Abiadura angeluarren arteko erlazioa konstantea izan dadin, P puntua  $O_1O_2$  zentroetako zuzenaren gainean kokapen berdinean egon behar da higiduran zehar”.

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = kte = \frac{O_2P_{12}}{O_1P_{12}} = \frac{R_2}{R_1}$$

$R_1$ :  $JZ_1$ -en erradioa.  
 $R_2$ :  $JZ_2$ -ren erradioa.

### PROFIL KONJOKATUAK

Ahokatze lege orokorra betetzen duten profilei **Profil konjokatua** deitzen zaie.



## DEFINIZIOAK ETA PROPIETATEAK

### DEFINIZIOAK

Zirkunferentzia batean bildutako hari baten muturra zirkunferentziatik askatzen denean, hariaren muturrak egindako ibilbideari BILKARIA deitzen zaio.

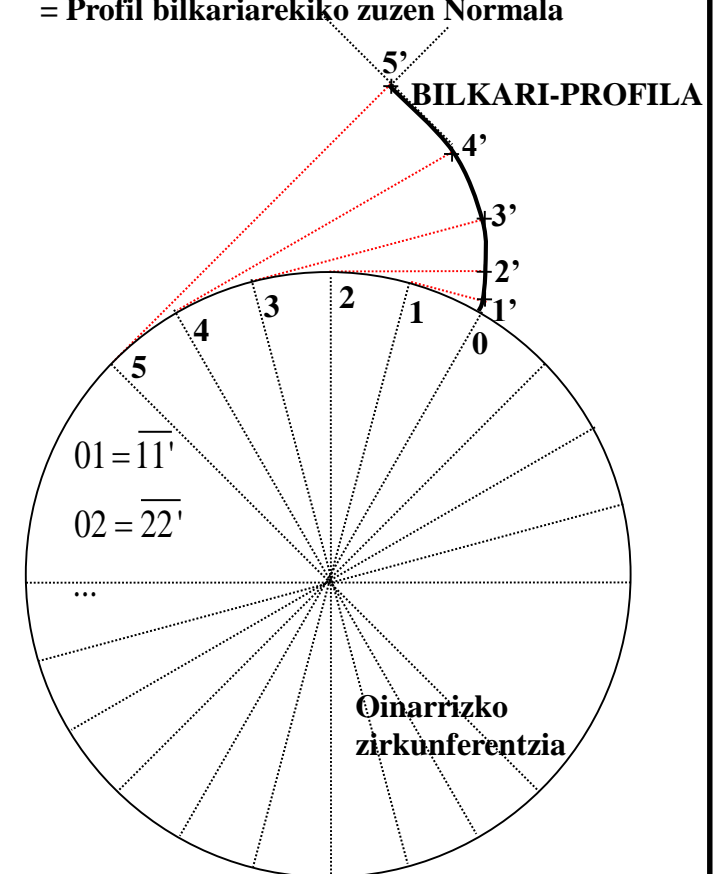
BILKARIko edozein punturen kurbadura-zentroa aurreko zirkunferentziaren gainean kokatuta dago eta zirkunferentzi honi OINARRIZKO ZIRKUNFERENTZIA deritzo.

BILKARIko edozein puntutan bilkariarekiko ZUZEN NORMALA irudikatuz, zuzen hau oinarritzko zirkunferentziarekiko ukitzilea da.

### PROPIETATEAK

1. Bilkari-profilek edozein ardatz tartetan ahokatzen dute.
2. Ahokatzeko-lerroa, ukipen puntuen leku geometrikoa, lerro zuzena da, presio-lerroa deiturik.
3. Bilkari-profilak eraikitzen errazak dira.

Oinarritzko zirkunferentziarekiko Ukitzilea =  
 = Profil bilkariarekiko zuzen Normala



# 3.- BILKARI-PROFILA PARAMETROAK

## BILKARI-PROFILAREN PARAMETROAK

$\rho_1$ :  $OZ_1$ -en erradioa

$\rho_2$ :  $OZ_2$ -ren erradioa

$R_1$ :  $JZ_1$ -en erradioa

$R_2$ :  $JZ_2$ -en erradioa

$d$ : ardatz-tartea  $=R_1+R_2$

$i$ : transmisio-erlazioa  $(=\omega_1/\omega_2)$

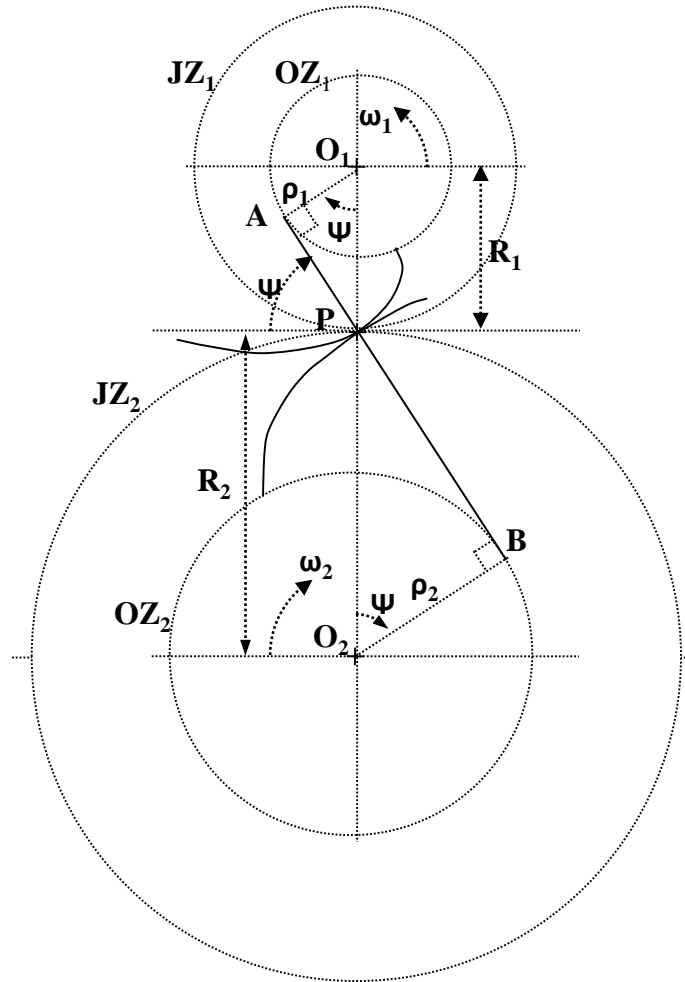
$$V_{P1} = V_{P2} \longrightarrow \omega_1 R_1 = \omega_2 R_2 \longrightarrow \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

$$m = \frac{2R_1}{z_1} = \frac{2R_2}{z_2} \longrightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{z_2}{z_1}$$

$$\cos \psi = \frac{\rho_1}{R_1} = \frac{\rho_2}{R_2} \longrightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

$$\boxed{\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1}}$$

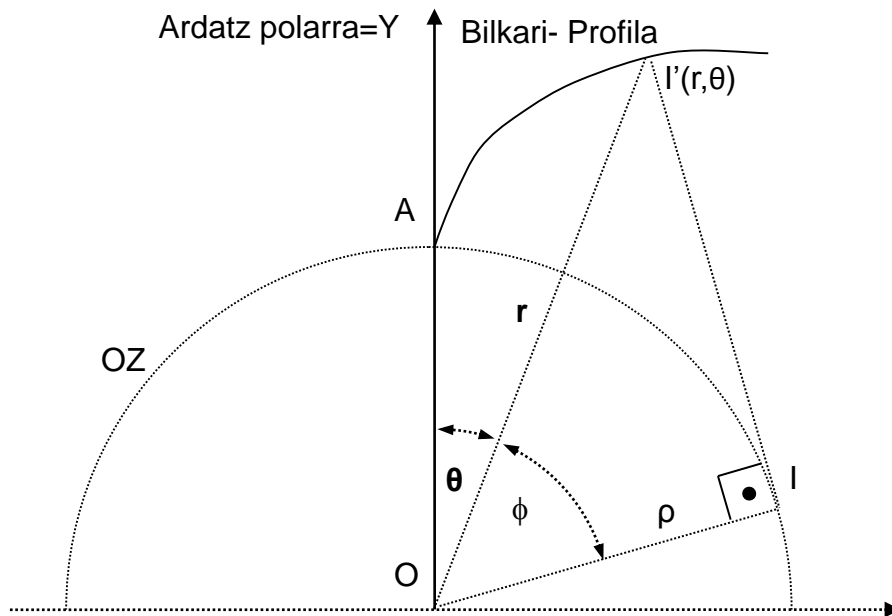
Engranaje normalizatuentzako presio-angelua  $20^\circ$ -ekoa izan ohi da. Presio-angulu ideala  $0^\circ$  koa izango litzateke, honela potentzia maximizatzen da.



# 3.- BILKARI-PROFILA

## ADIERAZPEN ANALITIKOA

### BILKARI-PROFILAREN ADIERAZPEN ANALITIKOA



$$IA = \overline{II'}$$

$$IA = \rho(\phi + \theta)$$

$$II' = \rho \cdot \text{tg} \phi$$

$$\rho(\phi + \theta) = \rho \cdot \text{tg} \phi$$

$$\theta = \text{tg} \phi - \phi$$

FUNTZIO BILKARIA:  $Eb(\phi)$

$$Eb(\phi) = \text{tg} \phi - \phi$$

$$\theta = Eb(\phi)$$

ALDERANTZIKAKO FUNTZIO BILKARIA:  $\phi = Eb^{-1}(\theta)$

OII' hiruki errektangeluarrean

$$\rho = r \cdot \cos \phi$$

$$\rho = r \cdot \cos [Eb^{-1}(\theta)]$$

ADIERAZPEN ANALITIKOA:

$r, \theta$  koordenatu polarretan

$$r = \frac{\rho}{\cos [Eb^{-1}(\theta)]}$$

$\rho$ : OZ-ren erradioa

## HORTZAREN LODIERA EZBERDINAK

### HORTZAREN LODIERA EZBERDINAK

- Y ardatza = OA
- $\theta_I =$  angelua (OI', Y ardatza)
- $\phi_I =$  angelua (OI', OI)
- $\beta_I =$  angelua (OI', simetria-ardatza)

$$\left. \begin{aligned} \theta_I &= Eb(\phi_I) \\ \theta_{II} &= Eb(\phi_{II}) \\ e_I &= R_I 2\beta_I \\ e_{II} &= R_{II} 2\beta_{II} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \theta_I + \beta_I &= \theta_{II} + \beta_{II} \\ Eb(\phi_I) + \frac{e_I}{2R_I} &= Eb(\phi_{II}) + \frac{e_{II}}{2R_{II}} \\ Eb(\phi_I) + \frac{e_I}{2R_I} &= Eb(\phi_{II}) + \frac{e_{II}}{2R_{II}} \end{aligned}$$

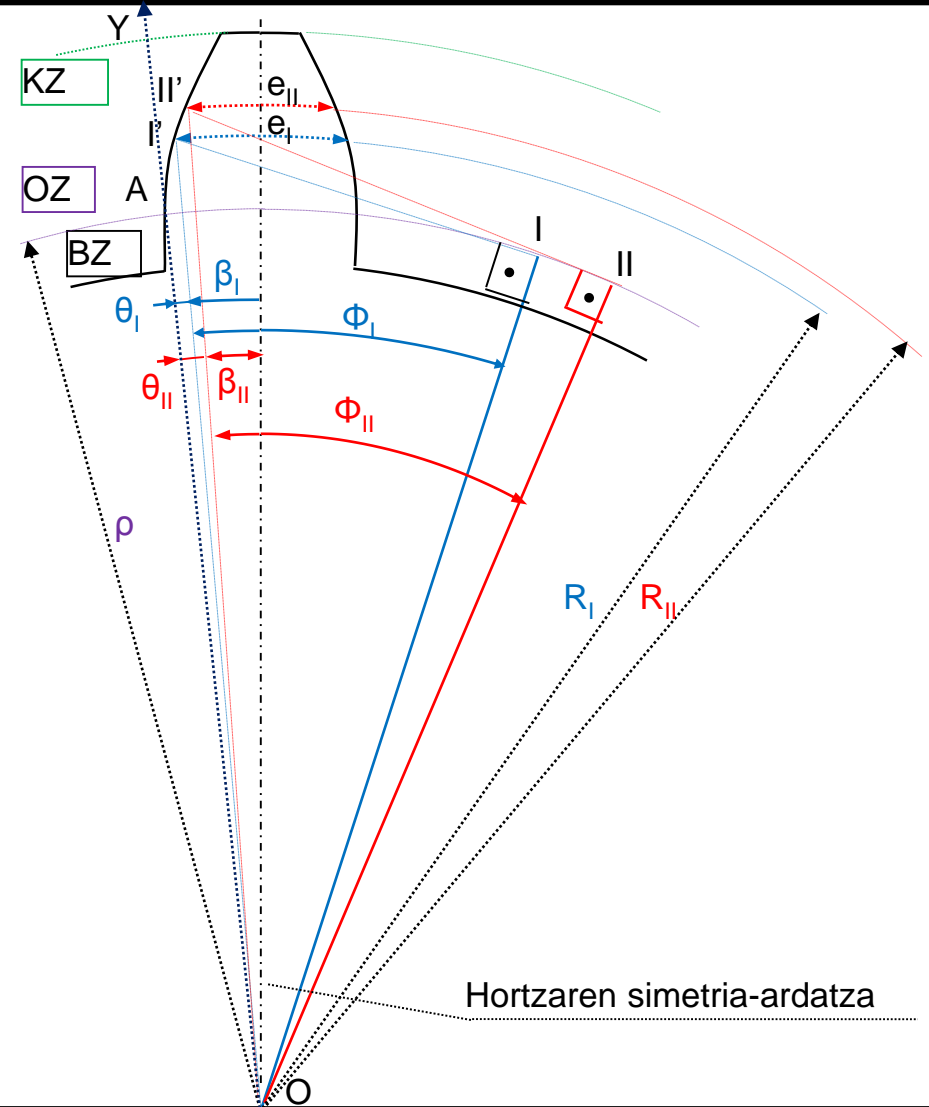
$$e_{II} = R_{II} \left\{ \frac{e_I}{R_I} + 2 \left[ Eb(\phi_I) - Eb(\phi_{II}) \right] \right\}$$

### ERPINARATZEA EKIDITEKO KONDIZIOA



$$e_{R=Ra} \geq 0,3 \cdot m$$

- $e_{R=Ra}$  Hortzaren lodiera KZ-ren gainean
- m: modulua



### 3.- BILKARI-PROFILA

## PROBLEMA

### PROBLEMA

Dimentsio arruntetako erruberan ( $z = 60 \text{ m} = 2$ ) erpineratze kasuan dagoen edo ez esatea eskatzen da.

Eraitza: Ez dago erpineratzerik

Hurrengo diapositiban Funtzio bilkariaren balioak agertzen dira  $Eb(\phi) = tg\phi - \phi$

Adibidea:

Min	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°
0										
1										
2										
3										
4										
5	0,0018397									

$$Eb(10^{\circ}5') = Eb(10,083^{\circ}) = tg(10,083^{\circ}) - \left(10,083 \frac{\pi}{180}\right) = 0,0018397$$



# 3.- BILKARI-PROFILA

## FUNTZIO BILKARIAREN BALIOAK TAULATUTA

TABLEAU I. — Valeur de la fonction développante inv  $\theta = \text{tg } \theta - \theta$ , pour  $\theta = 10^\circ$  à  $20^\circ$

TABLEAU I (suite). — Valeur de la fonction développante inv  $\theta = \text{tg } \theta - \theta$ , pour  $\theta = 20^\circ$  à  $30^\circ$

Min.	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°
0	0,00179 41	0,00239 41	1,00311 71	0,00397 54	0,00498 19	0,00614 98	0,00749 3	0,00902 5	0,01076 0	0,01271 5
1	0,00180 31	0,00240 51	3 02	9 09	0,00500 00	7 07	51 7	05 2	79 1	75 0
2	1 22	1 61	4 34	0,00400 65	1 82	9 17	54 4	07 9	82 2	78 4
3	2 13	2 72	5 67	2 21	3 64	0,00621 27	56 5	10 7	85 3	81 9
4	3 05	3 83	6 99	3 77	5 46	3 87	58 9	13 4	88 4	85 4
5	3 97	4 95	8 32	5 34	7 29	5 48	61 3	16 1	91 5	88 8
6	4 89	6 07	9 66	6 92	9 12	7 60	63 7	18 9	94 6	92 3
7	5 81	7 19	0,00321 00	8 49	0,00510 96	9 72	66 1	21 6	97 7	95 8
8	6 74	8 31	2 34	0,00410 08	2 80	0,00631 84	68 6	24 4	0,01100 8	99 3
9	7 67	9 44	3 69	1 66	4 65	3 97	71 0	27 2	0,01302 8	99 3
10	8 60	0,00250 57	5 04	3 25	6 50	6 11	73 5	29 9	0 71	0 63
11	0,00189 54	0,00251 71	0,00326 39	0,00414 85	0,00518 35	0,00638 25	0,00775 9	0,00932 7	0,01110 2	0,01309 8
12	0,00190 48	2 85	7 75	6 44	0,00520 22	0,00640 89	78 4	35 5	13 3	13 4
13	1 42	3 99	9 11	8 05	2 08	2 54	80 8	38 3	16 5	16 9
14	2 37	5 13	0,00330 48	9 65	3 95	4 70	83 3	41 1	19 6	20 4
15	3 32	6 28	1 85	0,00421 26	5 82	6 86	85 7	43 9	22 8	24 0
16	4 27	7 44	2 88	7 70	7 92	9 02	88 2	46 7	26 0	27 5
17	5 23	8 59	4 60	4 50	9 58	0,00651 19	90 7	49 5	29 1	31 1
18	6 19	9 75	5 98	6 12	0,00531 47	3 87	93 2	52 3	32 3	34 6
19	7 15	0,00260 91	7 36	7 75	3 36	5 55	95 7	55 2	35 5	38 2
20	8 12	2 08	8 75	9 38	5 26	7 73	98 2	58 0	38 7	41 8
21	0,00199 09	0,00263 25	0,00340 14	0,00431 02	0,00537 16	0,00659 92	0,00809 7	0,00986 8	0,01144 9	0,01345 4
22	0,00200 06	4 43	1 54	2 66	9 07	0,00662 11	0 32	4 4	45 1	49 0
23	1 03	5 60	2 94	4 30	0,00540 98	4 31	05 7	66 5	48 3	52 6
24	2 01	6 78	4 34	5 95	2 90	6 52	08 2	69 4	51 5	56 2
25	2 99	7 97	5 75	7 60	4 82	8 73	10 7	72 2	54 7	59 8
26	3 98	9 16	7 16	9 26	6 74	0,00670 94	13 3	75 1	58 0	63 4
27	4 97	0,00270 35	8 58	0,00440 92	8 67	3 16	15 8	78 0	61 2	67 0
28	5 96	1 54	0,00350 00	2 59	0,00550 60	5 39	18 3	80 8	64 4	70 7
29	6 95	2 74	1 42	4 26	2 54	7 62	20 9	83 5	67 7	74 3
30	7 95	3 94	2 85	5 93	4 48	9 85	23 4	86 6	70 9	77 9
31	0,00208 85	0,00275 15	0,00354 28	0,00447 61	0,00556 43	0,00682 0	0,00826 0	0,00989 5	0,01174 2	0,01381 6
32	9 95	6 36	5 72	8 38	9 29	8 38	28 5	92 4	77 5	85 2
33	0,00210 96	7 57	7 16	0,00450 98	0,00560 34	6 59	31 1	95 3	80 7	88 9
34	1 97	8 79	8 60	2 67	2 30	8 84	33 7	98 2	84 0	92 6
35	2 99	0,00280 01	0,00360 05	4 37	4 27	6 37	36 2	0,01001 2	87 3	90 6
36	4 00	1 23	1 50	6 07	6 24	8 37	38 8	0 4	90 6	93 6
37	5 02	2 46	2 96	7 77	8 22	3 64	41 4	0 7	93 9	0,01403 6
38	6 05	3 69	4 41	9 48	0,00570 20	7 91	44 0	0 9	97 2	0 7
39	7 07	4 93	5 88	0,00461 20	2 18	0,00700 19	46 6	12 9	0,01200 5	11 0
40	8 10	6 16	7 35	2 91	4 17	2 48	49 2	15 8	0 8	14 8
41	0,00219 14	0,00287 41	0,00368 82	0,00464 64	0,00576 17	0,00704 77	0,00851 8	0,01018 8	0,01207 1	0,01418 5
42	0,00220 17	8 65	0,00370 29	6 36	8 17	7 06	54 4	21 7	10 5	22 2
43	1 21	9 90	1 77	8 09	0,00580 19	9 36	57 1	24 7	13 8	25 9
44	2 26	0,00291 15	3 26	9 83	2 18	0,00741 67	60 4	27 7	17 2	29 7
45	3 30	2 44	4 74	0,00471 57	4 20	8 98	62 3	30 7	20 5	33 4
46	4 35	3 67	6 23	5 21	6 29	8 74	65 0	33 6	23 9	37 2
47	5 41	4 94	8 73	6 23	8 24	9 82	67 6	36 6	27 2	40 9
48	6 47	6 20	9 23	7 28	9 23	0,00590 28	0,00720 95	39 6	30 6	44 7
49	7 53	7 47	0,00380 73	8 57	2 30	3 28	72 9	42 6	34 0	48 5
50	8 59	8 75	2 24	0,00480 33	4 34	5 61	75 6	45 6	37 3	52 3
51	0,00229 66	0,00300 08	0,00383 75	0,00482 10	0,00596 38	0,00727 96	0,00878 2	0,01048 6	0,01240 7	0,01456 0
52	0,00230 73	1 31	5 27	3 87	8 43	0,00730 30	80 9	51 7	44 1	59 8
53	1 80	2 60	6 79	5 64	0,00600 48	2 66	83 6	54 7	47 5	63 6
54	2 88	3 89	8 31	7 42	2 54	5 01	86 3	57 7	50 9	67 4
55	3 96	5 18	9 84	8 21	4 60	7 38	88 9	60 8	54 3	71 3
56	5 04	6 48	0,00391 37	0,00490 99	6 67	9 75	91 6	63 8	57 8	75 1
57	6 13	7 78	2 91	2 79	8 74	0,00742 12	94 3	66 9	61 2	78 9
58	7 22	9 08	4 45	4 58	0,00610 81	4 50	97 0	69 9	64 6	82 7
59	8 31	0,00310 39	5 99	6 39	2 89	6 88	99 8	73 0	68 1	86 6
60	0,00239 41	0,00311 71	0,00397 54	0,00498 19	0,00614 98	0,00749 3	0,00902 5	0,01076 0	0,01271 5	0,01490 4

Min.	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°
0	0,01490 4	0,01734 5	0,02005 4	0,02304 9	0,02635 0	0,02997 5	0,03394 7	0,03828 7	0,04301 7	0,04816 4
1	94 3	38 8	10 1	10 2	40 7	0,02997 5	0,03394 7	0,03828 7	0,04301 7	0,04816 4
2	98 2	43 1	14 9	15 4	46 5	10 2	08 6	43 8	18 2	34 3
3	0,01502 0	47 4	19 7	20 7	52 3	16 6	15 5	51 4	26 4	43 2
4	05 9	51 7	24 4	25 9	58 1	22 9	22 5	59 0	34 7	52 2
5	09 8	56 0	29 2	31 2	63 9	29 3	29 4	66 6	43 0	61 2
6	13 7	60 3	34 0	36 5	69 7	35 7	36 4	74 2	51 3	70 2
7	17 6	64 7	38 8	41 8	75 7	42 0	43 4	81 8	59 6	79 2
8	21 5	69 0	43 6	47 1	81 4	48 4	50 4	89 4	67 9	88 3
9	25 4	73 4	48 4	52 4	87 2	54 9	57 4	97 1	76 2	97 3
10	29 3	77 7	53 8	57 7	93 1	61 3	64 4	0,03904 7	84 5	0,04906 4
11	0,01533 3	0,01782 1	0,02058 1	0,02363 1	0,02698 9	0,03067 7	0,03471 4	0,03912 4	0,04399 9	0,04915 4
12	37 2	86 5	62 9	68 4	0,02704 8	74 1	78 5	20 1	0,04601 2	0,05166 8
13	41 1	90 8	67 8	73 8	10 7	80 6	85 5	27 8	09 6	39 6
14	45 1	95 2	72 6	79 1	16 6	87 0	92 6	35 5	18 0	42 7
15	49 0	99 6	77 5	84 5	22 5	93 5	99 6	43 2	26 4	54 8
16	53 0	0,01804 0	82 4	89 9	28 4	0,03100 0	0,03506 7	50 9	34 8	60 9
17	57 0	08 4	87 3	95 2	34 3	06 5	13 8	58 6	43 2	70 1
18	60 9	12 9	92 1	0,02400 6	40 2	13 0	20 9	66 4	51 6	79 2
19	64 9	17 3	97 0	06 0	46 2	19 5	28 0	74 1	60 1	88 4
20	68 9	21 7	0,02101 9	11 4	52 1	26 0	35 2	81 9	68 5	97 6
21	0,01572 9	0,01826 2	0,02106 9	0,02416 9	0,02758 1	0,03132 5	0,03542 3	0,03989 7	0,04477 0	0,05006 8
22	76 9	30 6	11 8	22 3	64 0	39 0	49 4	97 4	85 5	16 5
23	80 9	35 1	16 7	27 7	70 0	45 6	56 6	0,04005 2	93 9	25 2
24	85 0	39 5	21 7	33 2	76 0	52 1	63 7	0,04502 4	98 9	34 4
25	89 0	43 9	26 6	39 7	82 0	58 6	70 8			
26	93 0	48 5	31 6	44 1	88 0	65 3	78 1	28 7	19 5	52 9
27	97 1	53 0	36 5	49 5	94 0	71 8	85 3	36 6	28 0	62 2
28	0,01601 1	57 5	41 5	55 0	0,02800 0	78 4	92 5	44 4	36 6	71 5
29	05 2	62 0	46 5	60 5	06 0	85 0	99 7	52 3	45 1	80 8
30	09 2	66 5	51 4	66 0	12 1	91 7	0,03606 9	60 2	53 7	90 1
31	0,01613 3	0,01861 0	0,02156 4	0,02471 5	0,02818 1	0,03198 3	0,03614 2	0,04068 0	0,04562 3	0,05099 4
32	17 4	75 5	61 4	70 7	24 2	0,03204 9	21 4	75 9	70 9	0,05108 7
33	21 5	80 0	66 5	76 5	30 2	11 6	28 7	83 9	79 5	18 1
34	25 5	84 6	71 5	81 1	36 3	18 2	35 9	91 8	88 1	27 4
35	29 6	89 1	76 5	86 9	42 4	24 9	43 2	99 7	96 7	36 8
36	33 7	93 7	81 6	88 6	48 5	31 5	50 5	0,04107 6	0,04605 4	46 2
37	37 9	98 3	86 6	93 7	54 6	38 2	57 8	15 6	14 0	55 6
38	42 0	0,01902 8	91 6	10 3	60 7	44 9	65 1	23 6	22 7	65 0
39	46 1	07 4	96 7	15 9	66 8	51 6	72 4	31 6	31 3	74 4
40	50 2	12 0	0,02201 8	21 4	72 9	58 3	79 8	39 5	40 0	83 8
41	0,01654 4	0,01916 6	0,02206 8	0,02527 0	0,02879 1	0,03265 1	0,03687 1	0,04147 5	0,04648 7	0,05193 3
42	58 5	21 2</								

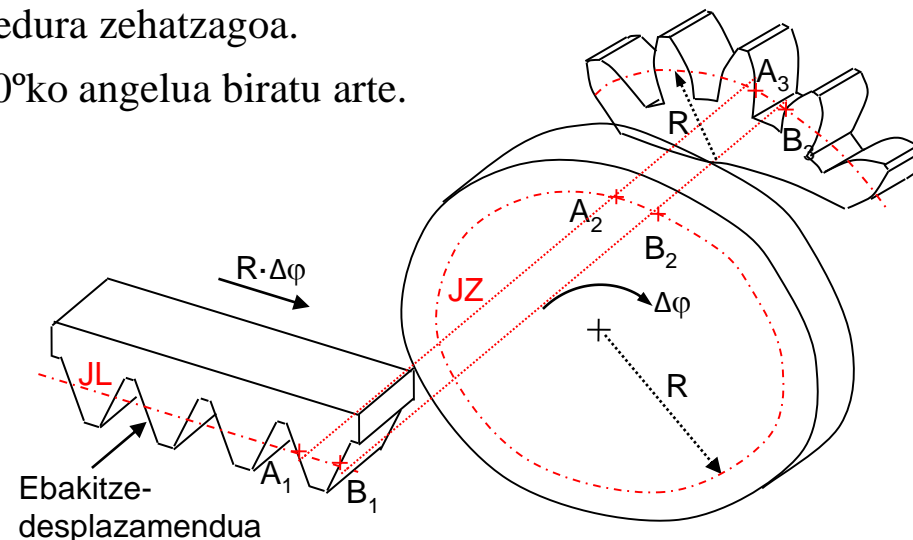


## METODOA

### ENGRANAJE KREMAILERAZ FABRIKATZEKO METODOA

Altzairuzko zilindro bat eta kremaierako itxura duen erreminta ebakitzailea dira beharrezko elementuak.

- 1.) Zilindroaren ardatzean zehar aurrera higitzen da kremaiera zilindroaren materiala ebakiz.
- 2.) Atzeraka desplazatzen da kremaiera.
- 3.) Zilindroak  $\Delta\varphi$  angelu txikia biratzen du, eta kremaiera  $R\Delta\varphi$  distantzia ( $R$  zilindroko jatorrizko zirkunferentziaren erradioa) higitzen da zilindroaren jatorrizko zirkunferentziarekiko norabide tangentean.  $\Delta\varphi$  angelua zenbat eta txikiagoa orduan eta prozedura zehatzagoa.
- 4.) 1., 2. eta 3. pausuak errepikatzen dira,  $360^\circ$ ko angelua biratu arte.



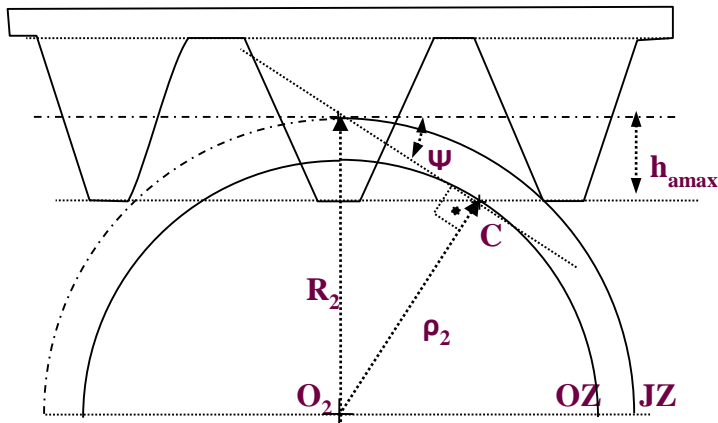




## TAILLAKETA-INTERFERENTZIA

### TAILLAKETA-INTERFERENTZIA.

Engranajeko hortzak kremailera bidez mekanizatzeak taillaketa-interferentzia sor dezake.



Bilkari-profila C puntuan (oinarrizko zirkunferentziaren puntuan) bukatzen da. Kremaileraren kanpoko lerroa C-ren azpitik pasatzen bada, taillaketa-interferentzia gertatzen da. Taillaketa-interferentzia ekiditeko kondizioa honela adieraz daiteke.

Kremailera normalizatua dela kontuan hartuz  
Addendum-a eta Modulua berdinak dira

$$h_a = m = \frac{2R}{z}$$

$$h_{a\max} \leq R \cdot \sin^2 \psi$$

$$Z \geq \frac{2}{\sin^2 \psi}$$

Ekuazio honek adierazten du taillaketa-interferentzia ekiditeko hortz kopuru minimoa beharrezkoa dela. Engranaje normalizatuetan  $\Psi = 20^\circ$  denez, Z 18 edo handiagoa izan behar da.

Hortz kopurua Z 18 hortz baino gutxiago izan nahi badugu, honako aukerak daude:

1. Kremaileraren addendum-a m-tik 0.8m-ra murriztea
2. Presio-angelua  $\Psi = 20^\circ$ -tik  $25^\circ$ -era handitzea
3. Engranaje zuzenduak erabiltzea, kremailera gorantz distantzi bat desplazatuta hortzak mekanizatzea.

Profil bilkariz eraikitako bi gurgil horzdun elkarren artean trukagarriak izateko honako baldintzak behar dira:

- Modulu berdina izatea (hau da pausu zirkularra berdina)
- Presio-angelu berdina izatea.
- Addendum eta dedendum normalizaturik egotea.
- Bi hortz jarraituen arteko hutsunaren luzera eta hortzaren lodiera berdinak izatea.

UNE arauk moduluentzako 3 serie ezberdinak (I, II, III) adierazten ditu.

I	1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20
II	1,125	1,375	1,75	2,25	2,75	3,5	4,5	5,5	7	9	11	14	18	
III					3,25	3,75		6,5						

Hortz mota bi daude:

1.Hortz ARRUNTA

2.Hortz LABURRA

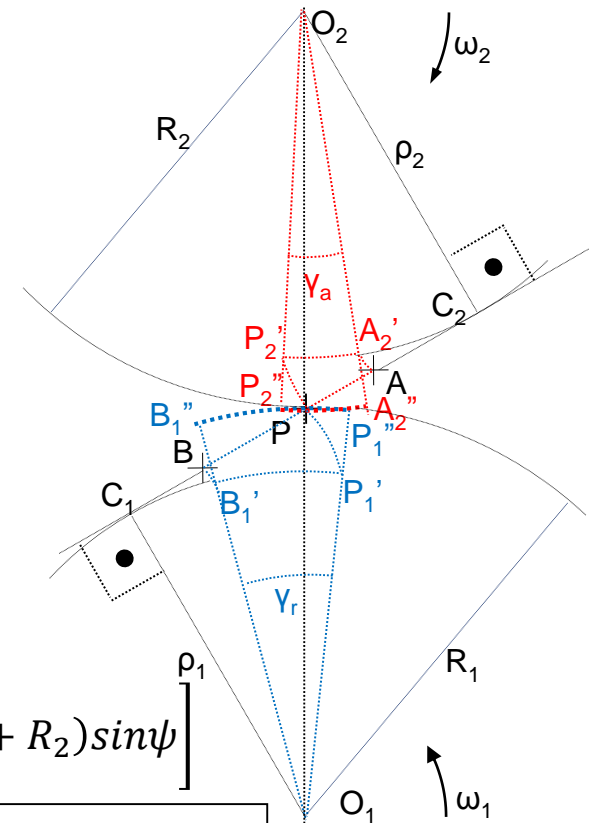
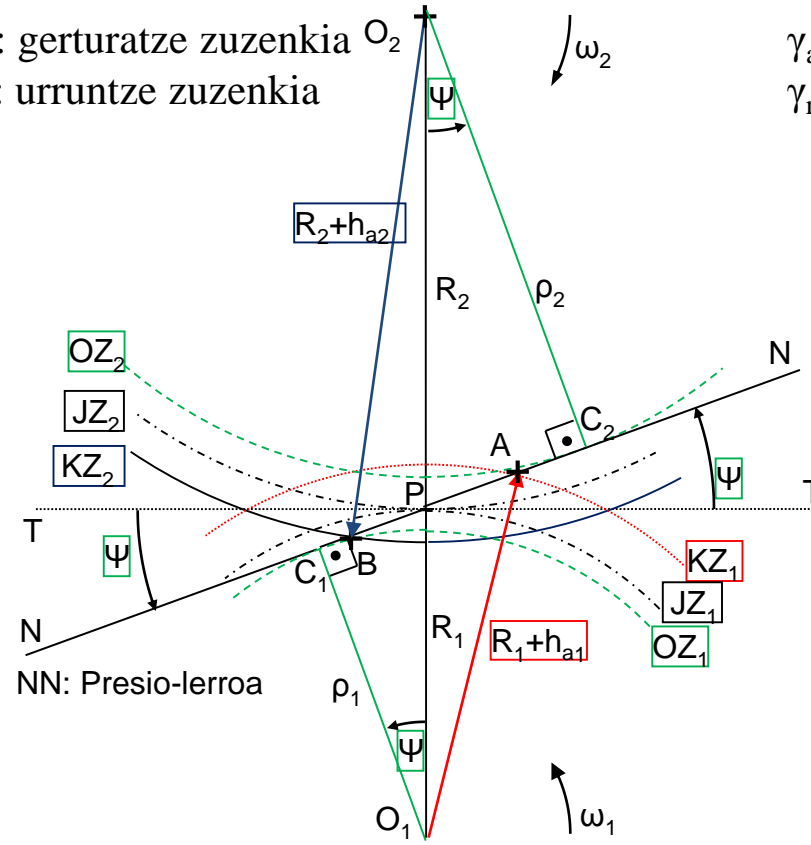
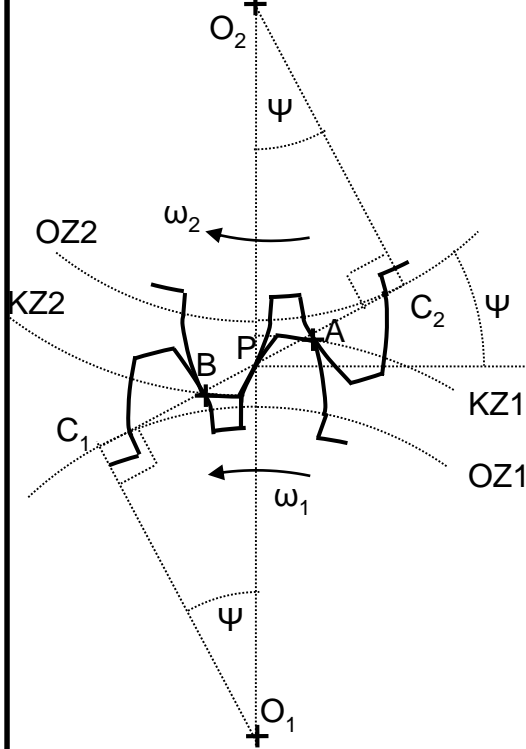
	Addendum: $h_a$	Dedendum: $h_f$
ARRUNTA	m	1,25m
LABURRA	0,75m	m

# 6.- ERAMATE-ARKUA. UKIPEN -ERLAZIOA

$A = KZ_1 \cap \overline{C_1 C_2}$  Ukipen hasiera  
 $B = KZ_2 \cap \overline{C_1 C_2}$  Ukipen bukaera

AP: gerturatze zuzenkia  $O_2$   
 PB: urruntze zuzenkia

$\gamma_a$ : gerturatze-angelua eta  
 $\gamma_r$ : urruntze-angelua eta



ERAMATE-ARKUA  $\alpha = \frac{R_1}{\rho_1} \left[ \sqrt{(R_1 + h_{a1})^2 - \rho_1^2} + \sqrt{(R_2 + h_{a2})^2 - \rho_2^2} - (R_1 + R_2) \sin \psi \right]$

UKIPEN-ERLAZIOA  $r_c = \frac{\alpha}{\pi m}$

$\alpha = A_2'' P_2'' + P_1'' B_1''$

### PROBLEMA

### PROBLEMA

**Hortz zuzeneko engranaje zilindriko batean modulua  $m = 5$ ,  $z_1 = 25$  eta  $z_2 = 40$  ezagutzen dira.**

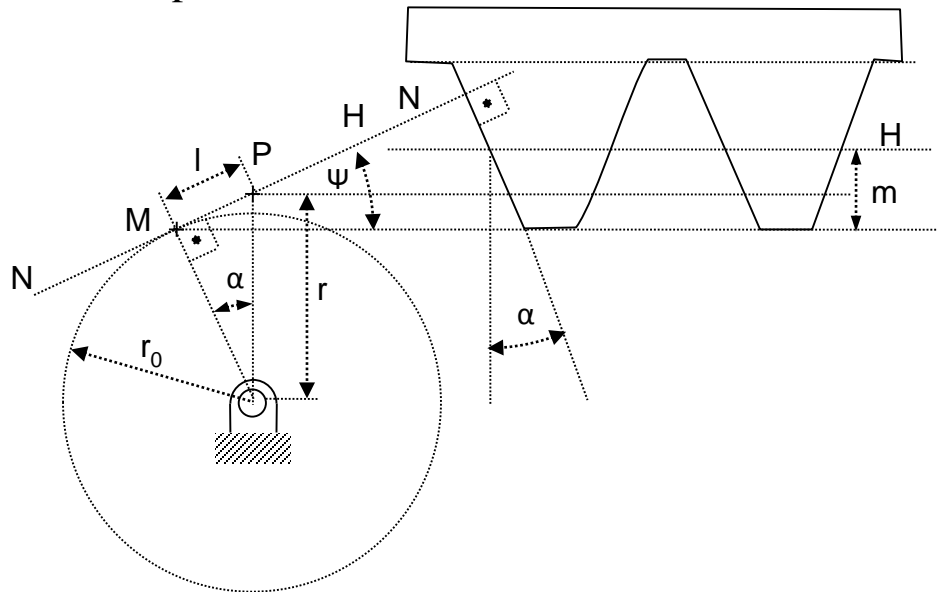
**Ukipen-erlazioa kalkulatzeko eskatzen da.**

Eraitza: Ukipen-erlazioa = 1,66



# 7.- ENGRANAJE ZUZENDUAK

Kremailera desplazatua

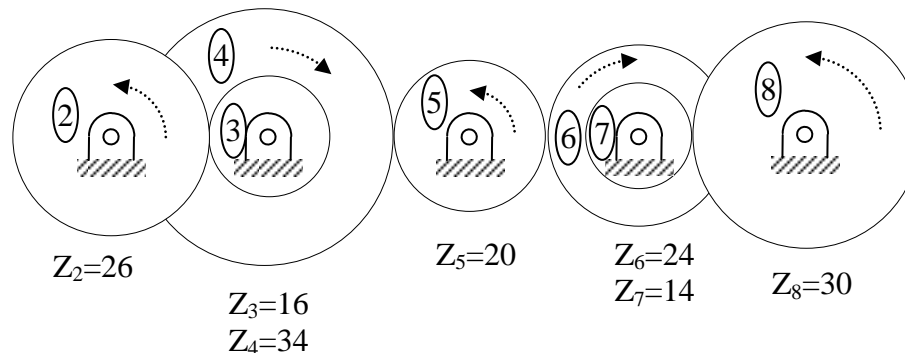


$$(x_1 + x_2) \operatorname{tg} \psi + \frac{(z_1 + z_2)}{2} [Eb(\psi) - Eb(\psi_v)] = 0$$

Bi aukera

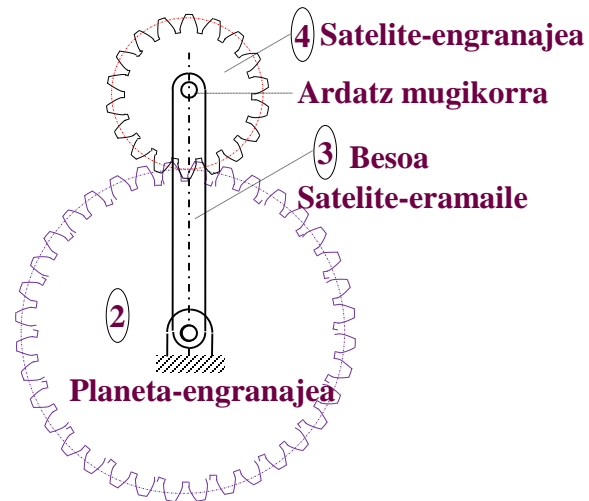
- 1. Datua:  $x_1, x_2 \rightarrow d_v$ ?  $Eb(\psi_v) = Eb(\psi) + \frac{2(x_1 + x_2)}{(z_1 + z_2)} \operatorname{tg} \psi$
- 2. Datua:  $d_v \rightarrow x_1, x_2$ ?  $(x_1 + x_2) = \frac{(z_1 + z_2)}{2 \operatorname{tg} \psi} [Eb(\psi) - Eb(\psi_v)]$

Engranaje-tren arrunt batean gurpil horzdun guztiak ardatz finkoekiko biratzen dute. Engranaje-tren arruntetan bi mota ezberdindu daitezke: sinplea, ardatz bakoitzak gurpil horzdun bakar bat eramaten duenean eta konplexua, ardatz bakar batean gurpil horzdun bat baino gehiago daudenean. Irudian engranaje-tren konplexua ikusten da.



Trasmisio-erlazioa 
$$\frac{\omega_8}{\omega_2} = \frac{\omega_8}{\omega_7} \frac{\omega_6}{\omega_5} \frac{\omega_4}{\omega_3} = \frac{Z_7}{Z_8} \frac{Z_5}{Z_6} \frac{Z_4}{Z_5} \frac{Z_2}{Z_3} = \frac{14}{30} \frac{20}{24} \frac{34}{20} \frac{26}{16} = 1,074$$

Engranaje-tren epizikloidalean edo planetarioan ardatz mugikorrekiko biratzen duten engranajeak agertzen dira. Irudian Engranaje-tren planetario simpleena ikusten da.





## 10.- BIBLIOGRAFIA

- Avello, A. Teoría de máquinas. Escuela Superior de Ingenieros Industriales, San Sebastián, 2000.