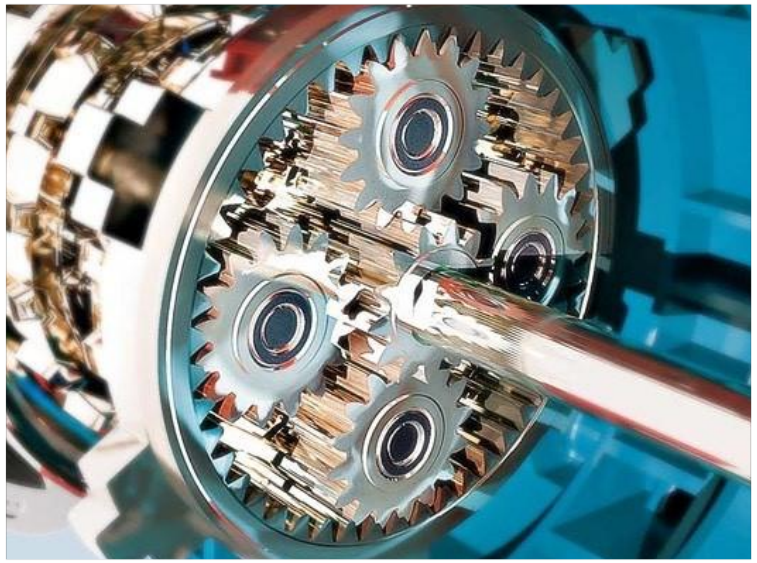
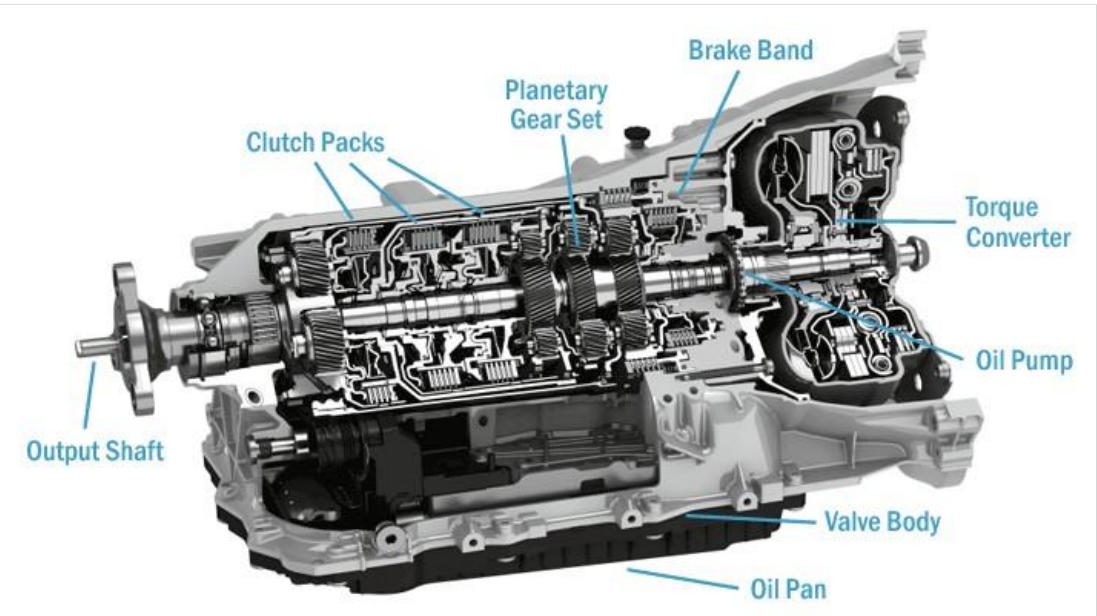




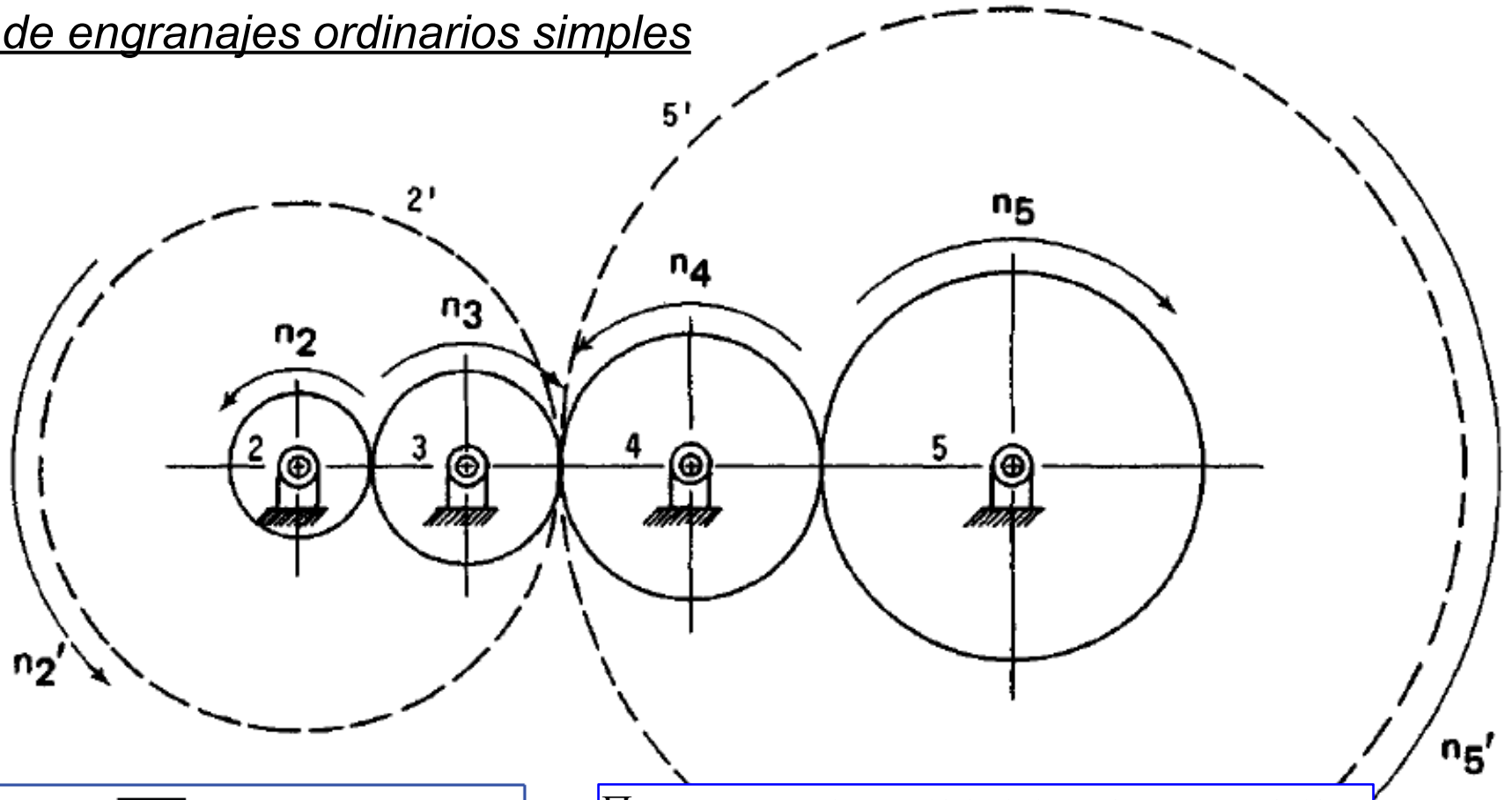
Unidad 05 EM: ENGRANAJES

Reductores de Engranajes



Repaso de teoría

Trenes de engranajes ordinarios simples



$$i = \frac{n_e}{n_s} = \frac{\prod z\ conducidos}{\prod z\ motores}$$

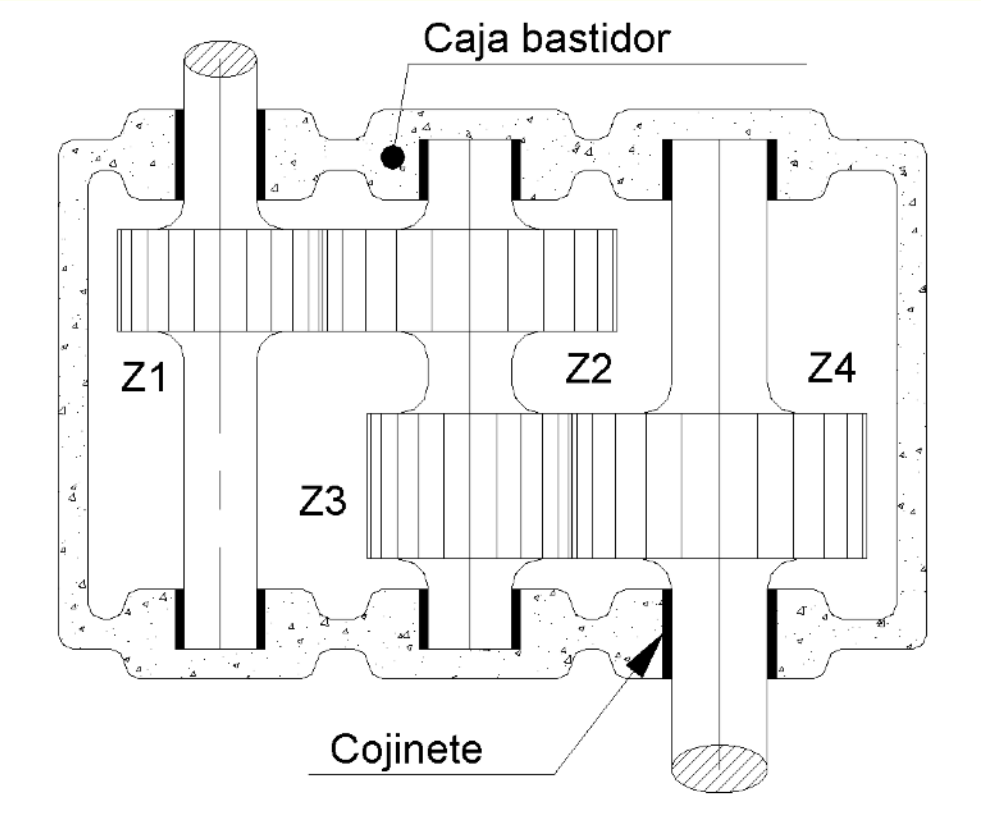
$\prod$ *z conducidos* : producto cantidades de dientes de engranes conducidos

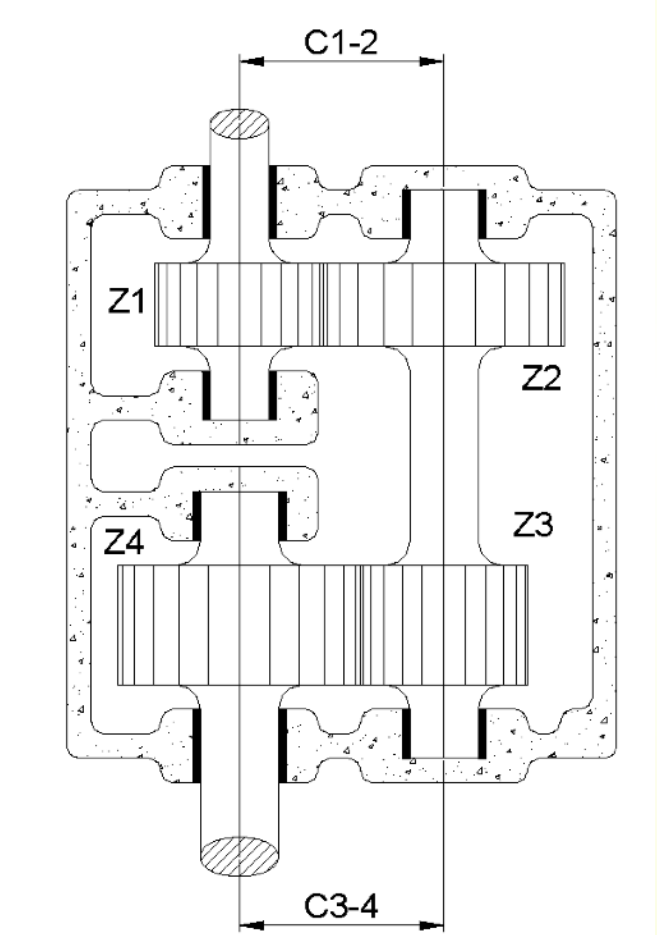
$\prod$ *z motores* :producto cantidades de dientes de engranes motores

n_e: velocidad de entrada

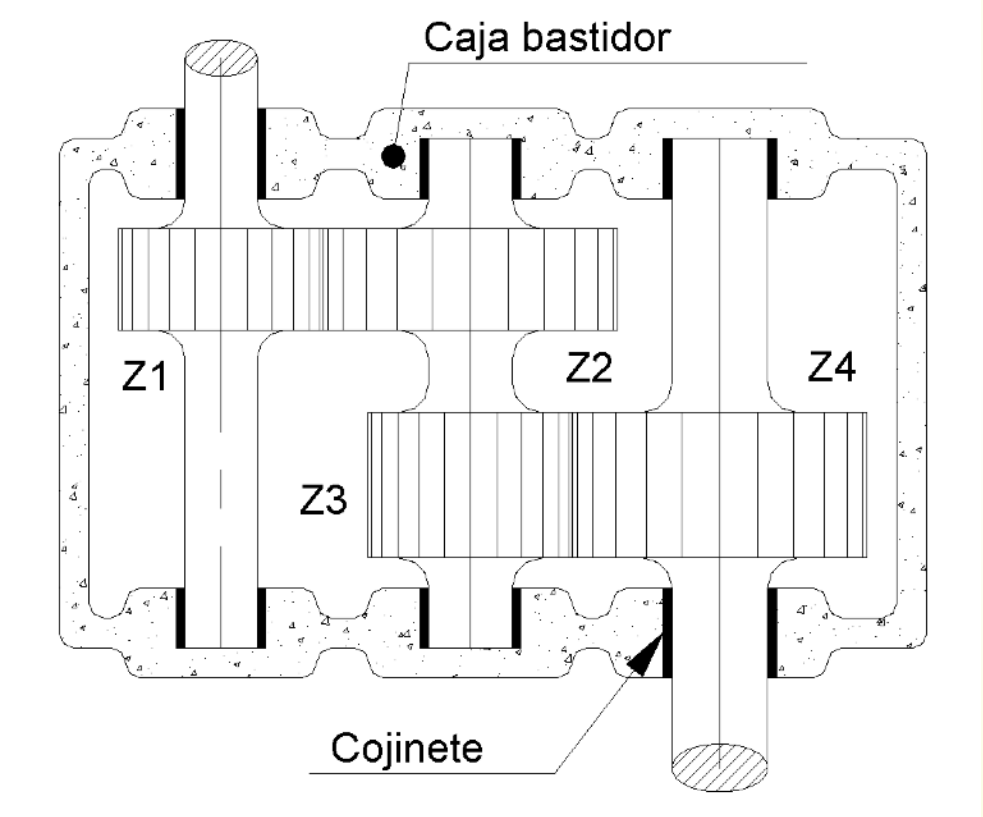
n_s: velocidad de salida

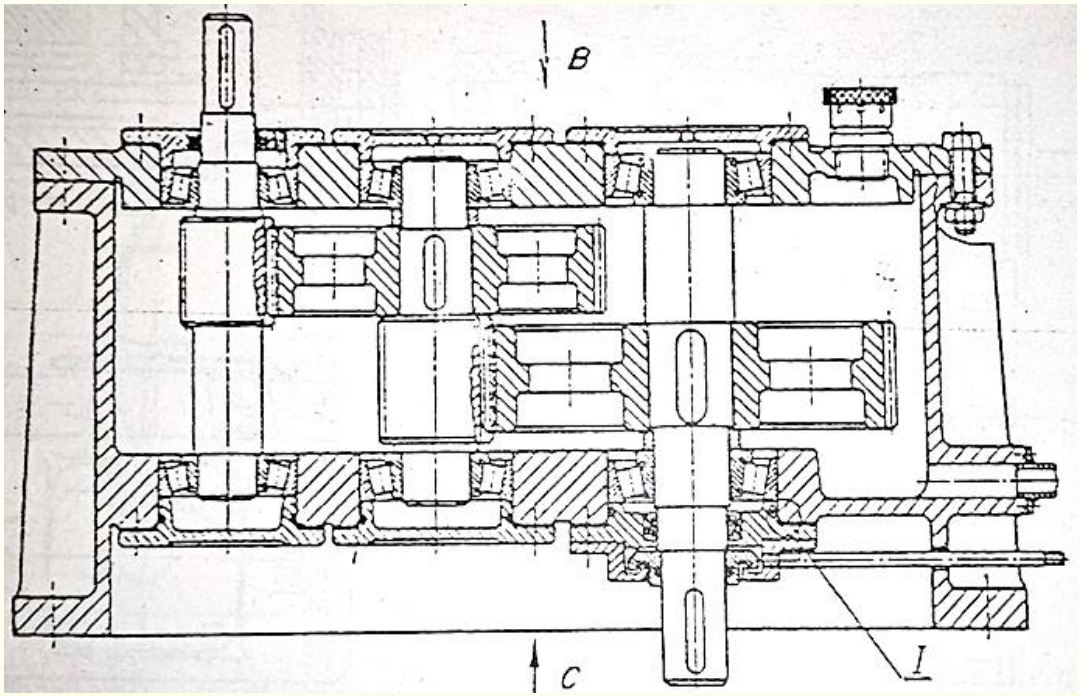
Trenes de engranajes ordinarios compuestos



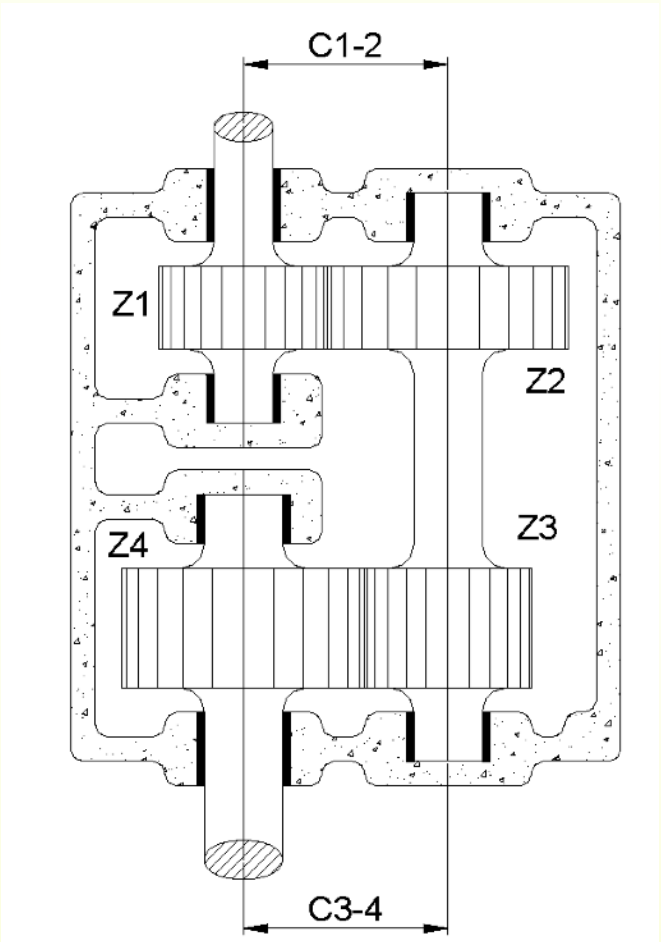


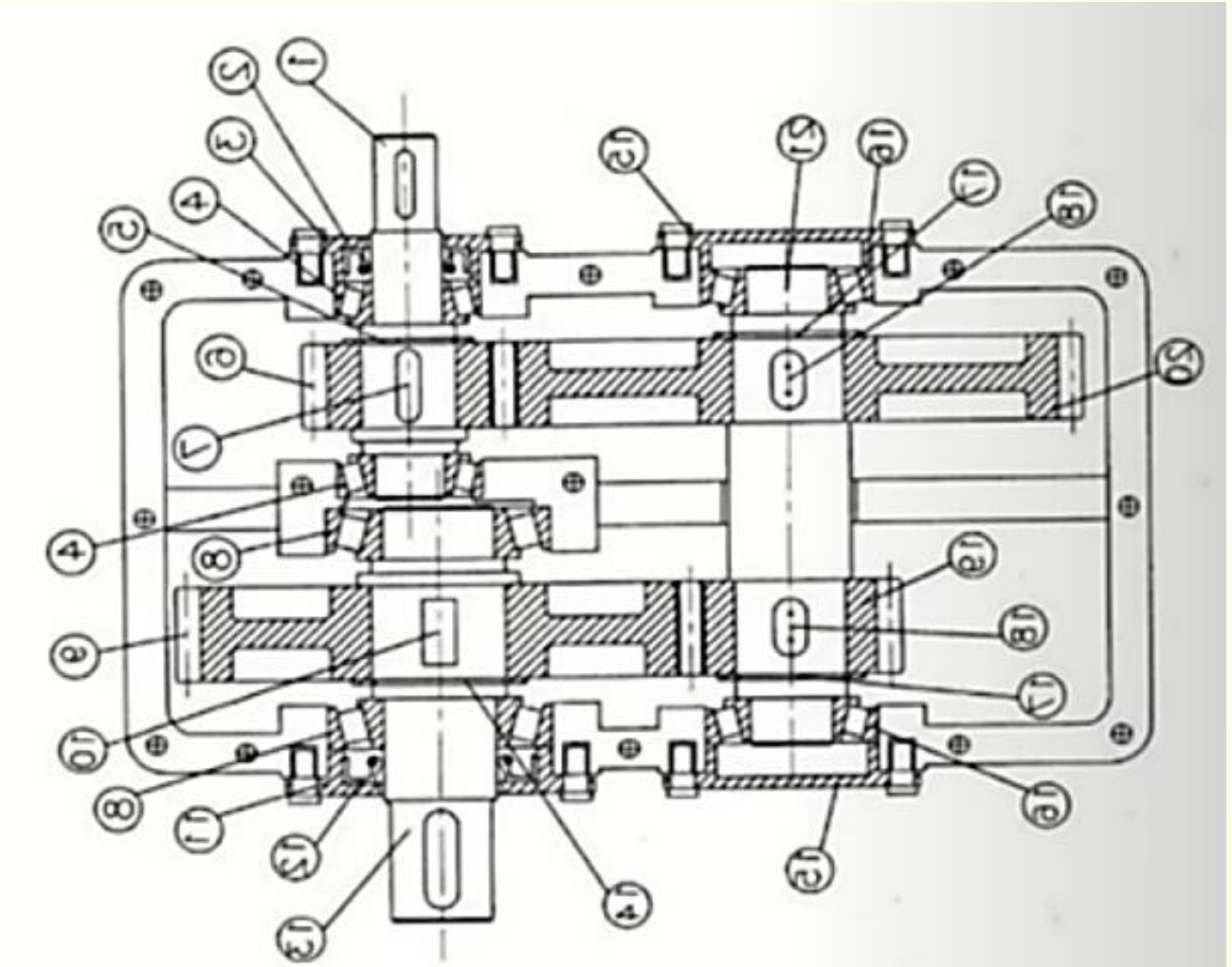
Trenes de engranajes ordinarios compuestos

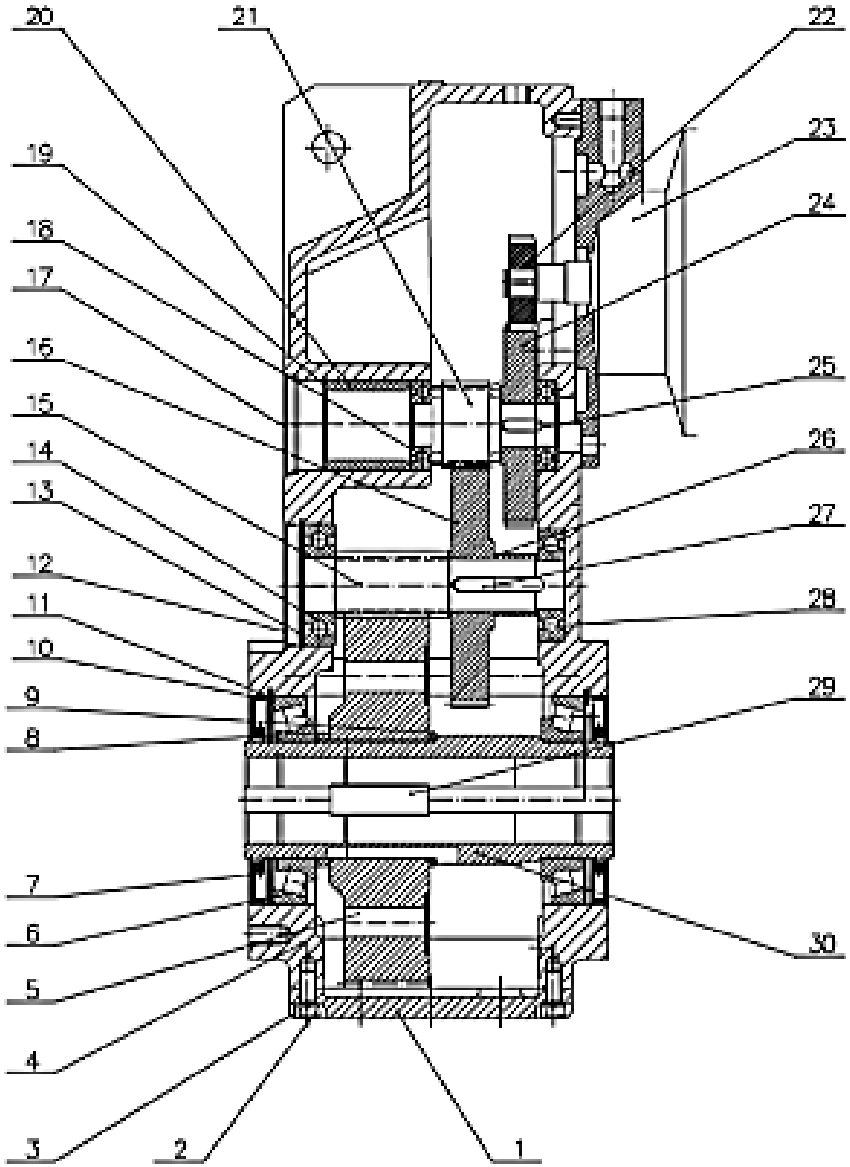


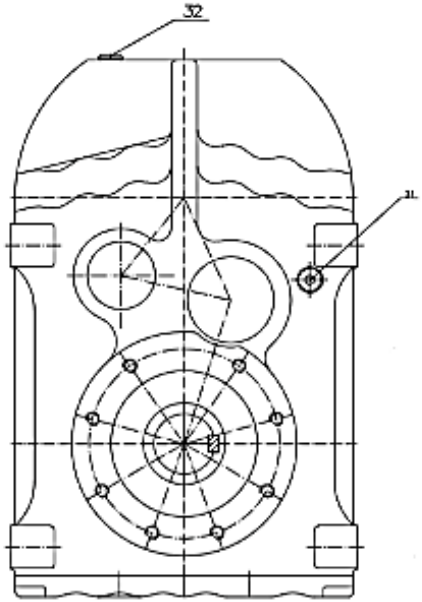


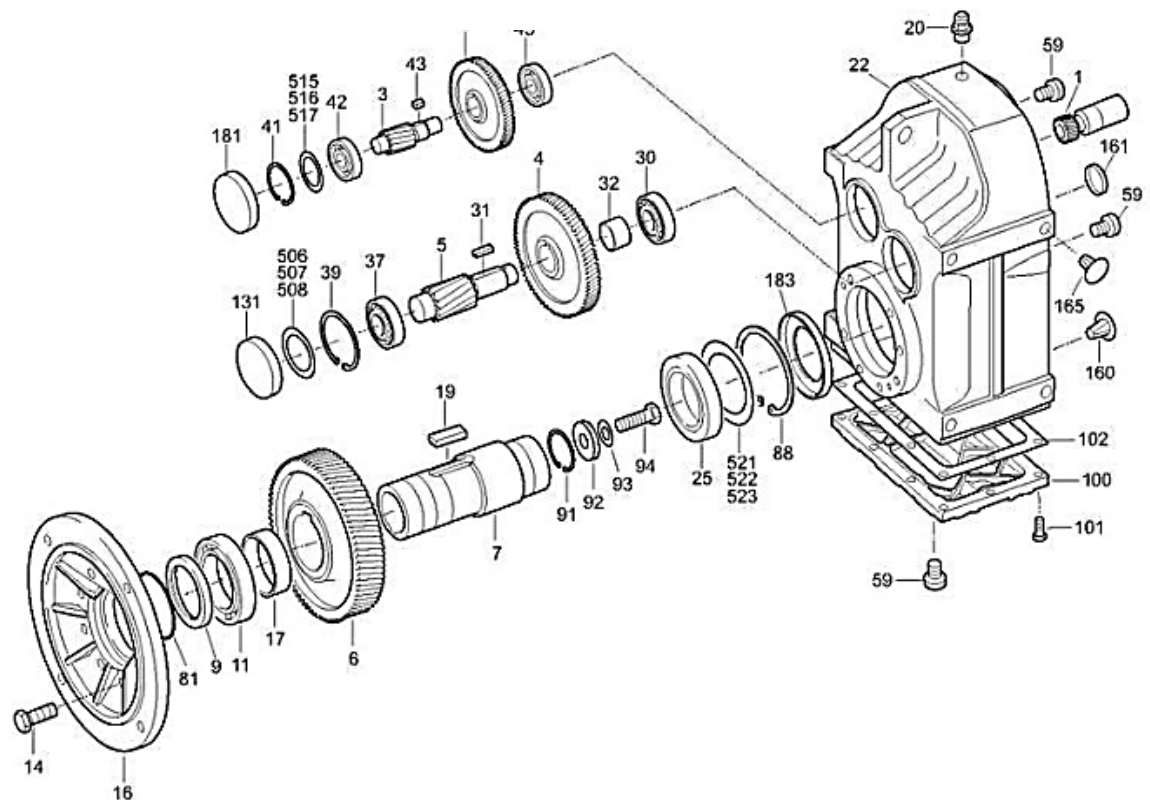
Trenes de engranajes ordinarios compuestos





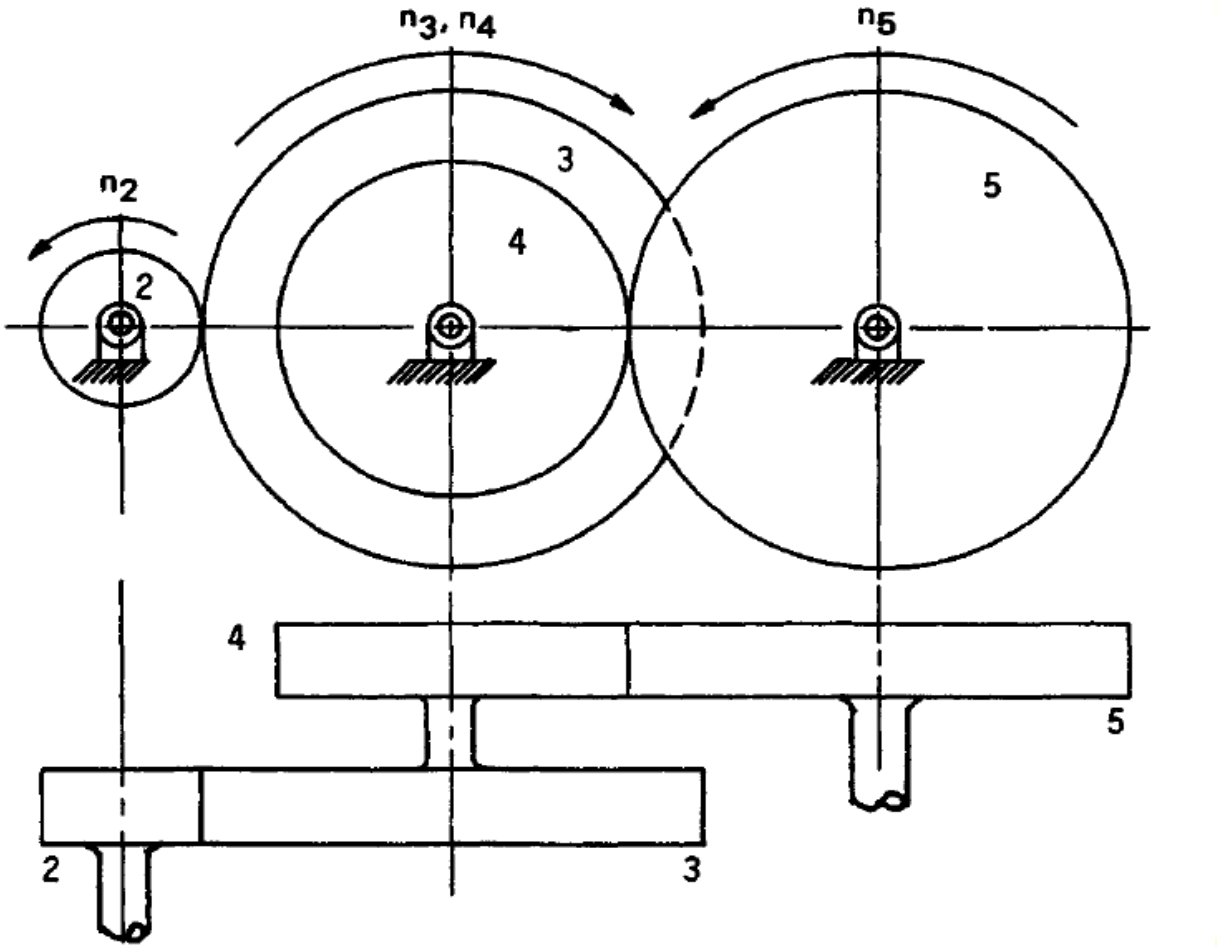


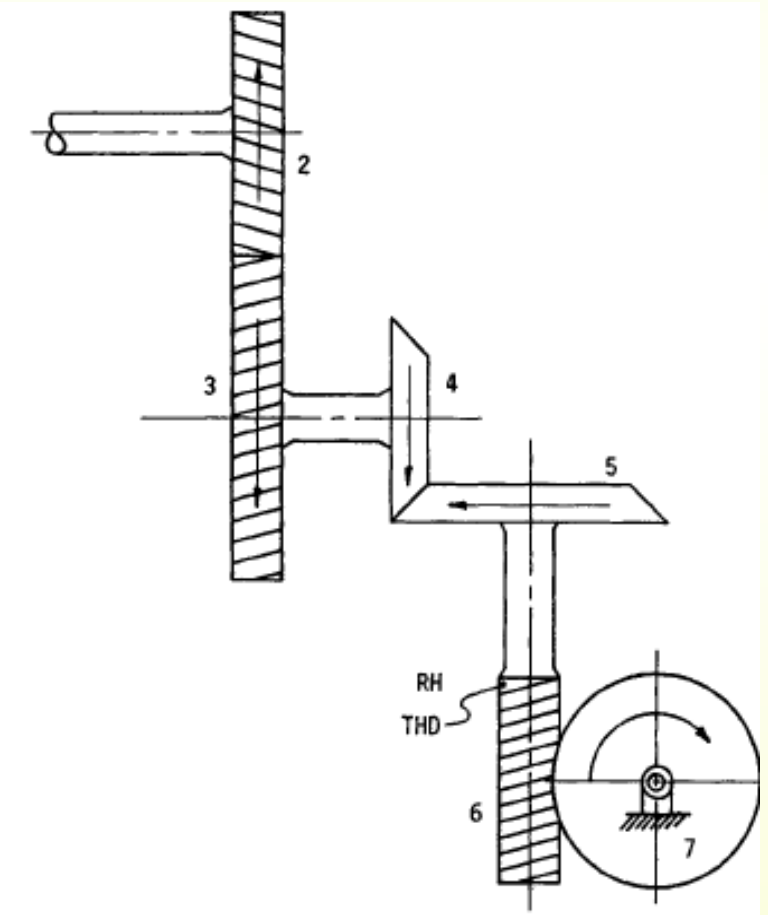




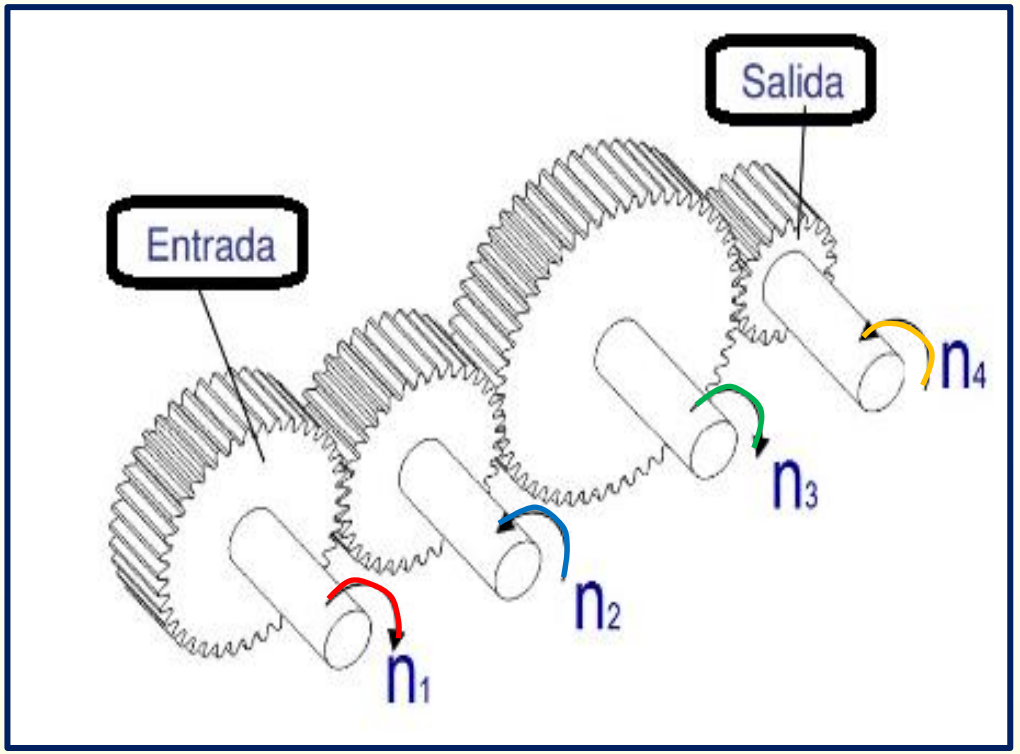
Ing. Aguilera

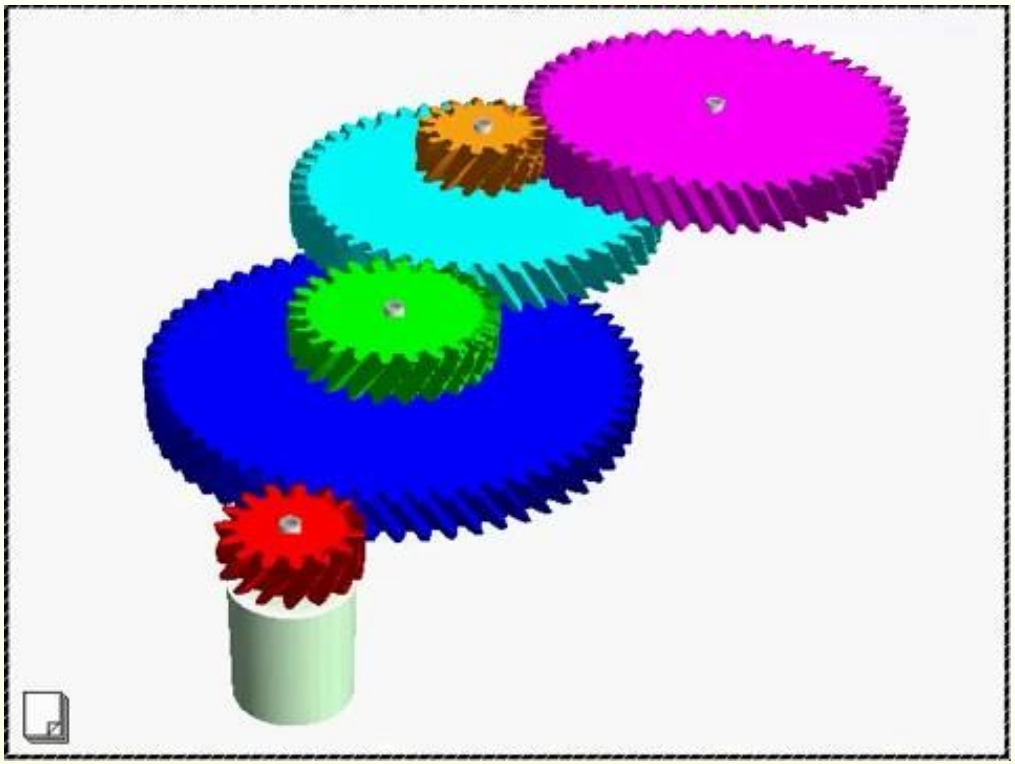
Trenes de engranajes ordinarios compuestos





Repaso de teoría

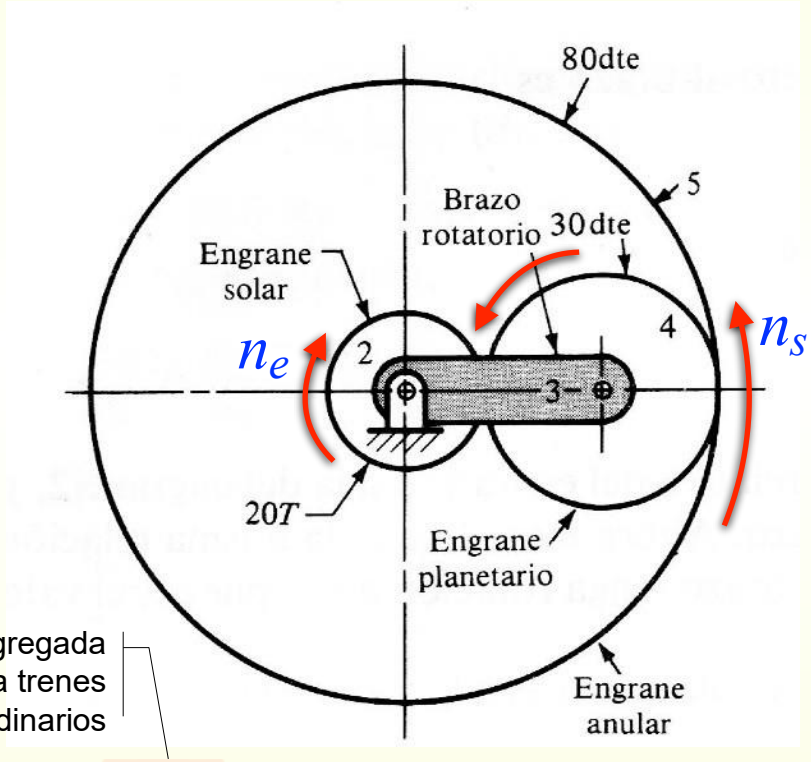


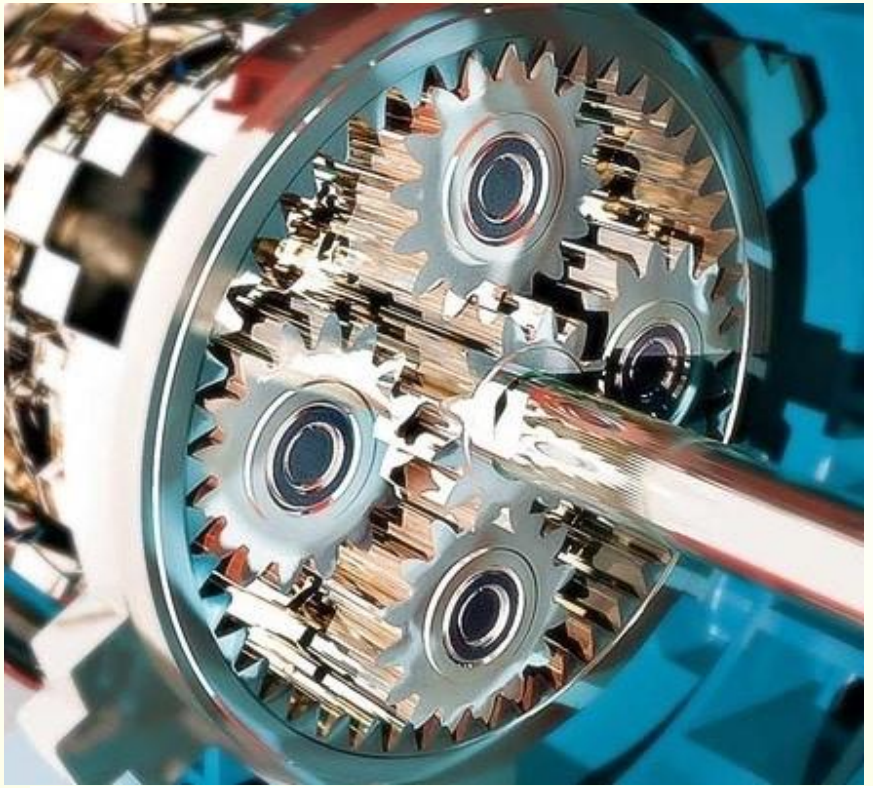


Trenes de engranajes ordinarios simples

Trenes de engranajes ordinarios compuestos

Trenes de engranajes planetarios EPI - HIPOCICLOIDAL





Variable agregada respecto a trenes ordinarios

$$i = \frac{n_e - n_{ps}}{n_s - n_{ps}} = -\frac{\prod (z_{conducidos})}{\prod (z_{motores})}$$

Signo de acuerdo al sentido de giro:
- Igual sentido de giro que el motor: Igual signo ambos lados de la ecuación.
- Sentido de giro opuesto que el motor: signo opuesto en ambos lados de la ecuación

$\prod$ ***z conducidos***: producto cantidades de dientes de engranes conducidos

$\prod$ ***z motores***: producto cantidades de dientes de engranes motores

n_e: velocidad de entrada

n_s: velocidad de salida

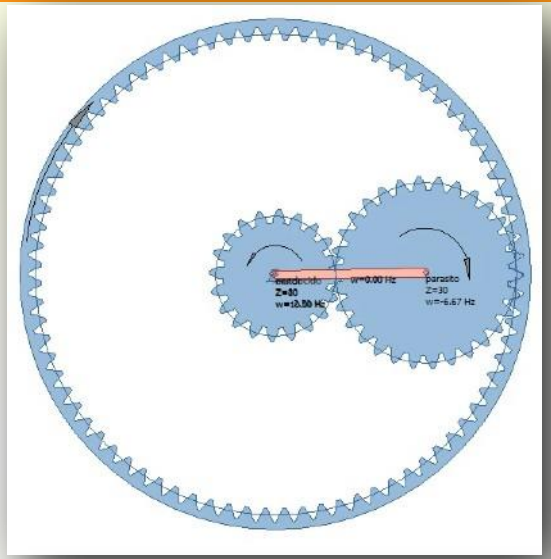
n_{ps}: velocidad del brazo portasatelites

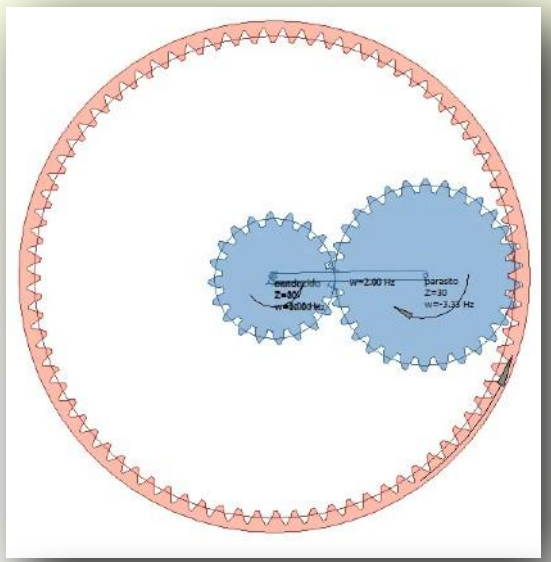
Repaso de teoría

UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

FACULTAD DE INGENIERÍA

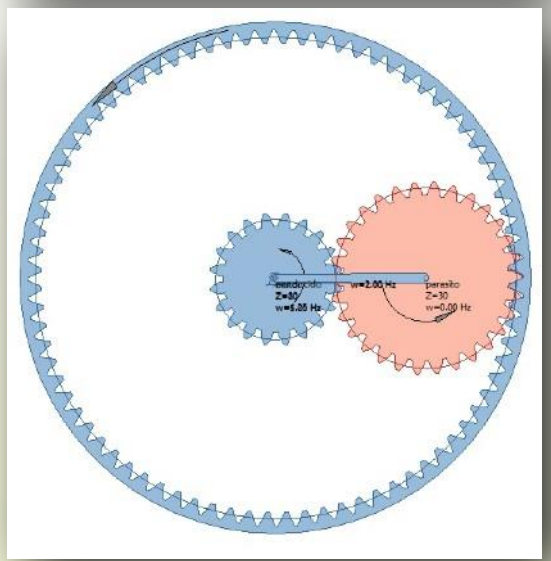
$$n_{ps} = 0rpm$$

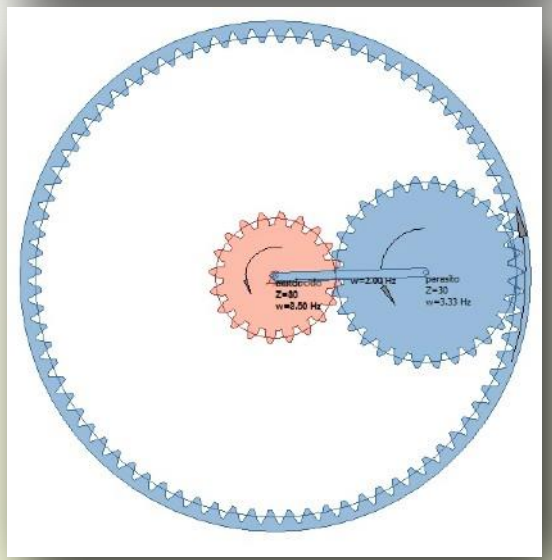




$$n_{corona} = 0rpm$$

$$n_{satelite} = 0rpm$$





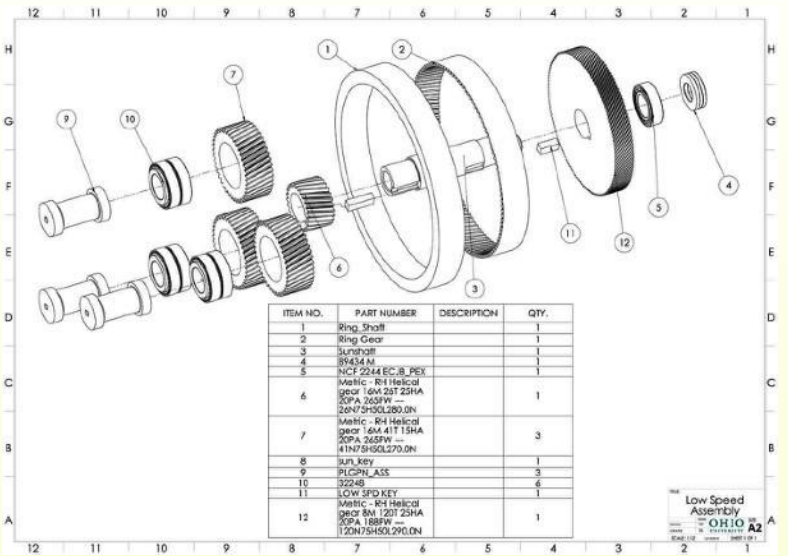
$$n_{solar} = 0rpm$$

Aplicaciones

Turbinas eólicas



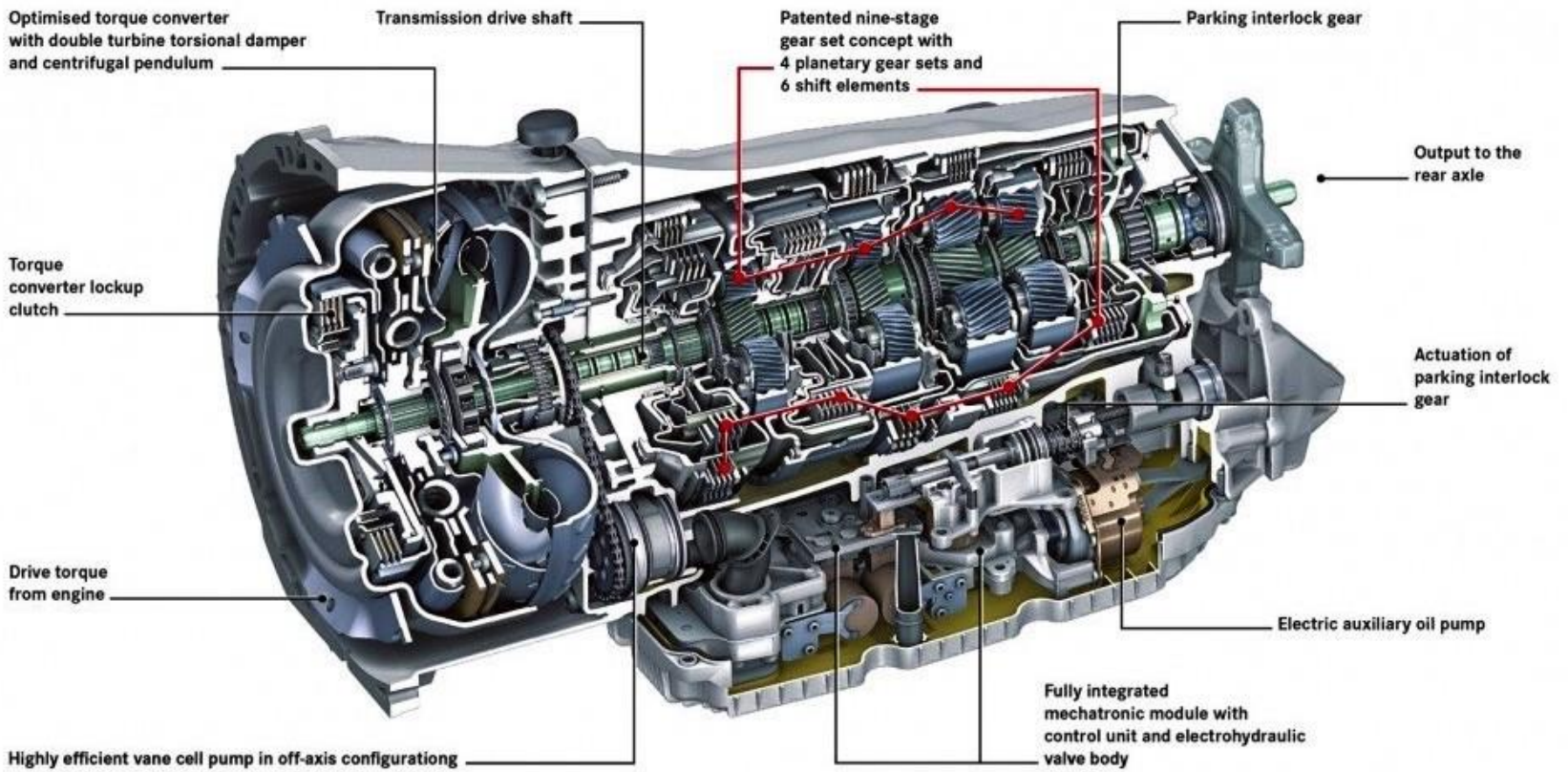




ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Ring_Shaft		1
2	Ring Gear		1
3	Sunshaft		1
4	89434 M		1
5	NCF 2244 EC.B_PEX		1
6	Metric - RH Helical gear 16M 28T 25HA 20PA 265FW — 26N75HSOL280.0N		1
7	Metric - RH Helical gear 16M 41T 15HA 20PA 265FW — 41N75HSOL270.0N		3
8	sun_key		1
9	PLCPN_ASS		3
10	32248		6
11	LOW SPID KEY		1
12	Metric - RH Helical gear 8M 120T 25HA 20PA 188FW — 120N75HSOL290.0N		1

More comfort, more driving pleasure, less fuel consumption: The new 9G-TRONIC

Design of the new, nine-speed 9G-TRONIC torque converter transmission



Mercedes-Benz

Arranques de motores de combustión interna.

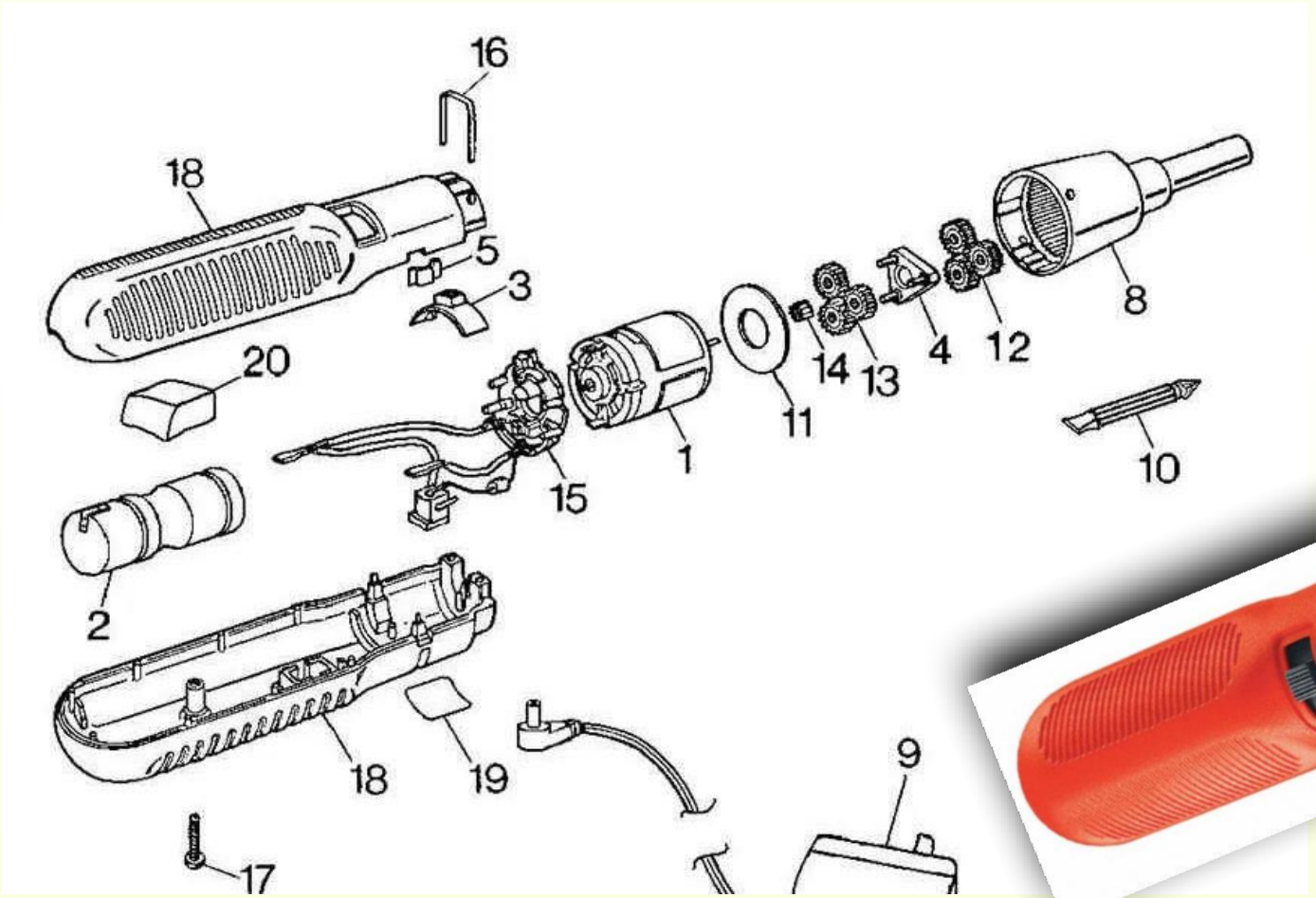




UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

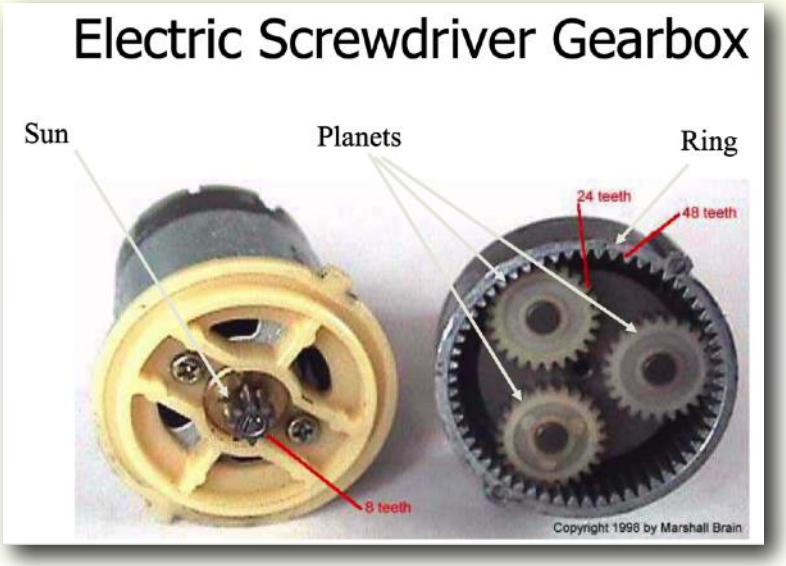
FACULTAD DE INGENIERÍA

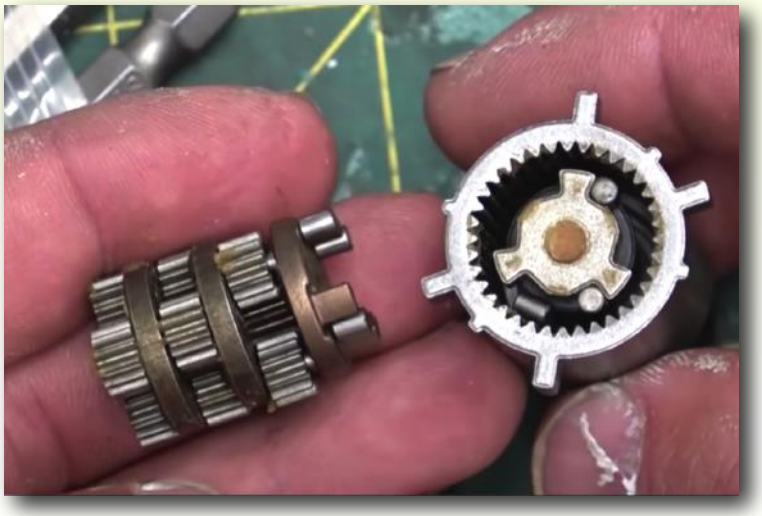
Atornilladores a batería





Atornilladores a batería









Ejemplo 1

UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO — FACULTAD DE INGENIERÍA

Trenes de engranajes planetarios EPI - HIPOCICLOIDAL

$$\frac{n_e - n_{ps}}{n_s - n_{ps}} = -\frac{\Pi zc}{\Pi zm}$$

Despejar n_{ps}

$\prod$ *z conducidos* : producto cantidades de dientes de engranes conducidos

$\prod$ *z motores* : producto cantidades de dientes de engranes motores

n_e : velocidad de entrada

n_s : velocidad de salida

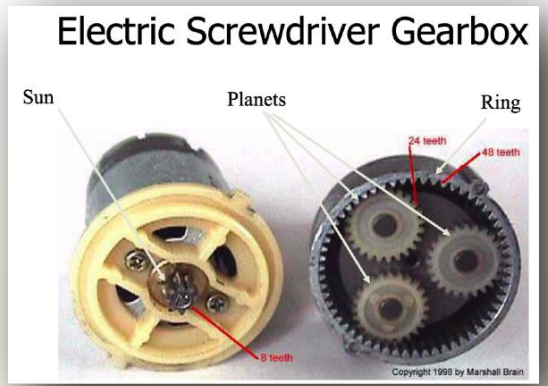
n_{ps} : velocidad del brazo portasatelites

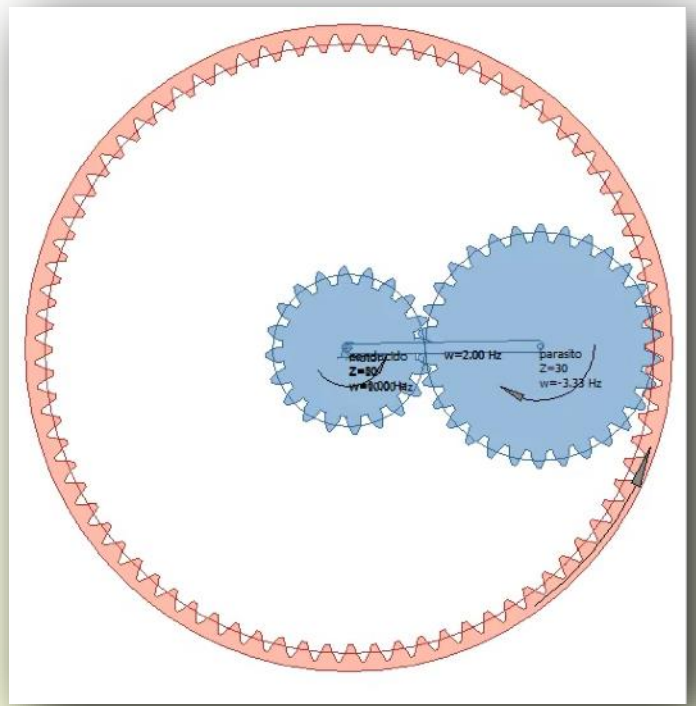
$Z_1 = 15 dientes$

$Z_2 = 10 dientes$

$\boldsymbol{Z_3 = Z_1 + (2 \cdot Z_2)}$

$Z_3 = 15 + (2 \cdot 10) = 35 dientes$





$$n_e = 10 rpm (solar)$$

$$n_s = 0 rpm (corona)$$

$$n_{ps} = ???$$

$$n_{ps} = \frac{\Pi zm \cdot n_e + \Pi zc \cdot n_s}{\Pi zc + \Pi zm}$$

$$\Pi zm = 15 \cdot 10 = 150$$

$$\Pi zc = 35 \cdot 10 = 350$$

$$n_{ps} = \frac{150 \cdot 10 rpm + 350 \cdot 0 rpm}{350 + 150} = 3$$

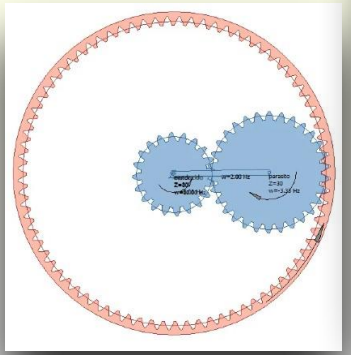
$$n_{ps} = 3 rpm (portasat)$$

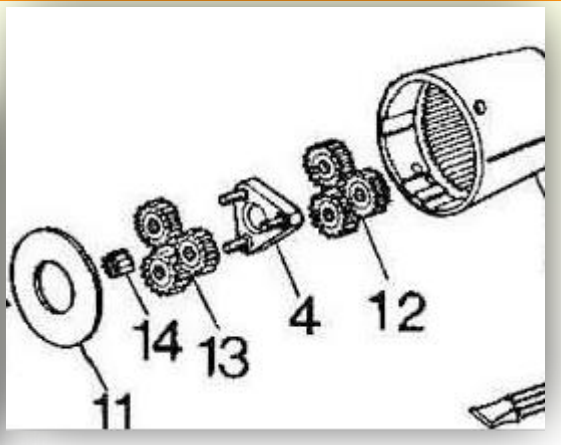
Ejemplo 2

UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO — FACULTAD DE INGENIERÍA

Trenes de engranajes planetarios (EPI – HIPOCICLOIDAL)

$$\frac{n_e - n_{ps}}{n_s - n_{ps}} = -\frac{\Pi zc}{\Pi zm}$$





Ejercicio atornillador a batería

$Z_1 = 6 dientes$
$Z_2 = 19 dientes$
} Relevado

$Z_3 = 6 + (2 \cdot 19) = 44 dientes$

Para este problema, el propósito es saber que velocidad tiene el solar, cuando el brazo gira a 150 rpm. Pero, ademas sabemos que el reductor en su conjunto posee 2 etapas. Para esto, en principio calculamos la relación de velocidad de 1 etapa:

$n_{ps} = 1 rpm$ $n_s = 0 rpm$ $n_e = ???$

Despejando n_e de la ecuación general:

$$n_e = \left(-\frac{\Pi zc}{\Pi zm} \cdot \left(n_s - n_{ps}\right)\right) + n_{ps}$$

Reemplazamos las variables

$$n_e = \left(\left(-\frac{19 \cdot 44}{6 \cdot 19}\right) \cdot (0 - 1)\right) + 1$$

$$n_e = 8,\hat{3} rpm$$

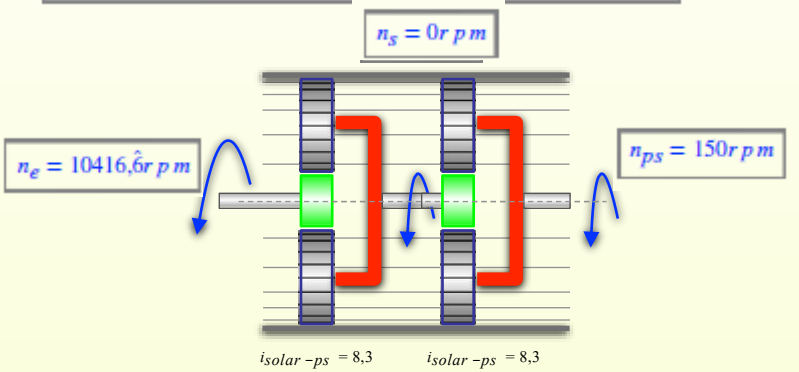
$$i_{solar-ps} = 8,3 rpm \,/ 1 rpm = 8,3$$

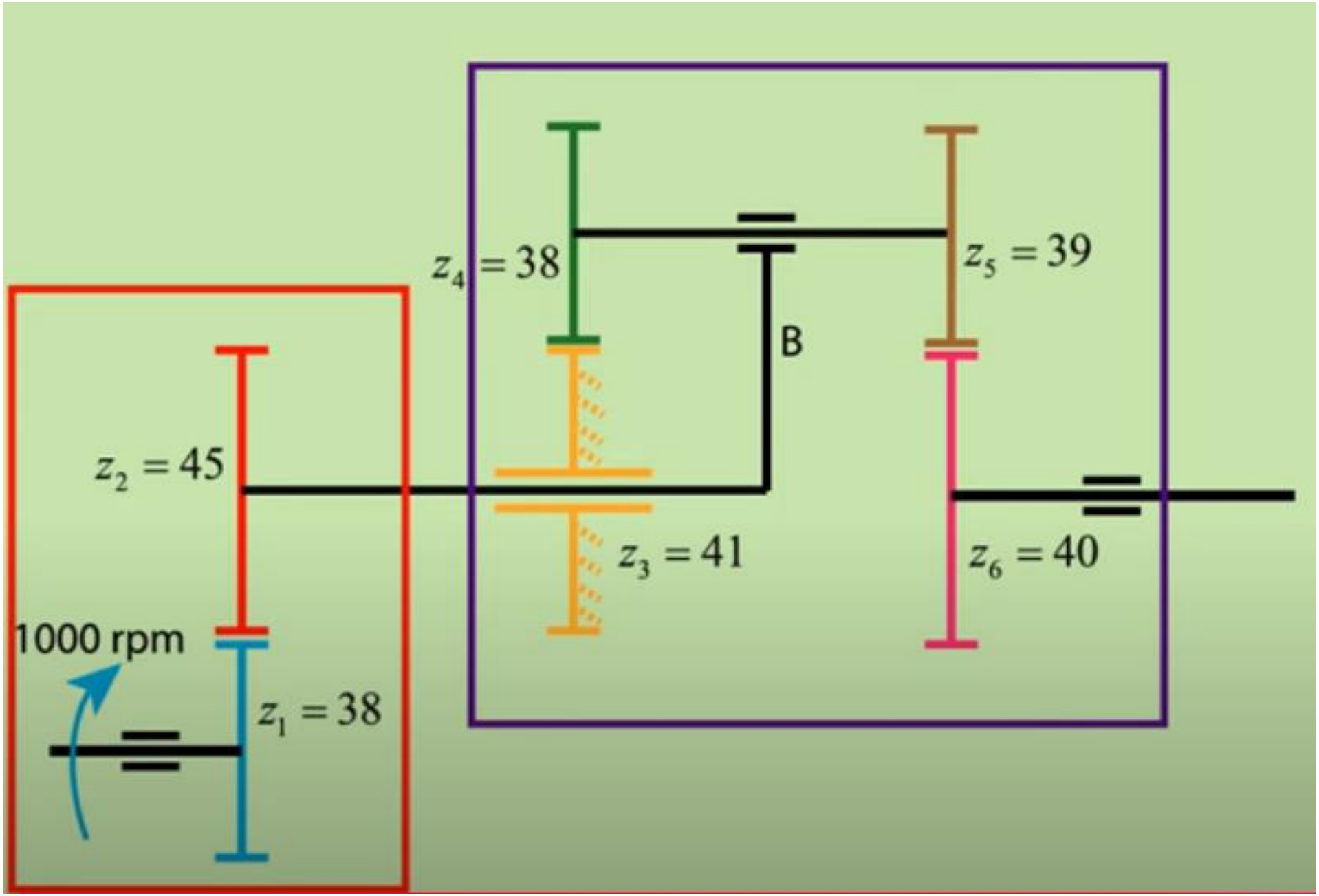
Siendo un reductor de 2 etapas

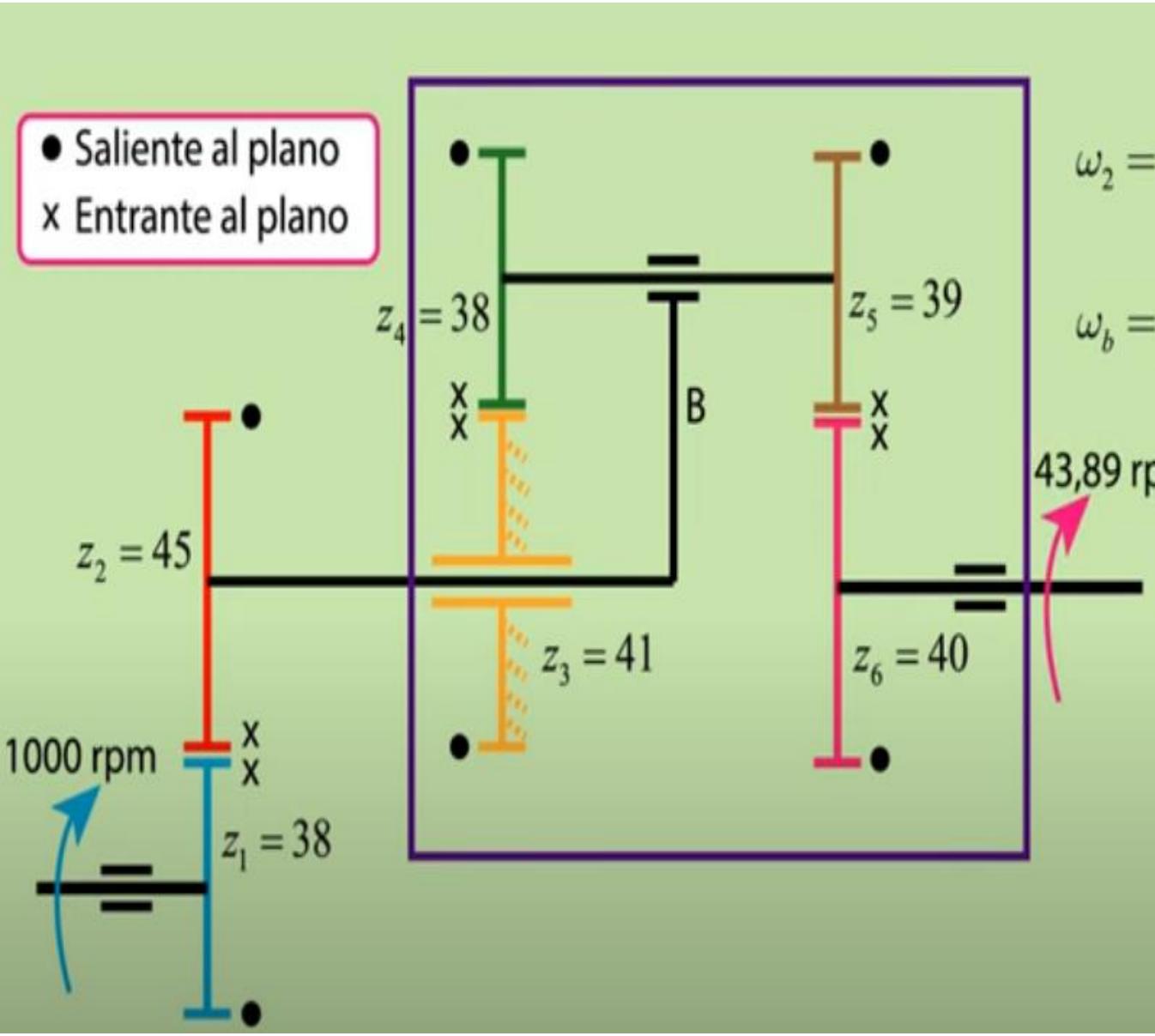
$n_{ps} = 150 rpm$ $n_e = ?$

$i_{solar-ps} = 8,3 rpm \,/ 1 rpm = 8,3$ (por etapa)

$$i_{total} = i^{(cant.etapas)} = (8,\hat{3})^2 = 69,\hat{4}$$




$z_4 = 38$
$z_5 = 39$
B
$z_2 = 45$
$z_3 = 41$
$z_6 = 40$
1000 rpm
$z_1 = 38$



$$\omega_2 = -\omega_1 \frac{z_1}{z_2} = -1000 \cdot \frac{38}{45} = -844,44\,rpm$$

$$\omega_b = \omega_2 = -844,44\,rpm$$

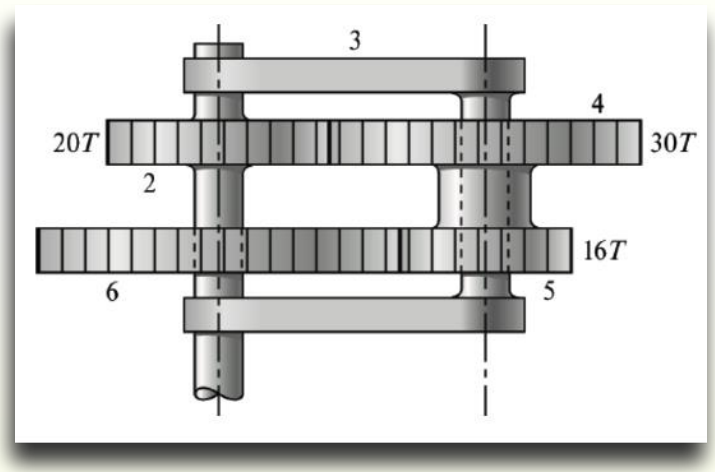
$$\frac{\omega_6 - \omega_b}{\omega_3 - \omega_b} = \frac{z_3 \cdot z_5}{z_4 \cdot z_6}$$

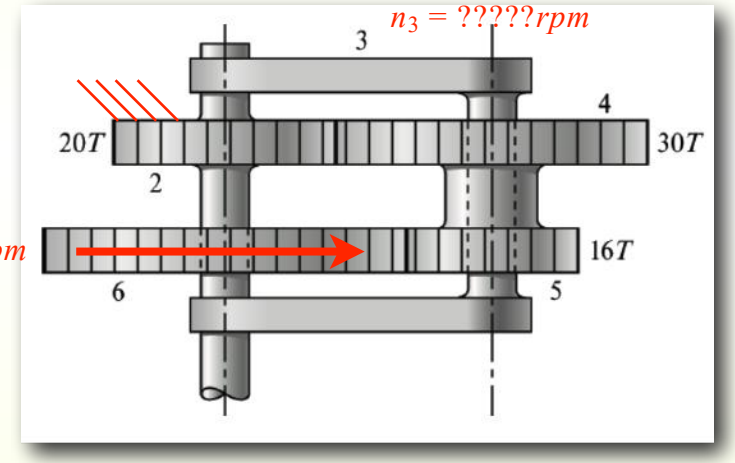
$$\frac{\omega_6 - (-844,44)}{0 - (-844,44)} = \frac{41 \cdot 39}{38 \cdot 40}$$

$$\omega_6 = 43,89\,rpm$$

Ejemplo 3

En el caso del tren de engranes planetario de la figura, calcule la velocidad y sentido de rotación del brazo si el engrane 2 es incapaz de girar y el engrane 6 se impulsa a 53 rpm en el sentido de las agujas del reloj, viéndolo desde la parte inferior de la figura. El módulo es el mismo para todos los engranes.





$z_2 = 20$

$z_4 = 30$

$z_5 = 16$

$z_6 = ????$

$$C_{2-4} = \frac{dp_2 + dp_4}{2} = \frac{m \cdot z_2 + m \cdot z_4}{2} = \frac{m \cdot (z_2 + z_4)}{2}$$

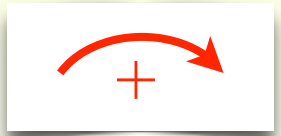
$$C_{5-6} = C_{2-4} \rightarrow \frac{m \cdot (z_2 + z_4)}{2} = \frac{m \cdot (z_5 + z_6)}{2}$$

$$(z_2 + z_4) = (z_5 + z_6) \qquad z_6 = (z_2 + z_4) - z_5 = (20 + 30) - 16 = 34$$

$$\mathbf{z_6 = 34}$$

Ejemplo 3 Método Willis

$$i = \frac{n_e - n_{ps}}{n_s - n_{ps}} = \frac{\Pi\left(z_{conducidos}\right)}{\Pi\left(z_{motores}\right)}$$



Considerando:

$n_e = n_6 = 53rpm$

$n_s = n_2 = 0rpm$

$n_{ps} = n_3 = ???rpm$

$z_2 = 20$

$z_4 = 30$

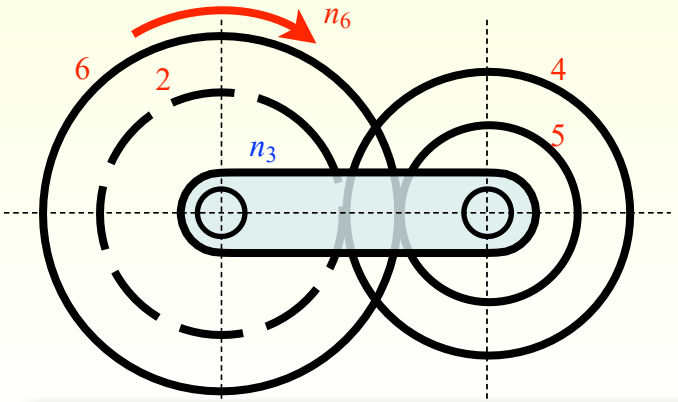
$z_5 = 16$

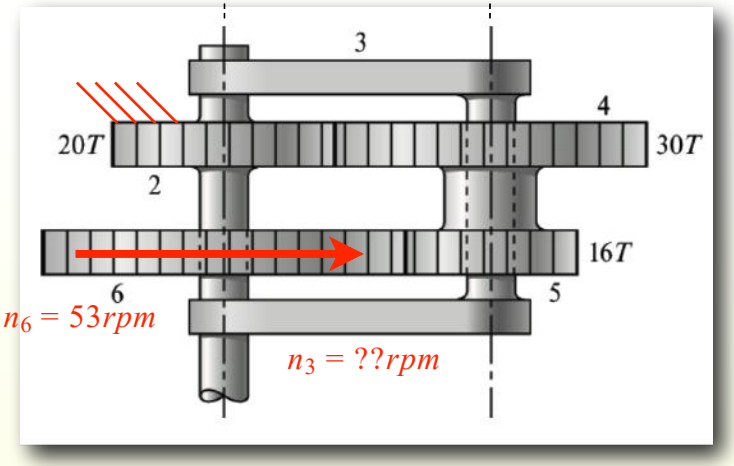
$z_6 = 34$

$$i = \frac{n_6 - n_3}{n_2 - n_3} = \frac{z_5 \cdot z_2}{z_4 \cdot z_6}$$

$$i = \frac{53rpm - n_{ps}}{0 - n_{ps}} = \frac{16 \cdot 20}{30 \cdot 34}$$

$$i = \frac{53rpm - n_{ps}}{0 - n_{ps}} = \frac{320}{1020} = \frac{16}{51}$$





En primer lugar, supongamos a desconectada del bastidor de modo que a, b y c pueden dar una vuelta juntas, como una sola pieza, en el sentido marcado por la flecha, alrededor de O. Que b dará una vuelta, puede verse por las posiciones de cualquiera de sus líneas, como la PO', durante las diferentes fases del ciclo. Se fija ahora el brazo c, y la rueda a se gira en sentido contrario una vuelta completa, con lo que vuelve a su posición original y su movimiento resultante es nulo. Al mismo tiempo, b estará obligada a dar a/b vueltas con el sentido de giro inicial. Por consiguiente, el número total de vueltas de b por cada revolución de c alrededor de O (sin giro de a) es $1 + a/b$ y su sentido de giro es el mismo que el de c. Es evidente que c puede girar con cualquier sentido, siendo válidas, en cualquier caso, estas conclusiones.

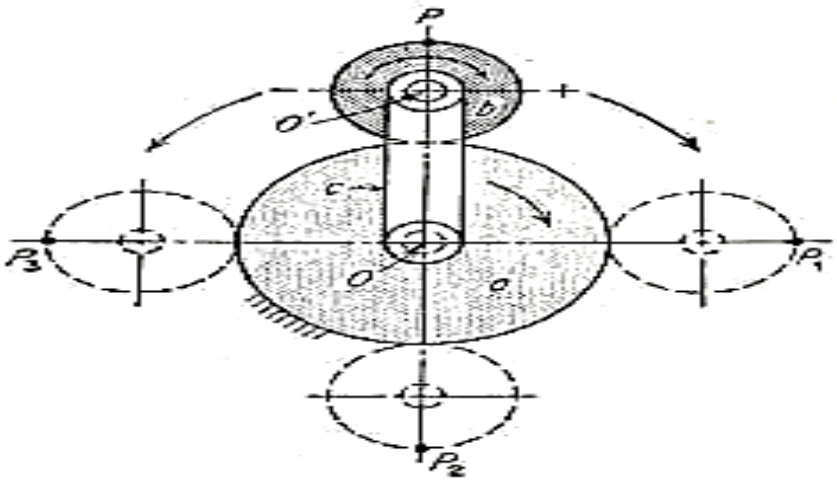


FIG. 7-10

Este método de análisis puede establecerse así: Tómese el giro a derechas como positivo (+) y a izquierdas como negativo (—). Considerando el mecanismo bloqueado y dando una vuelta alrededor de O en sentido positivo, cada pieza dará $+1$ vuelta. Supóngase ahora que el brazo c queda fijo (con lo cual se reduce el mecanismo a un simple engranaje) y que a gira una vuelta completa en sentido negativo; los movimientos son ahora: -1 vuelta para a; $+a/b$ vueltas para b; y cero vueltas para c. La siguiente tabla resume todo esto.

	a	b	c
Movimientos con el brazo c.....	+ 1	+ 1	+ 1
Movimientos relativos al brazo c.....	— 1	$+ \frac{a}{b}$	+ 0
Movimientos totales.....	0	$1 + \frac{a}{b}$	+ 1

	elemento "a" (solar)	*Elemento "b" (satélite)*	*Elemento "c" (brazo)*
Movimiento con el elemento "c" (brazo)			
Movimiento relativo al elemento "c" (brazo bloqueado)			
Movimiento total			

Tabla 4-2

Para un análisis inicial, tomaremos el **tren epicicloidal simple** de la figura 4-8, con su correspondiente nomenclatura. **Es importante recordar que este tipo de tren epicicloidal no tiene una aplicación práctica, pero sirve como punto de partida para el método tabular.** Sean *a* y *b* dos ruedas montadas sobre el brazo *c* de modo que, si dicho brazo *c* está fijo, *a* y *b* constituirán un tren de engranajes ordinario. Supongamos ahora que *a* es el órgano fijo del tren (más adelante se comentará acerca de esta imposición); entonces, *c* puede girar alrededor de *O* arrastrando a *b*, girando esta última rueda alrededor de su propio eje *O'*. Se desea hallar el número de vueltas que dará *b*, con respecto al órgano fijo *a*, por cada vuelta de *c* alrededor de *O*.

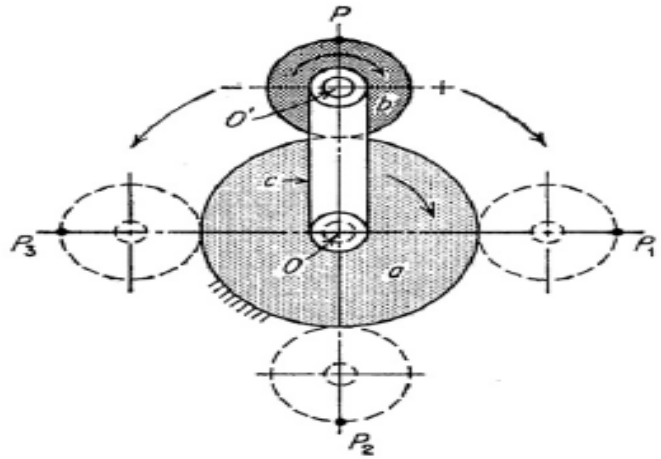


Figura 4-8: Tren epicicloidal simple (Ref.7)

	elemento "a" (solar)	*Elemento "b" (satélite)*	*Elemento "c" (brazo)*
Movimiento con el elemento "c" (brazo)	*+1*	*+1*	*+1*
Movimiento relativo al elemento "c" (brazo bloqueado)	*-1*	*+ a/b*	*0*
Movimiento total	*0*	*1 + a/b*	*+1*

Tabla 4-3

De la tabla, se puede deducir la relación de velocidades angulares entre la rueda *b* y el brazo *c*:

$$i_{b-c} = \frac{n_b}{n_c} = \frac{1+\frac{a}{b}}{1} = 1+\frac{a}{b}$$

Ecuación 4-8

donde los signos indican que ambos órganos giran en el mismo sentido.

Ejemplo 3 **Método: tabular**

Considerando:

$n_e = n_6 = 53rpm$

$n_s = n_2 = 0rpm$

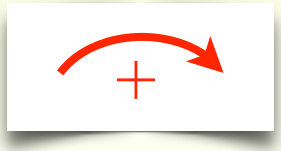
$n_{ps} = n_3 = ???rpm$

$z_2 = 20$

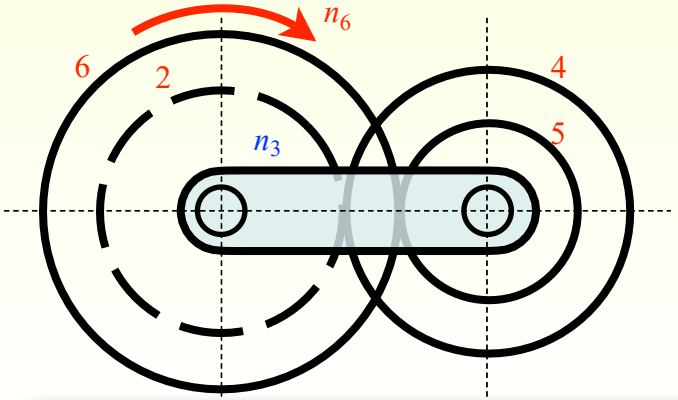
$z_4 = 30$

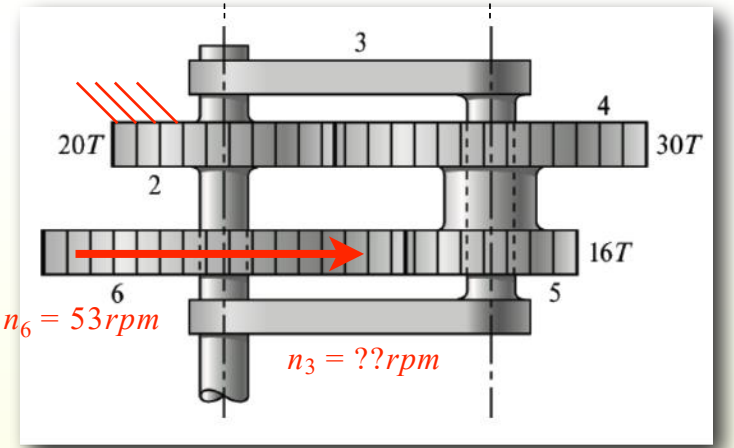
$z_5 = 16$

$z_6 = 34$



	2	3 (ps)	4	5	6
Movimiento total con ps bloqueado	+1	+1	+1	+1	+1
			+		
Movimiento en -1 de rueda 2 con ps bloqueado	-1	?	?	?	?
			=		
Movimiento total	0	?	?	?	?





Ejemplo 3 **Método: tabular**

Considerando:

$n_e = n_6 = 53rpm$

$n_s = n_2 = 0rpm$

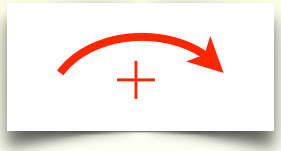
$n_{ps} = n_3 = ???rpm$

$z_2 = 20$

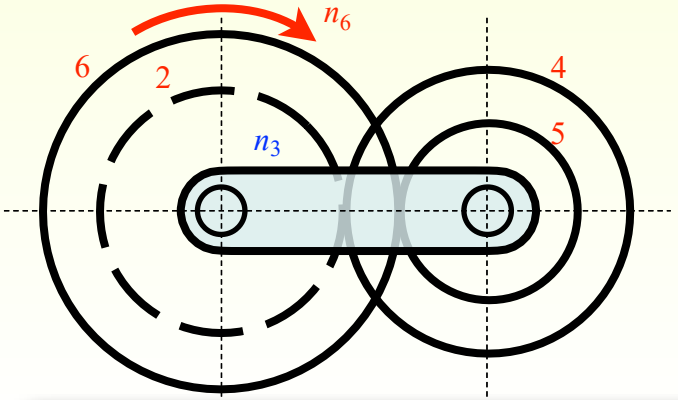
$z_4 = 30$

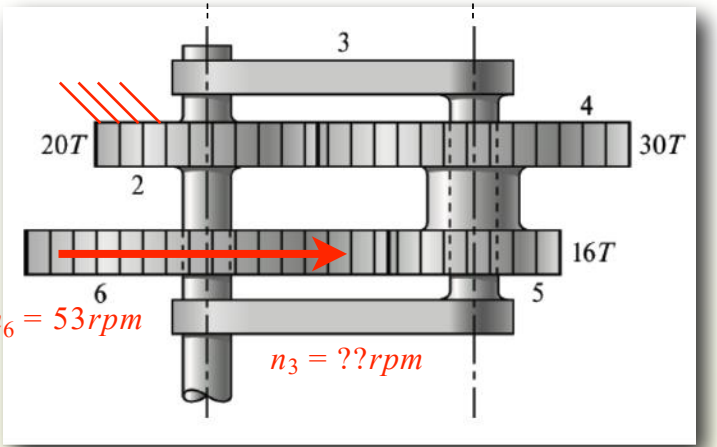
$z_5 = 16$

$z_6 = 34$



	2	3 (ps)	4	5	6
Movimiento total con ps bloqueado	*+1*	*+1*	*+1*	*+1*	*+1*
			+		
Movimiento en -1 de rueda 2 con ps bloqueado	*-1*	**0**	**?**	**?**	**?**
			=		
Movimiento total	*0*	**+1**	**?**	**?**	**?**





Ejemplo 3 **Método: tabular**

Considerando:

$n_e = n_6 = 53rpm$

$n_s = n_2 = 0rpm$

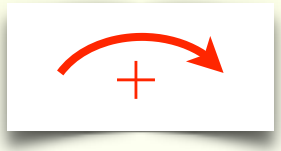
$n_{ps} = n_3 = ???rpm$

$z_2 = 20$

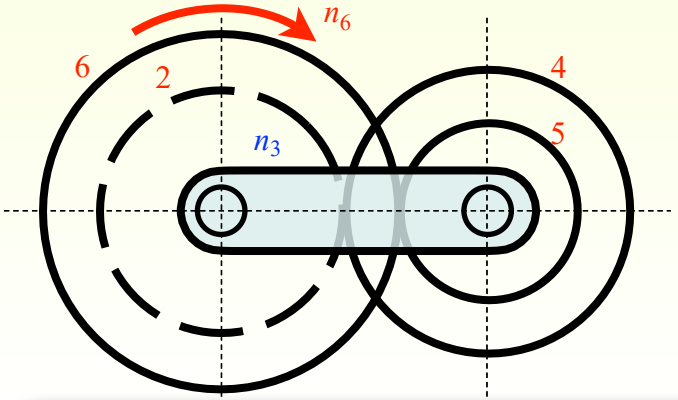
$z_4 = 30$

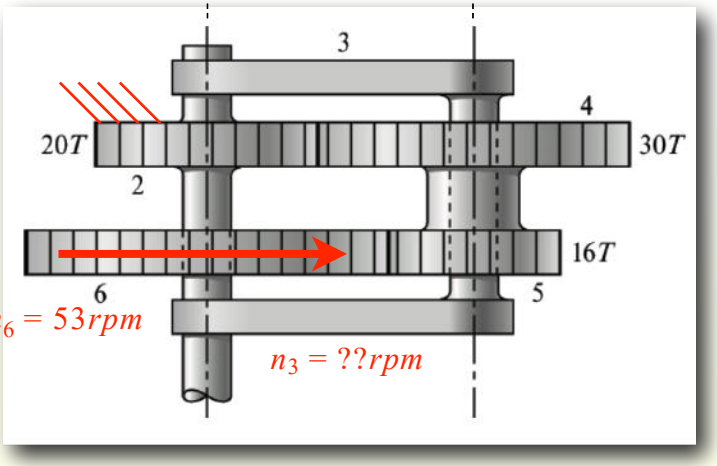
$z_5 = 16$

$z_6 = 34$



	2	3 (ps)	4	5	6
Movimiento total con ps bloqueado	*+1*	*+1*	*+1*	*+1*	*+1*
			+		
Movimiento en -1 de rueda 2 con ps bloqueado	*-1*	**0**	**Z2/Z4**	**?**	**?**
			=		
Movimiento total	*0*	**+1**	**?**	**?**	**?**





Ejemplo 3 **Método: tabular**

Considerando:

$n_e = n_6 = 53rpm$

$n_s = n_2 = 0rpm$

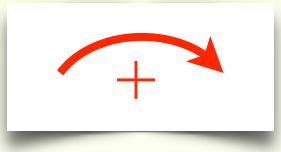
$n_{ps} = n_3 = ???rpm$

$z_2 = 20$

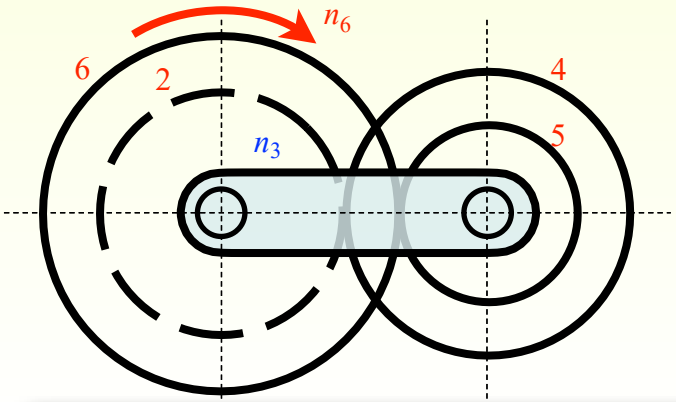
$z_4 = 30$

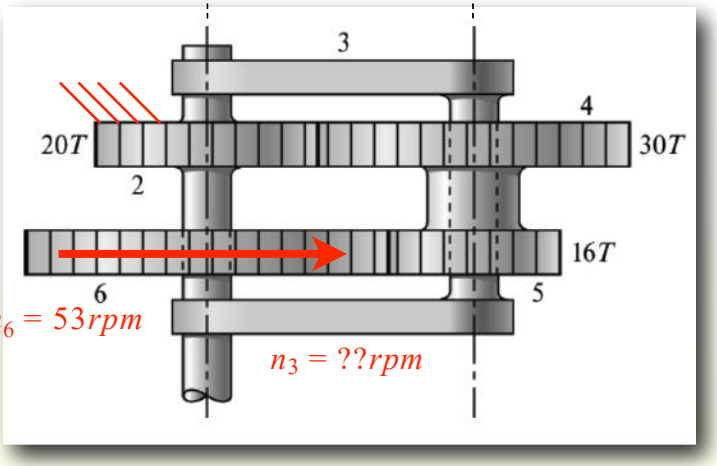
$z_5 = 16$

$z_6 = 34$



	2	3 (ps)	4	5	6
Movimiento total con ps bloqueado	*+1*	*+1*	*+1*	*+1*	*+1*
			+		
Movimiento en -1 de rueda 2 con ps bloqueado	*-1*	**0**	**Z2/Z4**	**?**	**-(Z2*Z5)/(z4*z6)**
			=		
Movimiento total	*0*	**+1**	**1+Z2/Z4**	**?**	**1-(Z2*Z5)/(z4*Z6)**





Ejemplo 3 — Método: tabular

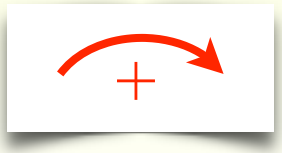
Considerando:

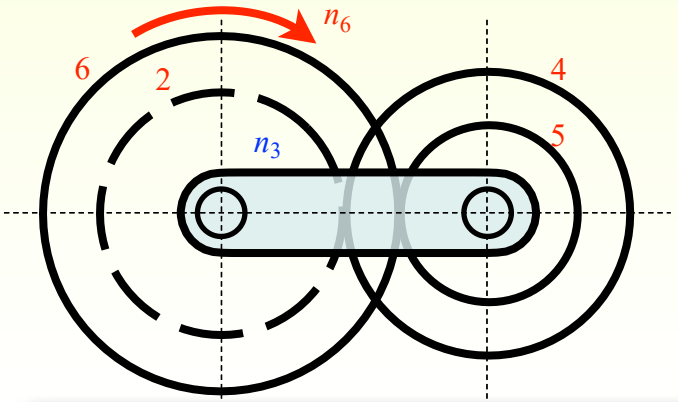
$n_e = n_6 = 53rpm$ $\quad z_2 = 20$

$n_s = n_2 = 0rpm$ $\quad z_4 = 30$

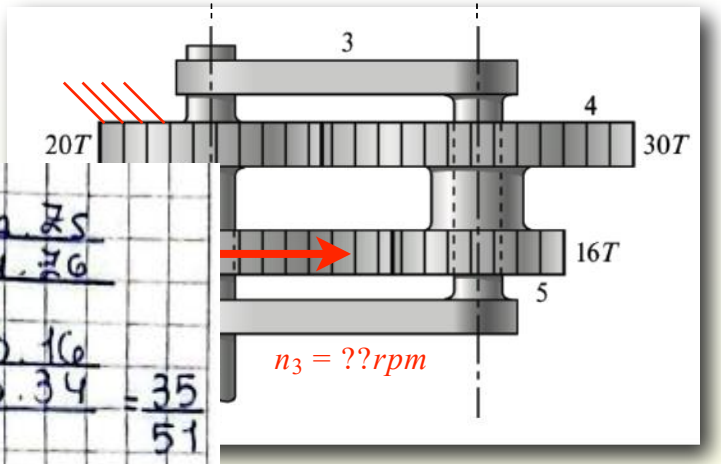
$n_{ps} = n_3 = ???rpm$ $\quad z_5 = 16$

$z_6 = 34$

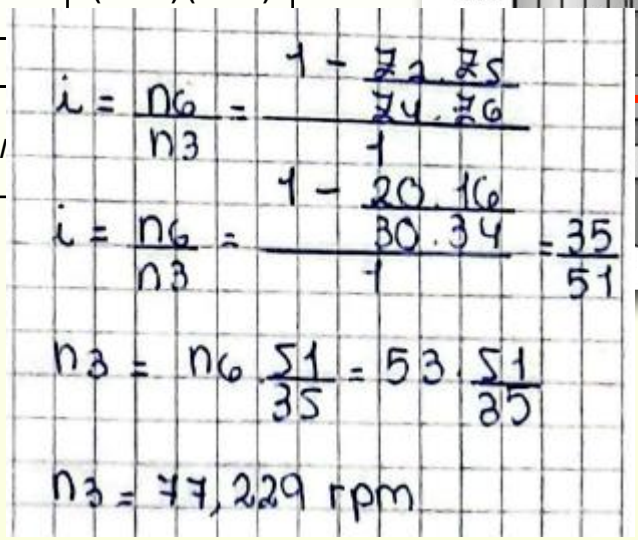




	2	3 (ps)	4	5	6
Movimiento total con ps bloqueado	+1	+1	+1	+1	+1
			+		
Movimiento en -1 de rueda 2 con ps bloqueado	-1	0	Z2/z4	Z2/z4	-(Z2*z5)/(z4*z6)
			=		
Movimiento total	0	+1	1+Z2/z4	1+Z2/	



$$i = \frac{n6}{n3} = (1-(z2*z5)/(z4*z6))/1$$



Ejemplo 3 **Método: tabular**

Considerando:

$n_e = n_6 = 53rpm$

$n_s = n_2 = 0rpm$

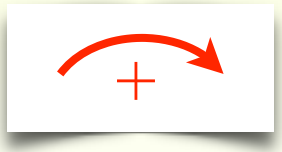
$n_{ps} = n_3 = ???rpm$

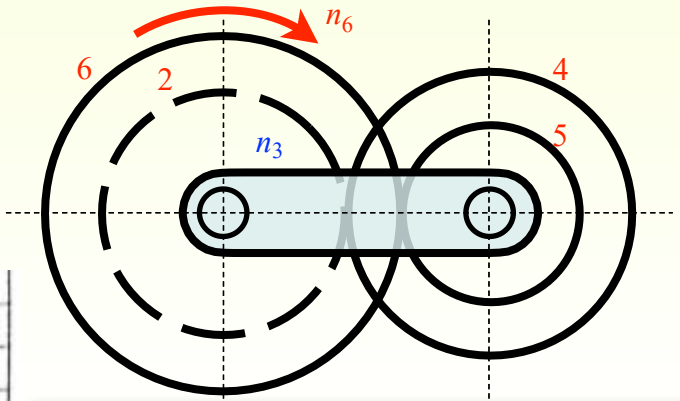
$z_2 = 20$

$z_4 = 30$

$z_5 = 16$

$z_6 = 34$





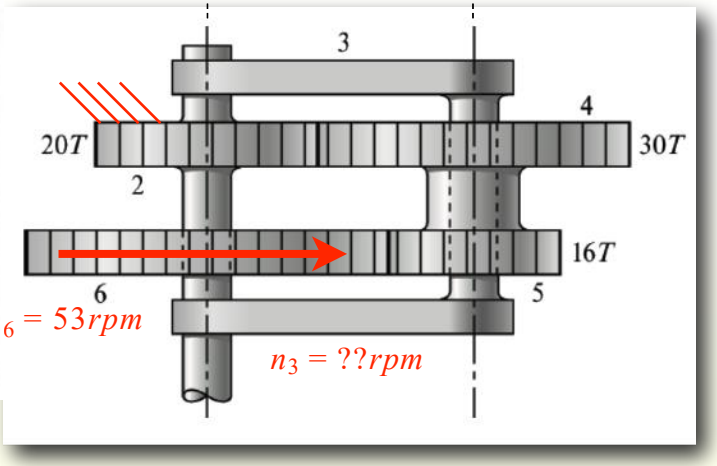
	2	3 (ps)
Movimiento total con ps bloqueado	+1	+1
Movimiento en -1 de rueda 2 con ps bloqueado	-1	0
Movimiento total	0	+1

$$i = \frac{n6}{n3} = \frac{1 - \frac{Z_2 \cdot Z_5}{Z_4 \cdot Z_6}}{1}$$

$$i = \frac{n6}{n3} = \frac{1 - \frac{20 \cdot 16}{30 \cdot 34}}{1} = \frac{35}{51}$$

$$n3 = n6 \cdot \frac{51}{35} = 53 \cdot \frac{51}{35}$$

$$n3 = 77,229 \text{ rpm}$$



Resolver velocidad del portasatelites:

$$i = (1 - \left(\frac{20.16}{30.34}\right)/1 = \frac{n6}{n3} \qquad i = 35/51 \qquad 53 * (\frac{51}{35}) = nps = n3$$

$$\boldsymbol{nps = n3 = 77,3\ rpm}$$

Problema 3 Método: tabular

Los números de dientes del tren de engranes que se ilustra en la figura los que se indican. ¿Cuántos dientes debe tener el engrane interior 5? Asumir el engrane 5 está fijo. ¿Cuál es la velocidad del brazo si el eje a gira en sentido antihorario a 320 rpm, como se observa desde la parte izquierda de la figura?

$z_2 = 12$ $z_3 = 16$ $z_4 = 12$ $z_5 = ??$

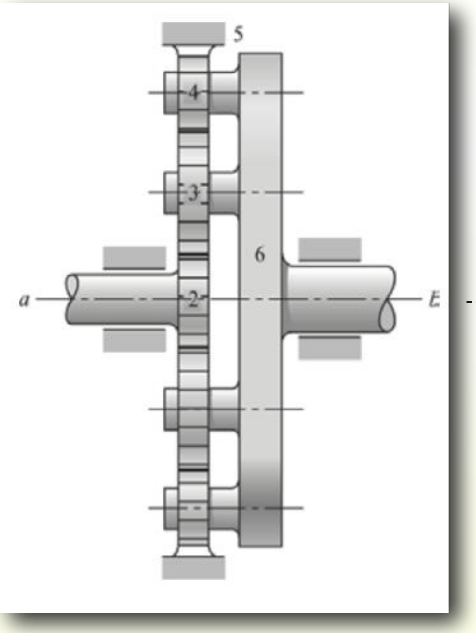
$n_e = n_2 = 320rpm$

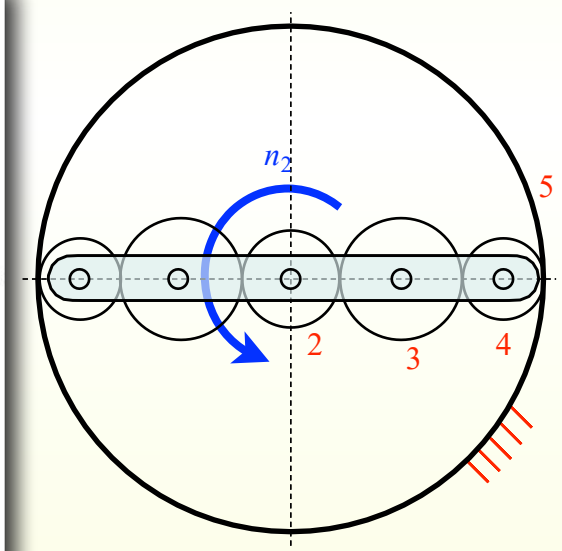
$n_s = n_5 = 0rpm$

$n_{ps} = n_6 = ???rpm$

$$Z_5 = Z_2 + (2 \cdot Z_3) + (2 \cdot Z_4) \qquad z_5 = 68$$

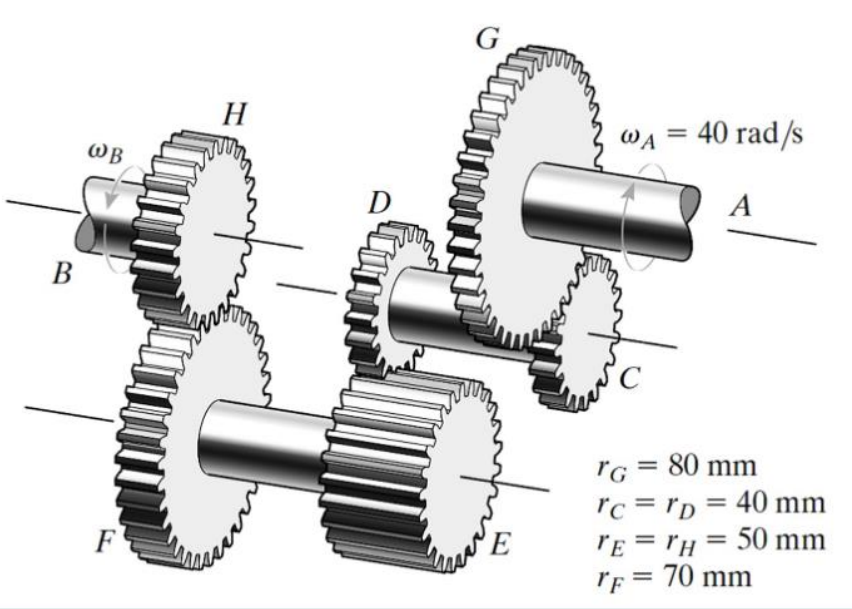
	2	3	4	5	6 (ps)
Movimiento total con ps bloqueado	+1	+1	+1	+1	+1
				+	
Movimiento en -1 de rueda 5 con ps bloqueado	?	?	?	-1	?
				=	
Movimiento total	?	?	?	0	?





Problema N°1

La figura muestra el **esquema** de un reductor de engranajes de diente recto, indicándose al costado de la imagen, los radios primitivos de cada rueda, el el **módulo es** 4 en todos los engranes. El eje motor *A* tiene una velocidad angular de **40 rad/seg**



Determinar las cantidades de dientes de cada rueda dentada.

Z_C = ☐ **dientes**

Z_D = ☐ **dientes**

Z_E = ☐ **dientes**

Z_F = ☐ **dientes**

Z_G = ☐ **dientes**

Z_H = ☐ **dientes**

Seleccionar los valores correctos y arrastrarlos a la variable correspondiente.

45	65	50	20	70	40	60	15	30	25	10	55	35

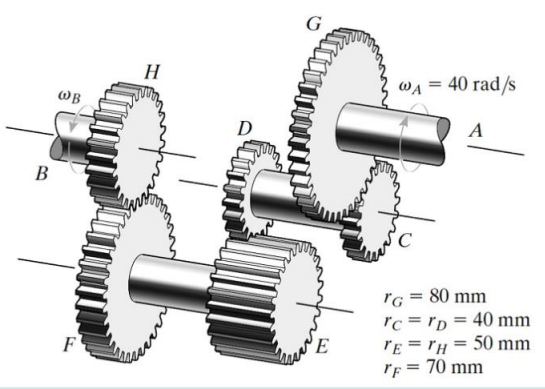
Determinar la velocidad angular del **eje B** en **radianes / seg** y **rpm**.

ω_B = ☐ **rad/seg**

n_B = ☐ **rpm**

Seleccionar los valores correctos y arrastrarlos a la variable correspondiente.

171	90	18	856	611	64	239	25



La figura muestra el **esquema** de un reductor de engranajes de diente recto, indicándose al costado de la imagen, los radios primitivos de cada rueda, el **módulo es** 4 en todos los engranes. El eje motor *A* tiene una velocidad angular de **40 rad/seg**

Determinar la velocidad angular del **eje B** en **radianes / seg** y **rpm SI EL REDUCTOR ESTUVIESE COMPUESTO POR ENGRANAJES DE DENTADO HELICOIDAL DE 20°.**

ω_B = ☐ **rad/seg**

n_B = ☐ **rpm**

Seleccionar los valores correctos y arrastrarlos a la variable correspondiente.

84	60	17	574	160	90	856	804

Determinar **EL TORQUE** transmitido en el engrane de salida, si la potencia en el eje de entrada es de **10 HP**, considerando que no hay pérdidas mecánicas en la transmisión.

Determinar la velocidad angular del **eje B** en **radianes / seg** y **rpm, suponiendo que el reductor tiene una eficiencia del 92%**

ω_B = ☐ **rad/seg**

n_B = ☐ **rpm**

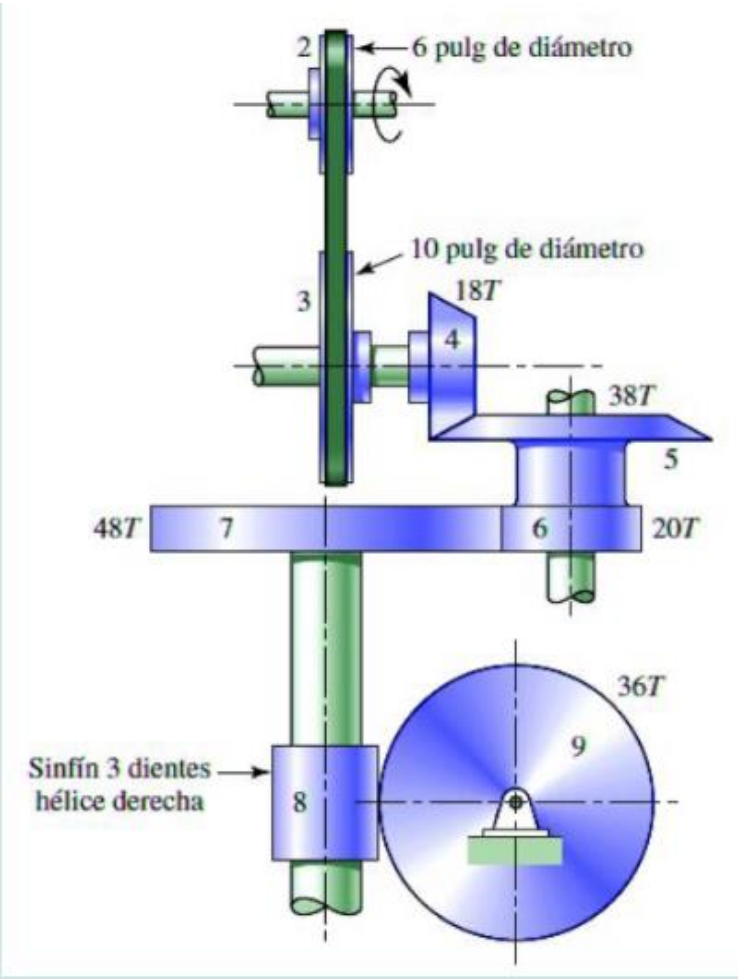
Seleccionar los valores correctos y arrastrarlos a la variable correspondiente.

171	239	856	611	25	64	18	90

Determinar **EL TORQUE** transmitido en el engrane de salida, si la potencia en el eje de entrada es de **10 HP**, **suponiendo que el reductor tiene una eficiencia del 92%**.

Problema N°2

La figura muestra el **esquema** de diversos engranes y poleas para impulsar la corona 9. La polea 2 tiene aplicada una potencia de **5 HP** y gira a **1520 rpm** en el sentido que se indica. El par 4-5 son engranajes cónicos de dentado recto, el par 6-7 son engranajes cilíndricos de dentado recto, y el par 8-9 es sinfin-corona.



Determinar la velocidad angular del **engrane 9.** Seleccionar la unidad correspondiente

Determinar la velocidad angular del **engrane 9 si EL PAR DE ENGRANES 6-7 FUERAN CILINDRICOS HELICOIDALES CON 18º DE ANGULO DE HELICE.** Seleccionar la unidad correspondiente

¿Que sentido de rotación tiene el engrane 9?

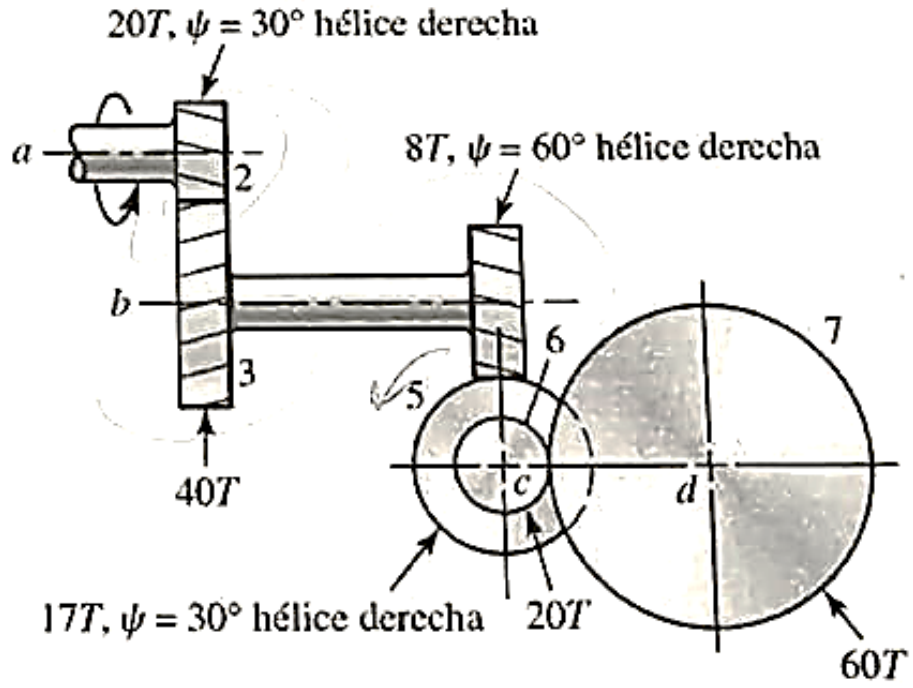
Determinar **EL TORQUE** transmitido al engrane 9, considerando que no hay perdidas mecánicas en la transmisión. Seleccionar la unidad correspondiente

Determinar la TENSION en la raíz del diente en el engrane 6 de acuerdo a la teoría de LEWIS, sabiendo que el **modulo es 2,5** y el **ancho del diente es 25 mm**, y los dientes son generados con **fresa madre**. Seleccionar la unidad del parámetro calculado.

1. El eje *a* de la figura gira a 600 rpm en el sentido mostrado.

a. Encuentre la velocidad y el sentido de rotación del eje *d*.

b. Determinar el valor y el sentido de la fuerza axial en el eje *b*, sabiendo que la potencia transmitida es de 5 HP, y el modulo normal de los dos engranajes es de 4 mm y el ángulo de presión normal es de 20°.



c. ¿Cuál es el torque aplicado en el eje *d*? Despreciar las perdidas mecánicas.

Eje a= 600 rpm

Calcular velocidad en d

Datos

∅=20°

n2= 600 rpm

datos de las ruedas

z2=20 dientes Ψ2=30° derecha

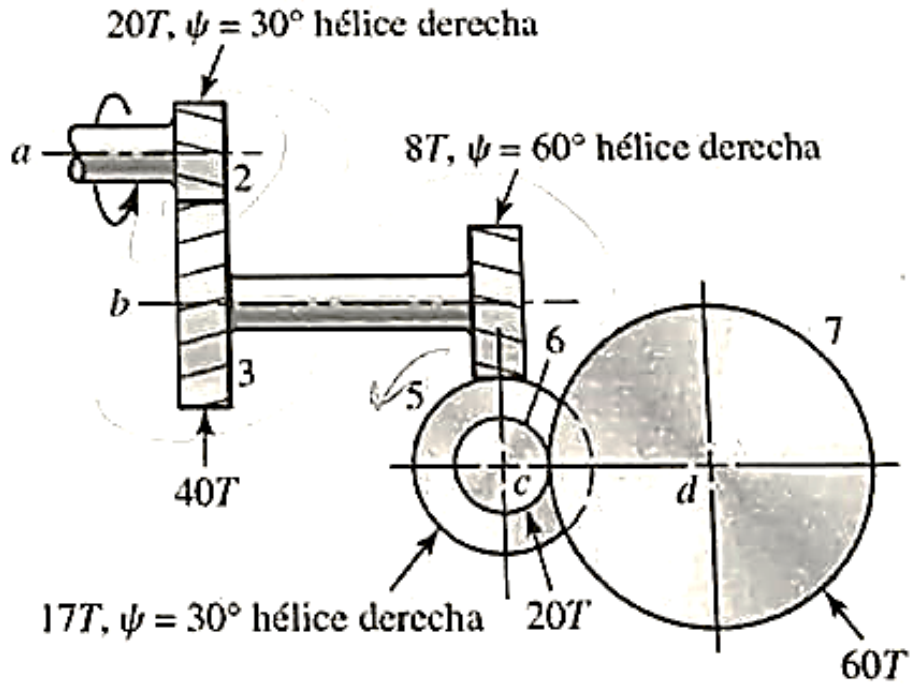
z3=40 dientes Ψ3=30° izquierda

z4=8 dientes Ψ4=60° derecha

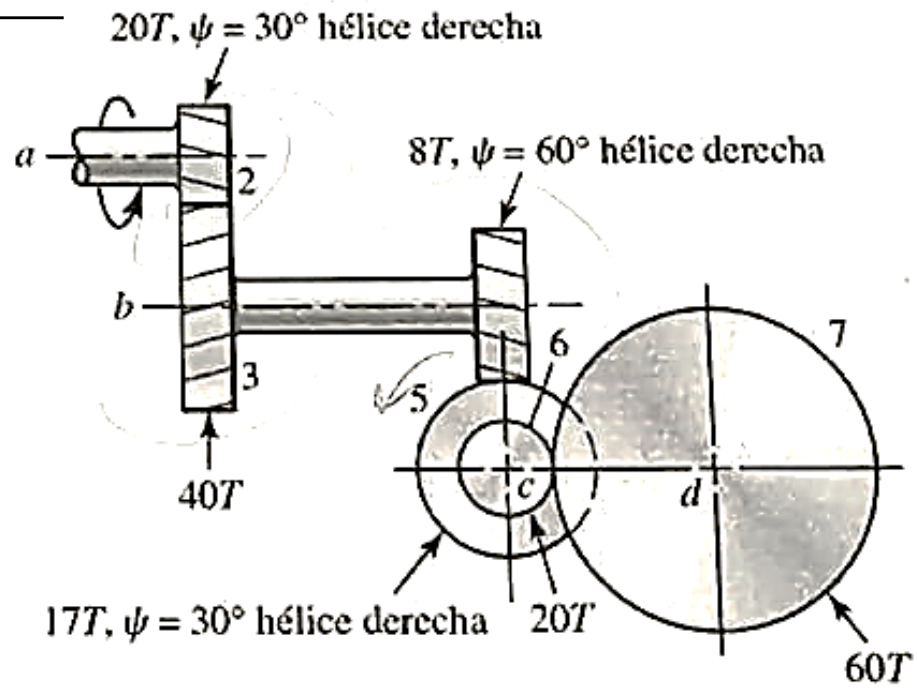
z5=17 dientes Ψ5=30° derecha

z6=20 dientes Ψ6=0°

z7=60 dientes Ψ7=0°



$$\frac{n\ de\ salida}{n\ de\ entrada} = \frac{producto\ Z\ conductores\ o\ motrices}{producto\ Z\ conducidos}$$



Conductores= Z2, Z4 y Z6

Conducidos= Z3, Z5 y Z7

Reemplazo en la fórmula en relación a n7/n2

b) Fuerza axial generada por los engranajes helicoidales

Wa= Wt . Tg Ψ

P= 5HP

mn= 4mm

Ángulo de presión = 20°

En el eje b tenemos dp2 mt=dp2/Z mn=mt cos (β) mt.Z= dp2

Wt = P / vt

La velocidad angular w la paso a rad/seg

Despejo vt y reemplazo

Reemplazo la fórmula dp2

Reemplazo wt23

Waxial 23= wt23 . tg Ψ

El torque producido en la rueda 3

Dp3 =(m3.Z3) / cos Ψ3

Tb= wt2 – 3.(db3/2)

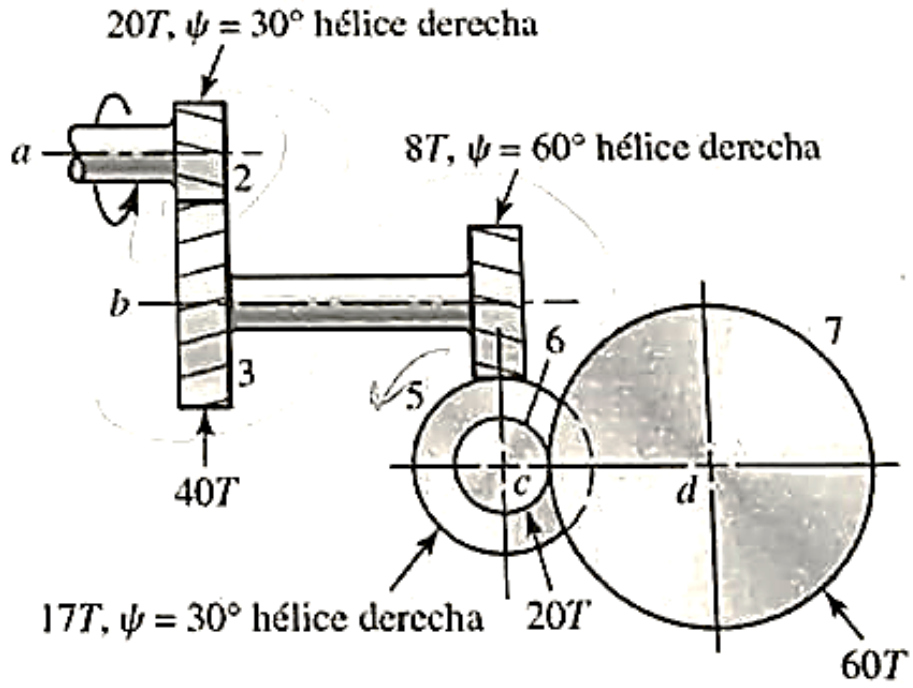
Dicho torque se transmite a la rueda 4 a la 5

Dp4 = (m4.Z4)/(cos Ψ4)

Wt4 →5 = Tb * (2/dp4)

Wa4 =wt4= 5 . tang Ψ

Wa eje b = wa2→3 + wa4→5   = 7715.47N



c) el torque en el eje d

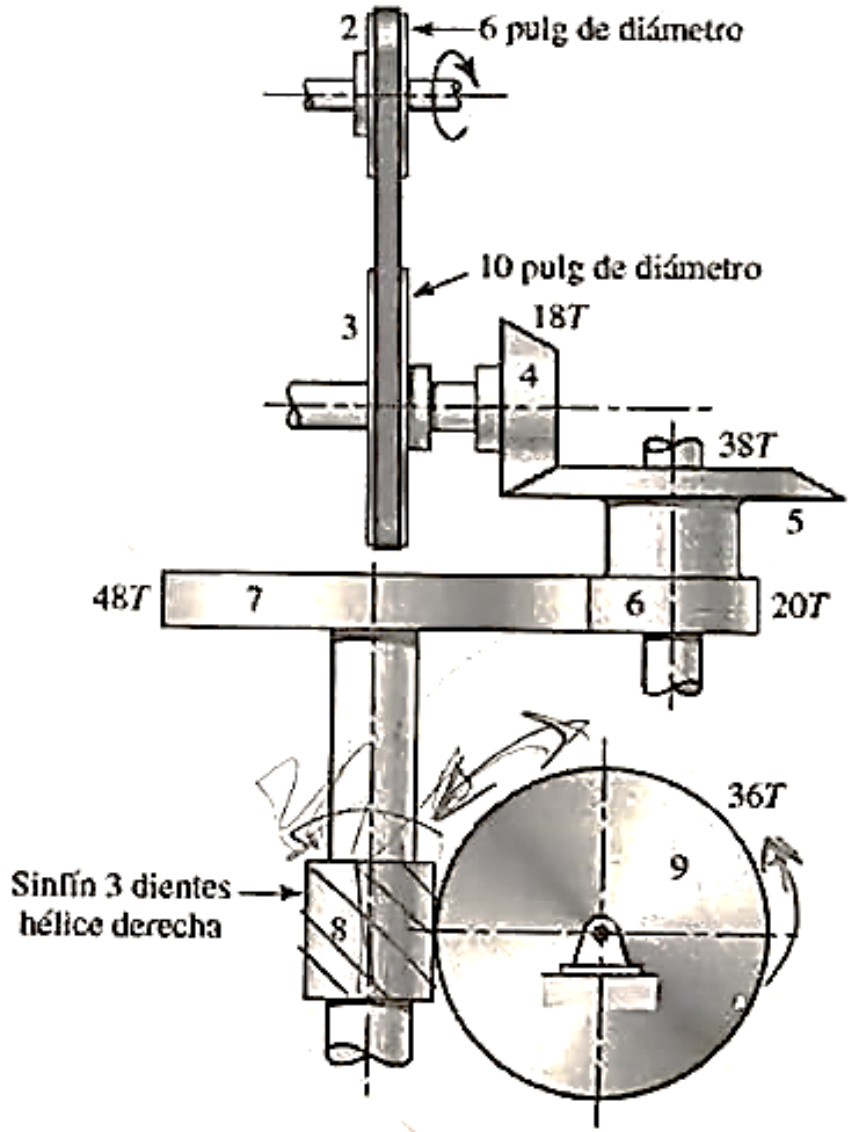
e= ns/ne = Te/Ts

2. El tren de engranes del mecanismo que se ilustra consiste en diversos engranes y poleas para impulsar la corona *9*. La polea *2* gira a 1200 rpm en el sentido que se indica.

a. Determine la velocidad y sentido de rotación de la corona *9*.

b. ¿Cuál es el torque aplicado en el eje *d*? Despreciar las perdidas mecánicas.

c. Sabiendo que los engranes *6* y *7* son de dentado recto y modulo 2,5; fabricados con fresa madre, y despreciando las perdidas mecánicas, ¿Qué flanco mínimo deberá tener el diente, si dichas ruedas se construyen con acero aisi 4140 grado 1 con dureza de 300 HB? (obtener tensión limite de figura 14-3 de Shigley) Aplicar teoría de Lewis



n2 = 1200 rpm

a)

$$\frac{n\,3}{n\,2} = \frac{\prod Zconducidos}{\prod Zproductores}$$

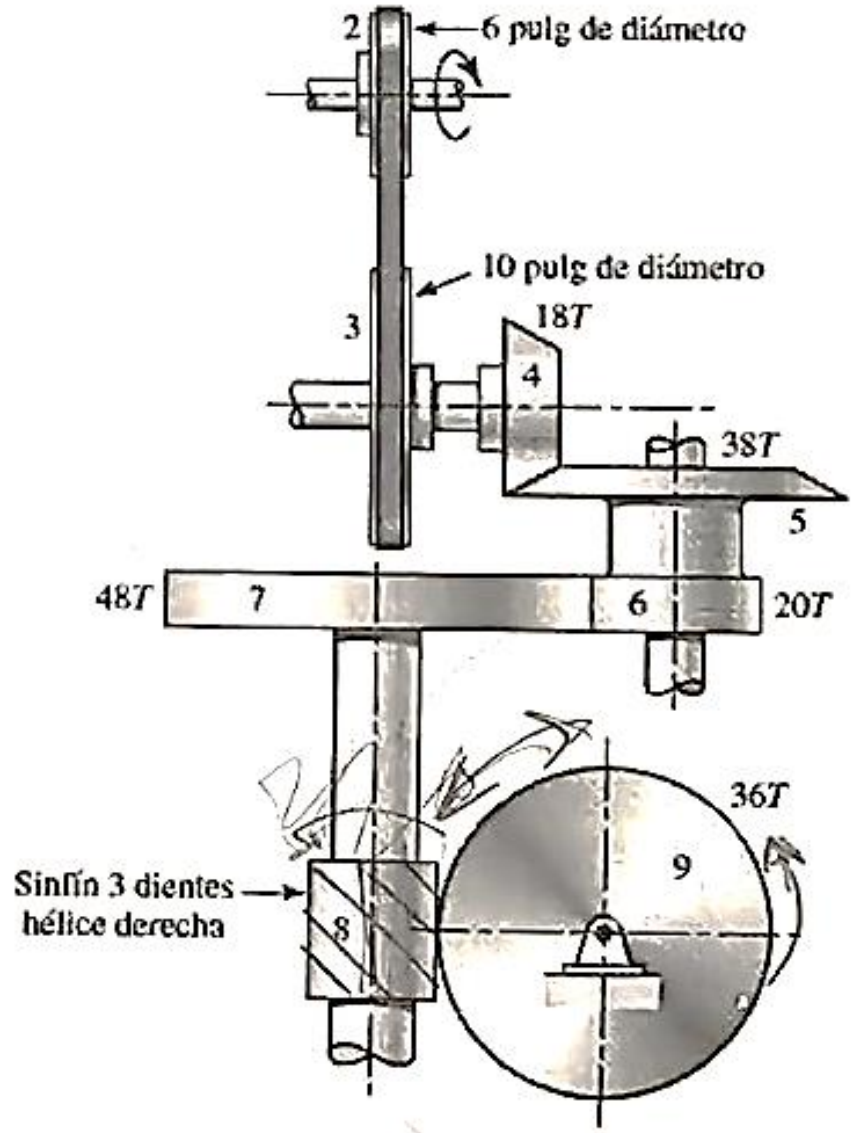
i = n2/n3 = d3/d2 despejamos n3 nos queda n3= d2/d3 . 1200 rpm

n3 = 720 rpm ***n3 = n4 = 720 rpm***

teniendo en cuenta las ruedas conductoras y conducidas

n9 / n4 = (Z4.Z6.Z3) / (Z5.Z7.Z9) DESPEJAMOS n9 = ((18 . 20 . 3) /(38 . 48 . 36)) . n4

n9 = 11,8 rpm antihorario



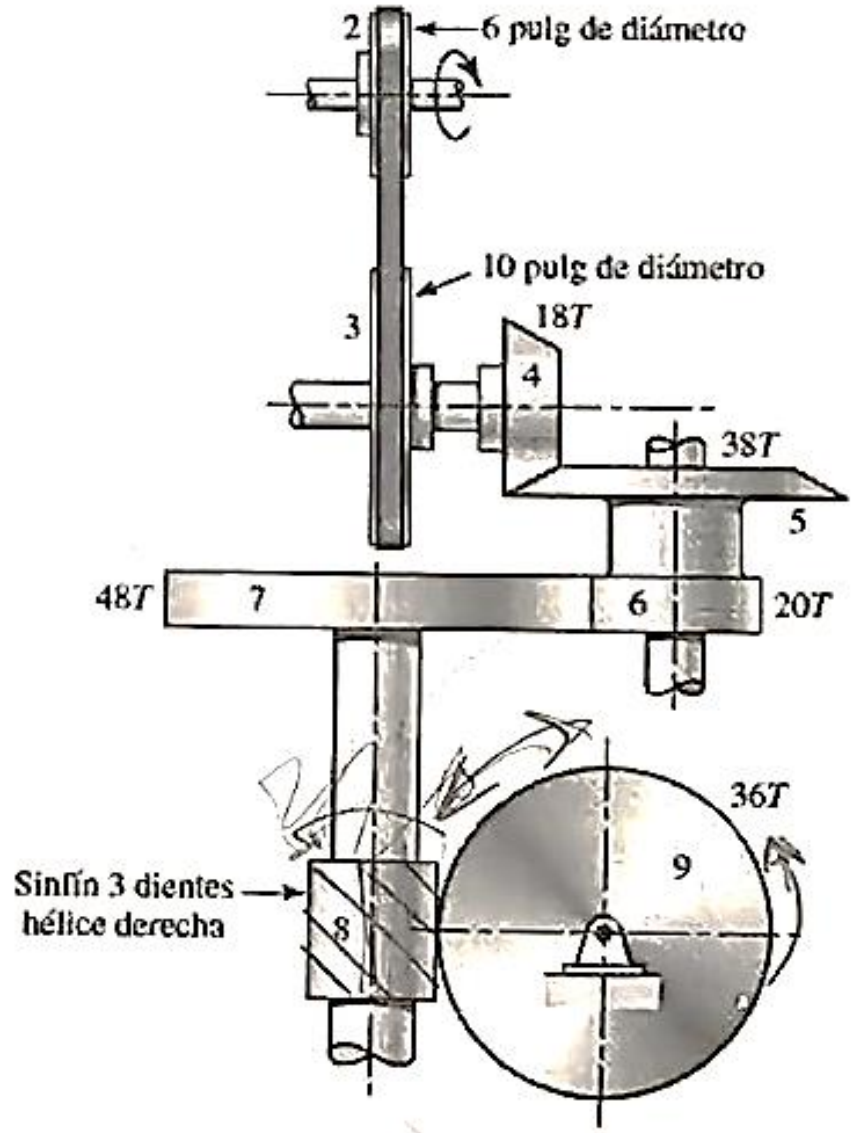
a) Torque aplicado eje d

n6 = n2 . (Z4 / Z6) = 1200 rpm . (18 / 20) = 1080 rpm

n6 = 1080 rpm

$\tau d = P / (2 \pi . n3/60) = (3 . 746) / (2\pi . (1080 rpm/60) = 19,79$ Nm

Ti = 19,79 Nm . (n2 / n9) = 19,79 Nm . (1200 rpm / 11,8 rpm) = 2005 Nm



a) dp7 = m . Z7 = 2,5 . 48 = 120 mm

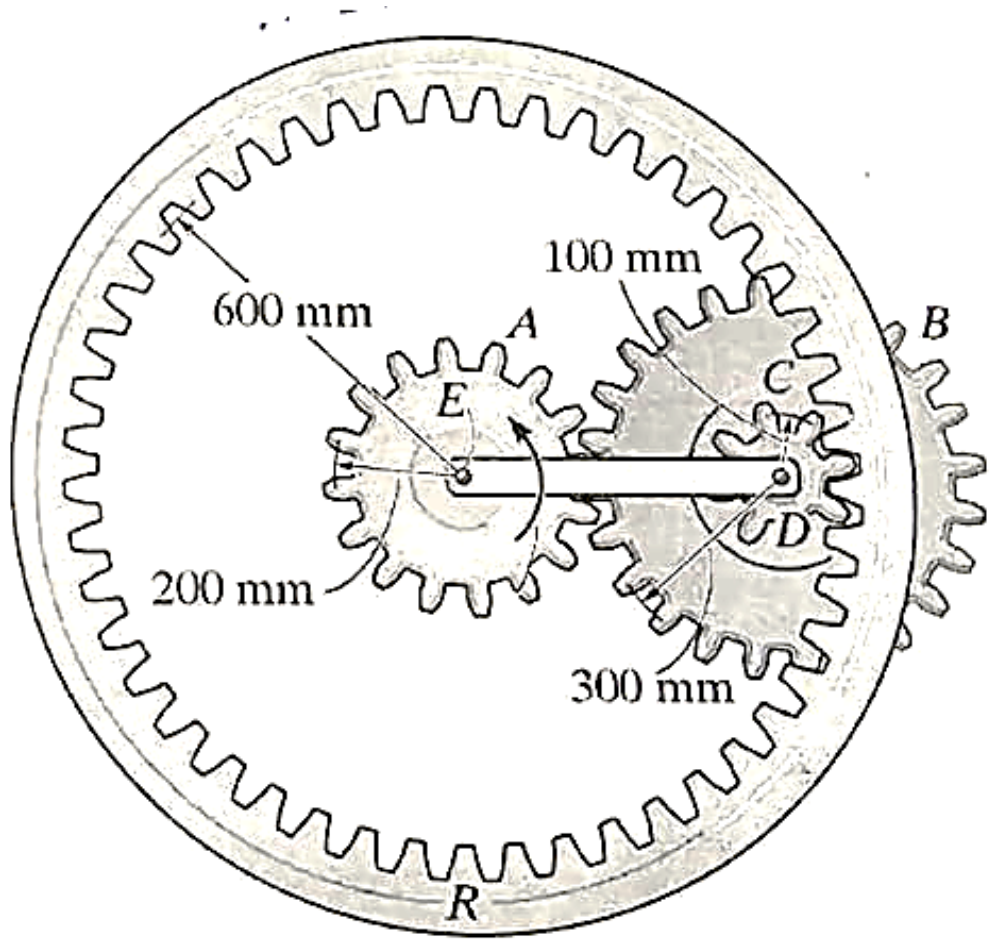
vt = (π dp7 . n7) / 60 = π . 0,12 . 20 / 60 = 0,126 m/s

kv = (3,5 + $\sqrt{}$0,126) / 3,56 fórmula de Shigley
kv =1,1 de tabla ***Y=0,322***

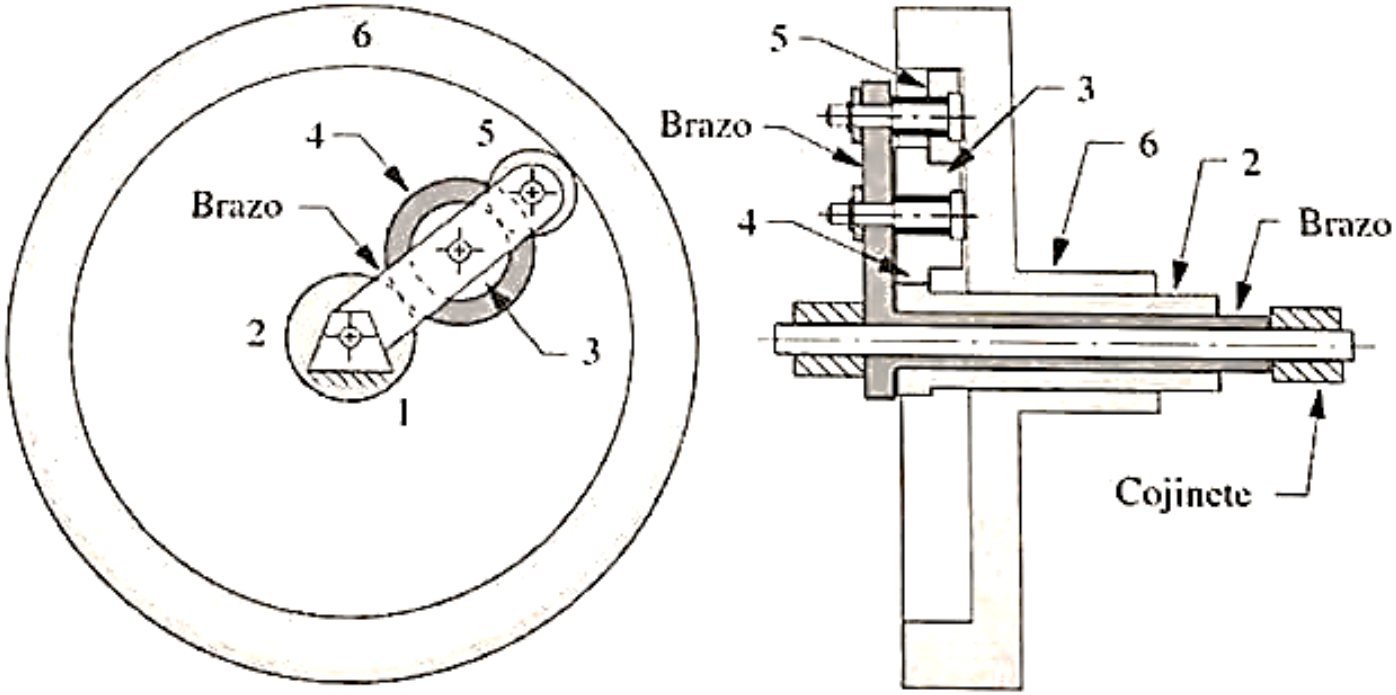
Lewis F = (Wt . Kv) / (σm . Y) = (17762 . 1,1) / (248 . 2,5 . 0,322)

3. El sistema planetario mostrado en la figura se utiliza en una transmisión automática de automóviles. Al ser un sistema con dos grados de libertad, es muy versátil para obtener distintas relaciones de velocidad, bloqueando o liberando ciertos elementos. Se solicita determinar la velocidad en el árbol A y el sentido de giro,. si el engrane solar S gira a ω_s = 5 rad/seg y la corona R está fija. El modulo del dentado es 2 mm. Utilice el método tabular y el método de Willis.

Rta: 1,67 rad/seg



4. La siguiente figura muestra un tren de engranes planetarios del tipo compuesto (no a escala). La tabla contiene datos de número de dientes y velocidades de entrada. Encuentre la variable representada por un signo de interrogación, para cada caso. Aplique el método tabular, explicado en clases y en el apunte teórico ubicado en la plataforma de la cátedra.

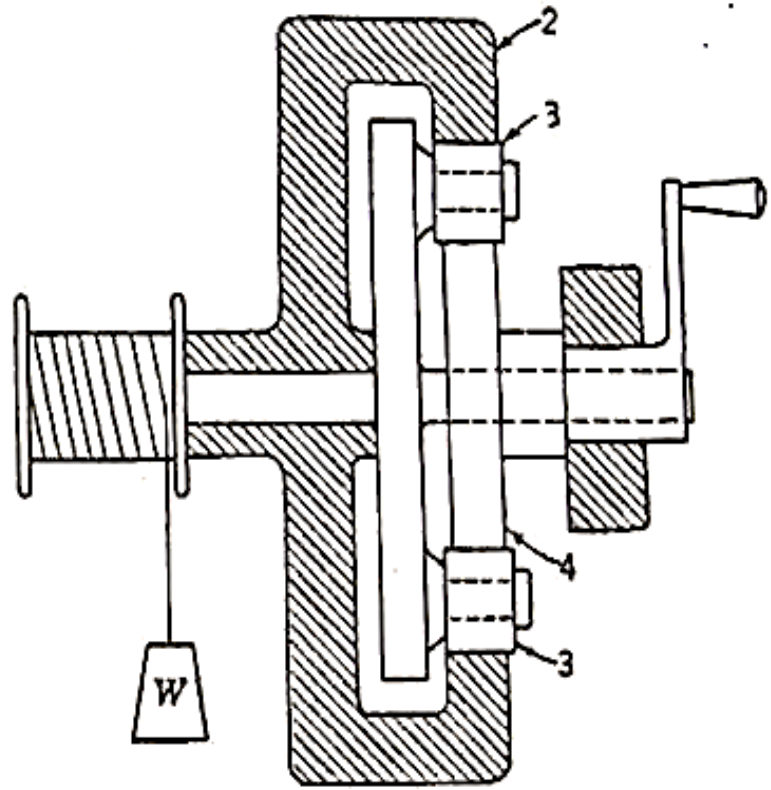


Caso	N_2	N_3	N_4	N_5	N_6	ω_2	ω_6	ω_{brazo}
a	30	25	45	50	200	?	20	-50
b	30	25	45	50	200	30	?	-90
c	30	25	45	50	200	50	0	?

5. El tren de engranes epicíclicos se compone de un engrane solar *A* el cual está acoplado al engrane satélite *B*. Este engrane es solidario al engrane *B* y engrana con la corona de dentado interior R. Si el engrane solar *A* se hace girar a ω_A = 188,5 rad/seg alrededor de su eje, determine las velocidades angulares del engranes B y del portasatelites, usando método tabular. Todas la ruedas dentadas tienen modulo 10mm.

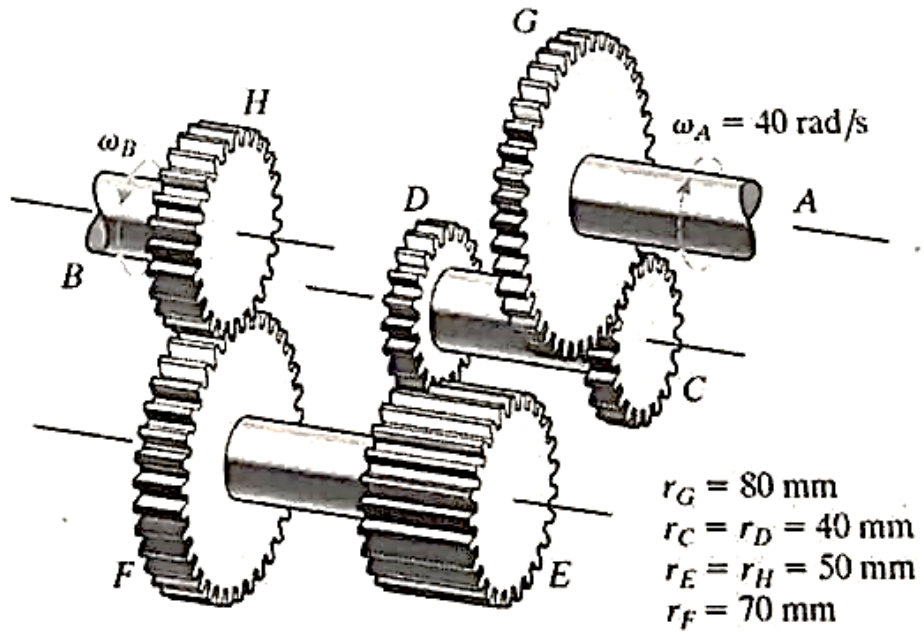
Rta: n_B = 900 rpm; n_{DE} = 180 rpm

6. El mecanismo de elevación de la imagen es accionado a través de un reductor planetario. La manivela para el izaje de la carga tiene una longitud de 533 mm, y está conectada sobre el mismo eje al engrane solar 4 (z_4 =70 dientes), que conectan con los engranes satélites 3. La corona 2 (z_2 =100 dientes) se encuentra fija a la estructura, es decir, no tiene posibilidad de rotación. El brazo portasatelites está conectado al tambor enrollacable. Dicho tambor tiene un diámetro de de 127 mm, y el cable tiene 5 mm de diametro, y el Calcular:



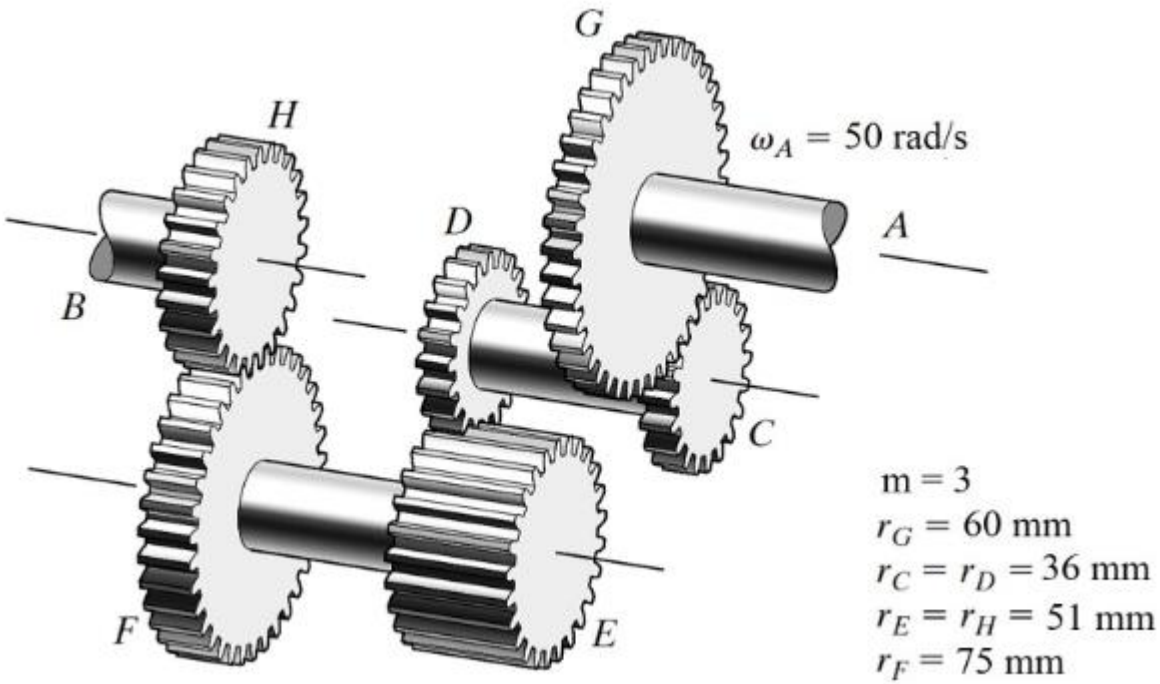
a. Cantidad de dientes de los engranes satélites.
b. El peso W levantado si se aplica sobre la manivela una fuerza de 350 N. (se desprecian los rozamientos)
c. Cantidad de vueltas a la manivela para izar la carga una altura de 3 mt (se considera que el cable solamente enrolla sobre la superficie del tambor, sin solaparse sobre sí mismo)

7. La figura muestra como funciona la reversa de una caja reductora de automovil. Si el motor hace girar el arbol A con una velocidad de 40 rad/seg, calcular la velocidad angular del arbol de salida.



Problema N°3

La figura muestra el **esquema** de un reductor de engranajes de diente recto, indicándose al costado de la imagen los datos constructivos del sistema. El eje motor *A* tiene una velocidad angular de **50 rad/seg**



¿Que sentido de rotación tiene el eje B?

Determinar las cantidades de dientes de cada rueda dentada.

Z_C = ☐ **dientes**

Z_D = ☐ **dientes**

Z_E = ☐ **dientes**

Z_F = ☐ **dientes**

Z_G = ☐ **dientes**

Z_H = ☐ **dientes**

Determinar la velocidad angular del **eje B** en **radianes / seg** y **rpm**.

ω_B = ☐ **rad/seg**

n_B = ☐ **rpm**

Determinar la velocidad angular del **eje B** en **radianes / seg** y **rpm SI EL REDUCTOR ESTUVIESE COMPUESTO POR ENGRANAJES DE DENTADO HELICOIDAL DE 20°.**

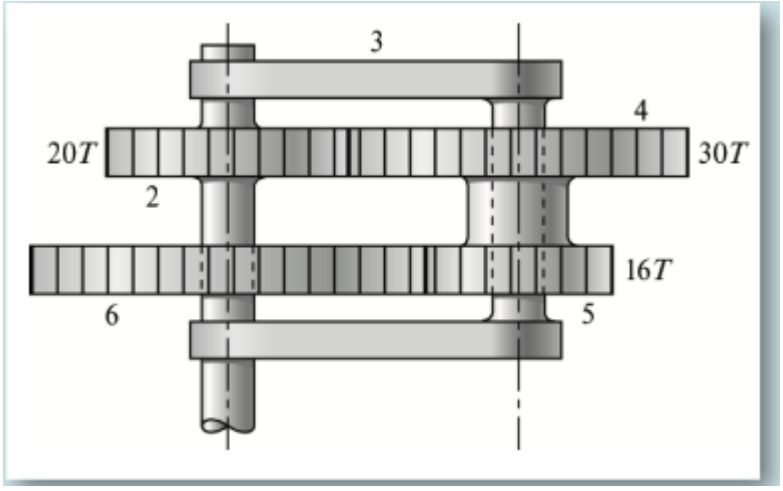
ω_B = ☐ **rad/seg**

n_B = ☐ **rpm**

Trabajo practico EM_REDUCTORES DE ENGRANAJES II

Problema N°1

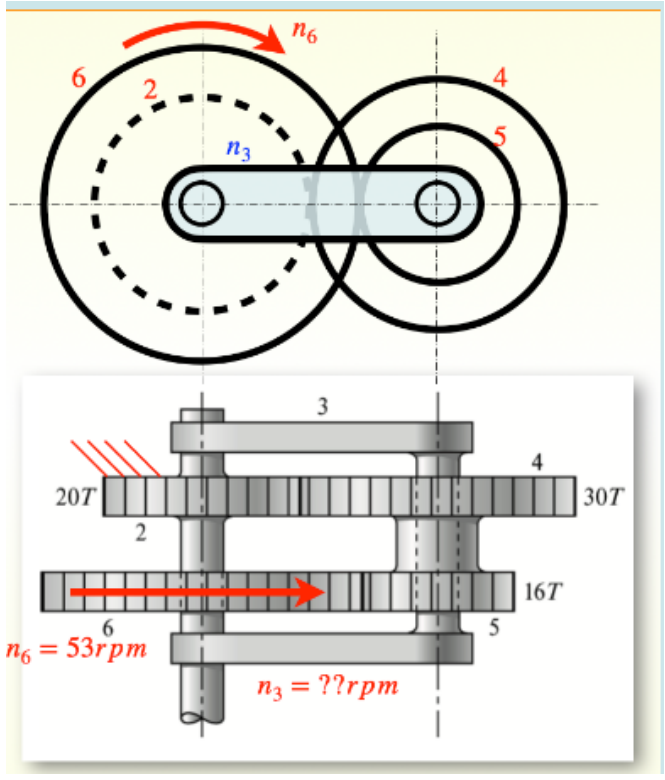
En el caso del tren de engranes planetario de la figura, el **engrane 2 esta fijo**, y el **engrane 6 se impulsa a 53 rpm** en el sentido de las agujas del reloj, viéndolo desde la parte inferior de la figura. El módulo es el mismo para todos los engranes. Las cantidades de dientes de los engranes estan indicadas en la figura.



Calcular la velocidad de rotación del brazo portasatélites, teniendo en cuenta la convención de signos: horario = +

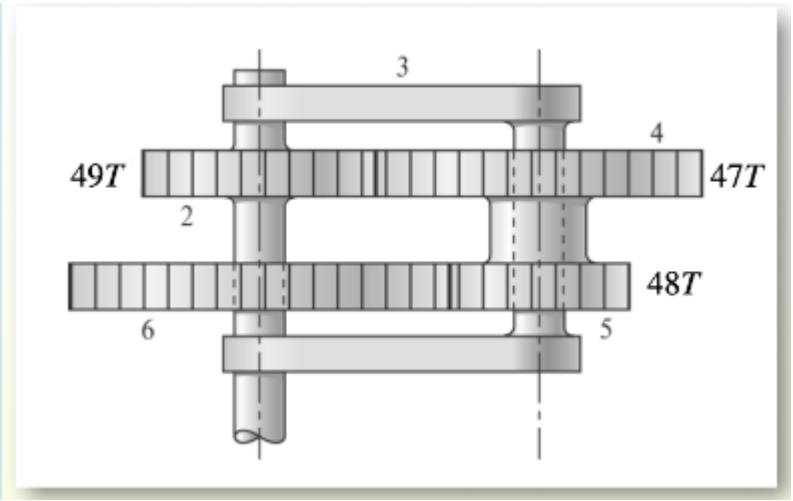
Usar **fórmula de Willis** y **Método tabular**.

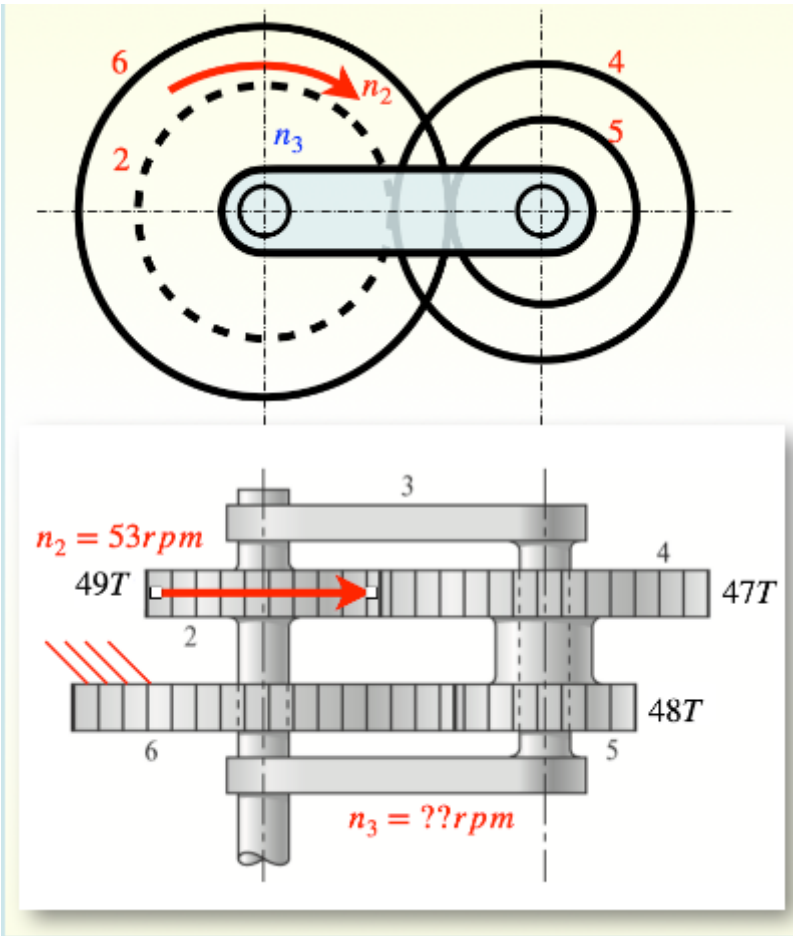
El sentido de giro resultante queda determinado por el signo.



Problema N°2

En el caso del tren de engranes planetario de la figura, el **engrane 6 esta fijo**, y el **engrane 2 se impulsa a 53 rpm** en sentido horario, viéndolo desde la parte inferior de la figura. El módulo es el mismo para todos los engranes. Las cantidades de dientes de los engranes estan indicadas en la figura.



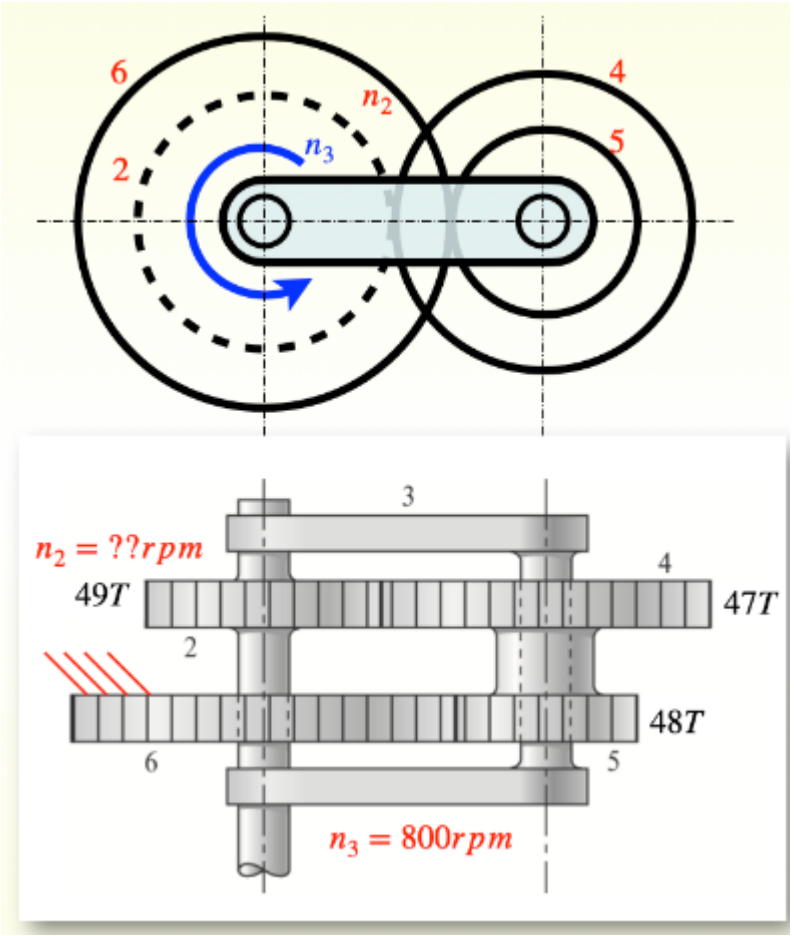


Calcular la velocidad de rotación del brazo portas atélites, teniendo en cuenta la convención de signos: horario = +

Usar **fórmula de Willis** y **Método tabular**.

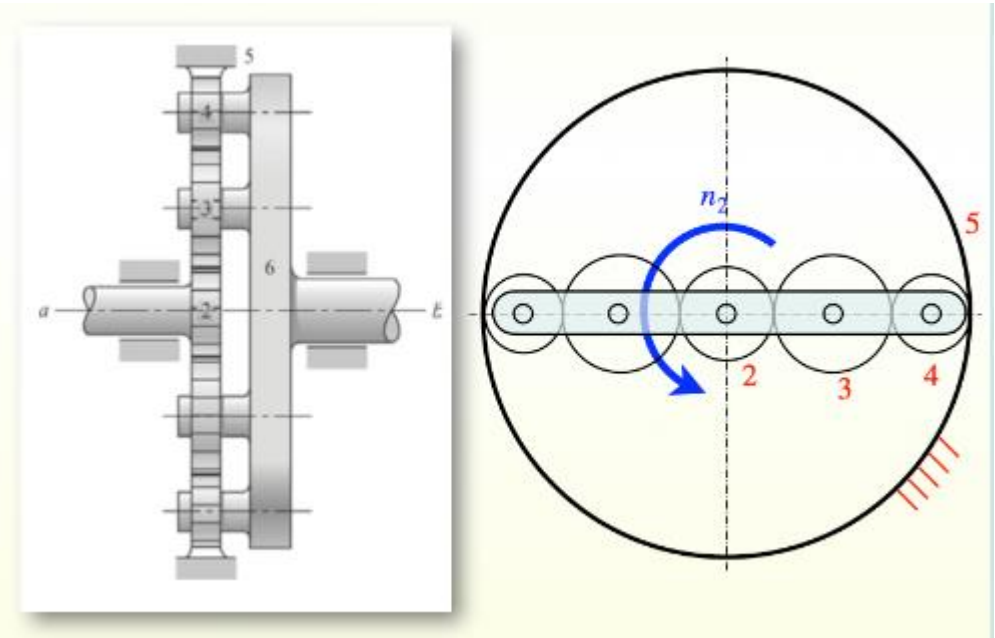
El sentido de giro queda determinado por el signo.

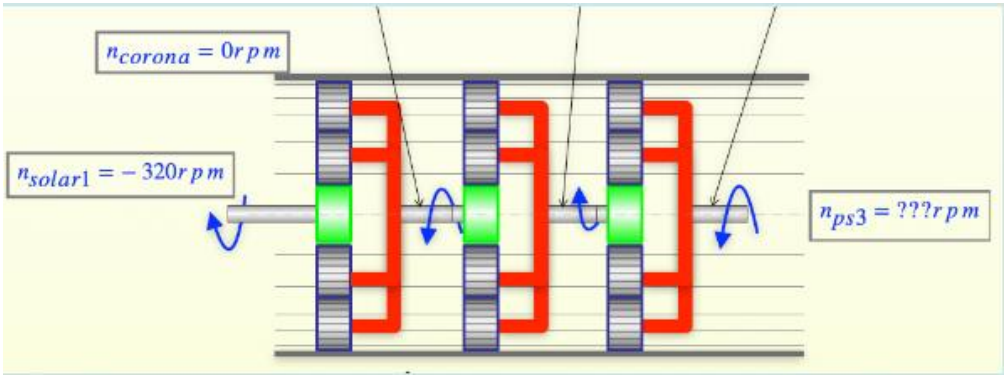
Calcular la velocidad del engrane 2, suponiendo que se hace girar el brazo porta satelites a 800 rpm en sentido antihorario. Recordar que se asume sentido horario como positivo.



Problema N°3

Se requiere analizar el reductor planetario mostrado en la figura. Los números de dientes son $z_{2=}$**12**, z_3**= 16**, z_4**= 12**. Asumir el engrane 5 está fijo. El eje ***a*** gira en sentido antihorario a **320 rpm**, como se observa desde la parte izquierda de la figura.





Determinar la cantidad de dientes de la corona de dentado interior.

Z_5 = ☐ dientes

Seleccionar el valor correcto y arrastrarlo a la variable correspondiente.

70	38	52	20	45	68	75	15	78	25	40	18	55	50	28	35	48	60	10	22	30	12	58	62	65	72	32	42