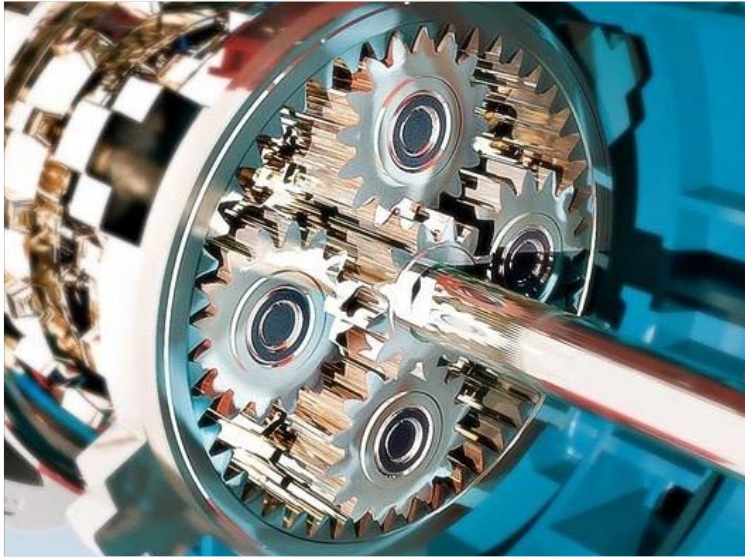
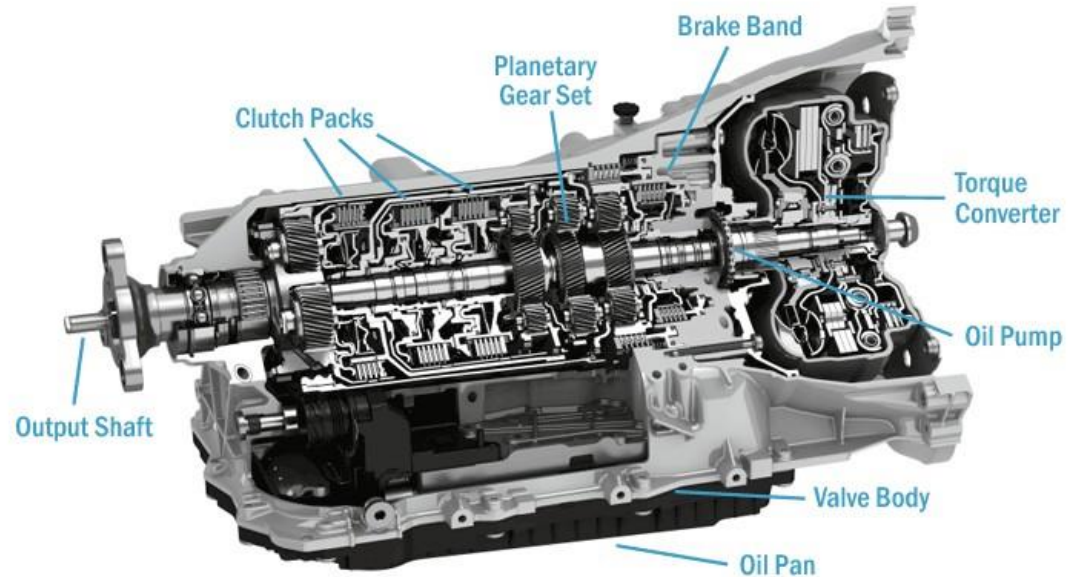


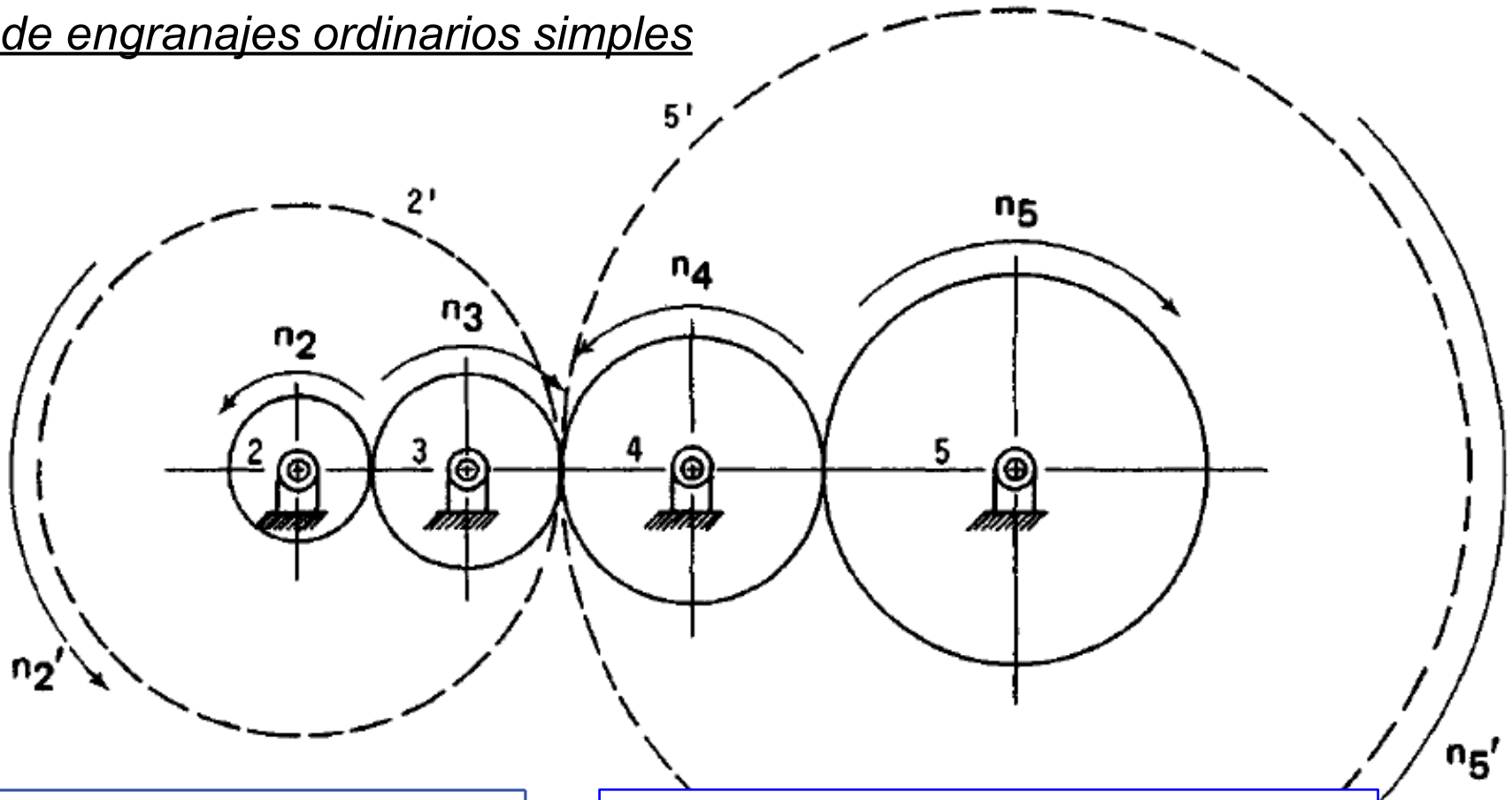


Unidad 05 EM: ENGRANAJES

Reductores de Engranajes



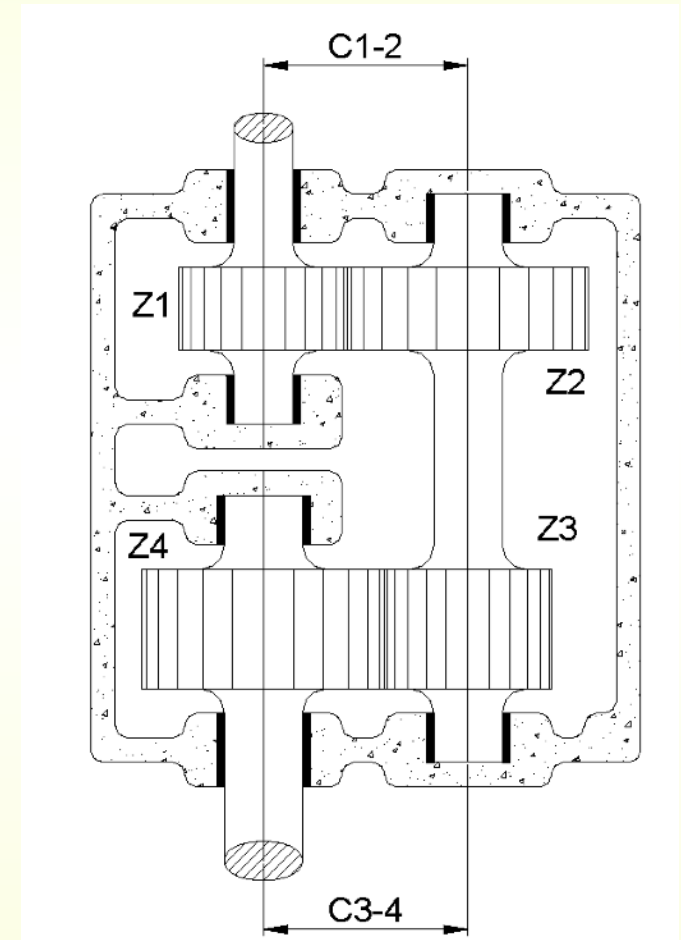
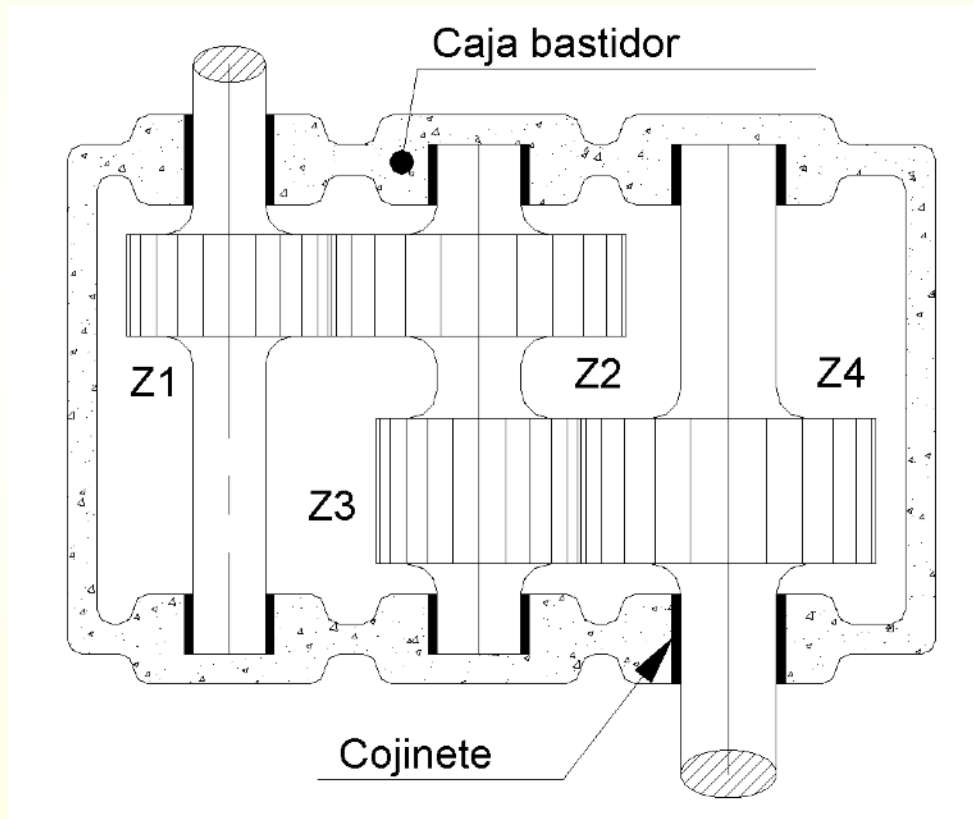
Trenes de engranajes ordinarios simples



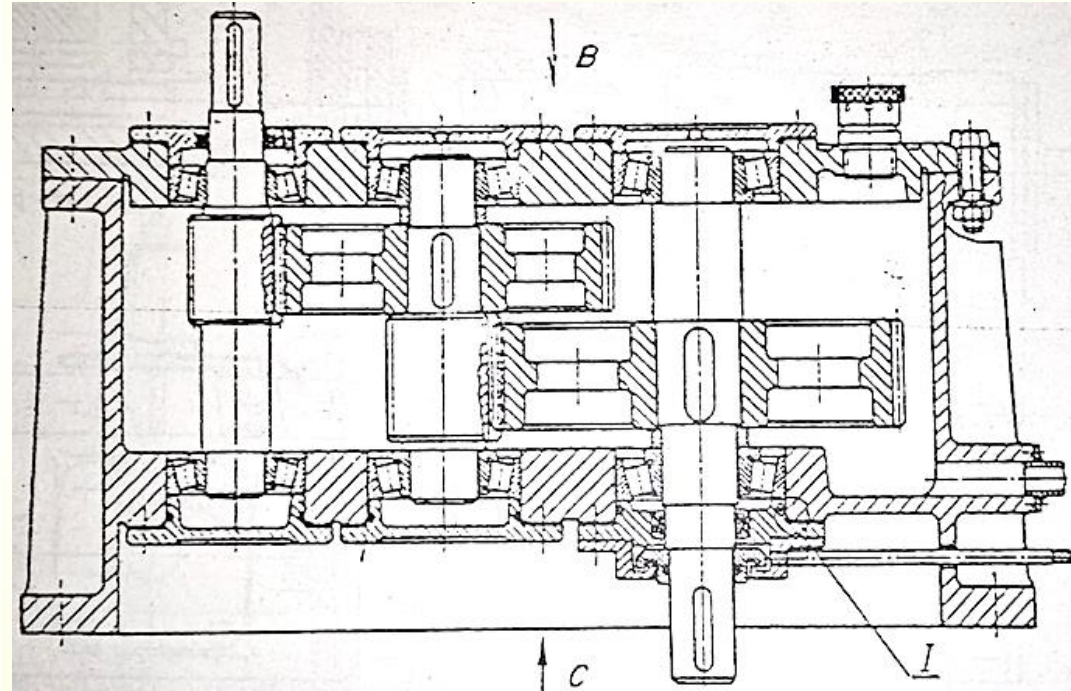
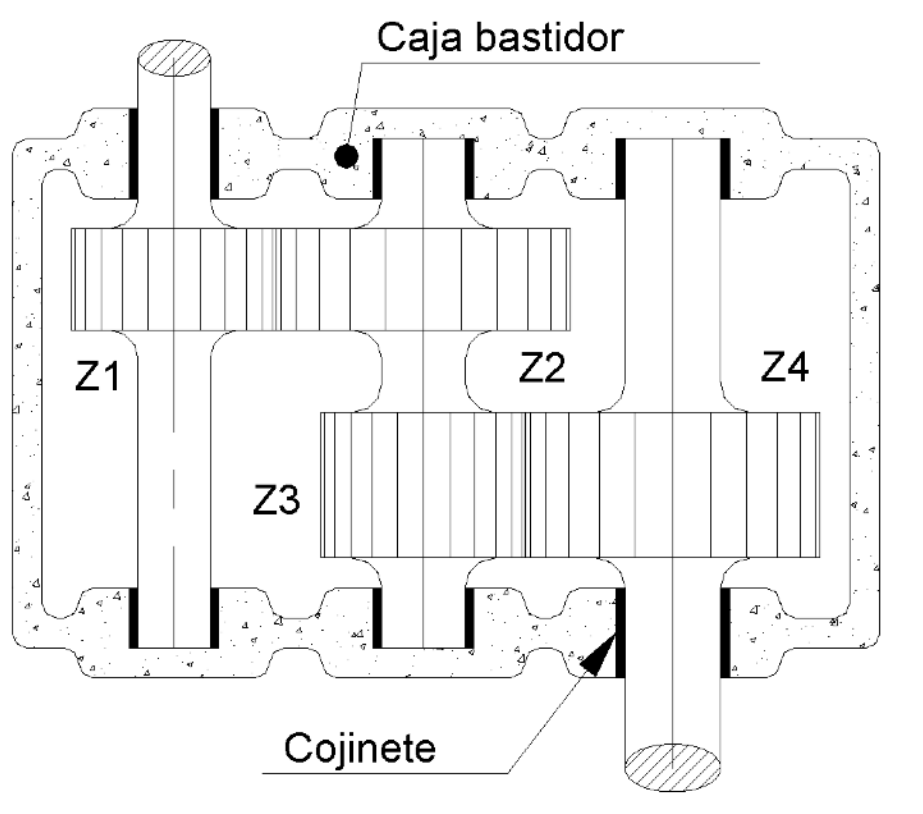
$$i = \frac{n_e}{n_s} = \frac{\prod z_{\text{conducidos}}}{\prod z_{\text{motores}}}$$

$\prod z_{\text{conducidos}}$: producto cantidades de dientes de engranes conducidos
 $\prod z_{\text{motores}}$: producto cantidades de dientes de engranes motores
 n_e : velocidad de entrada
 n_s : velocidad de salida

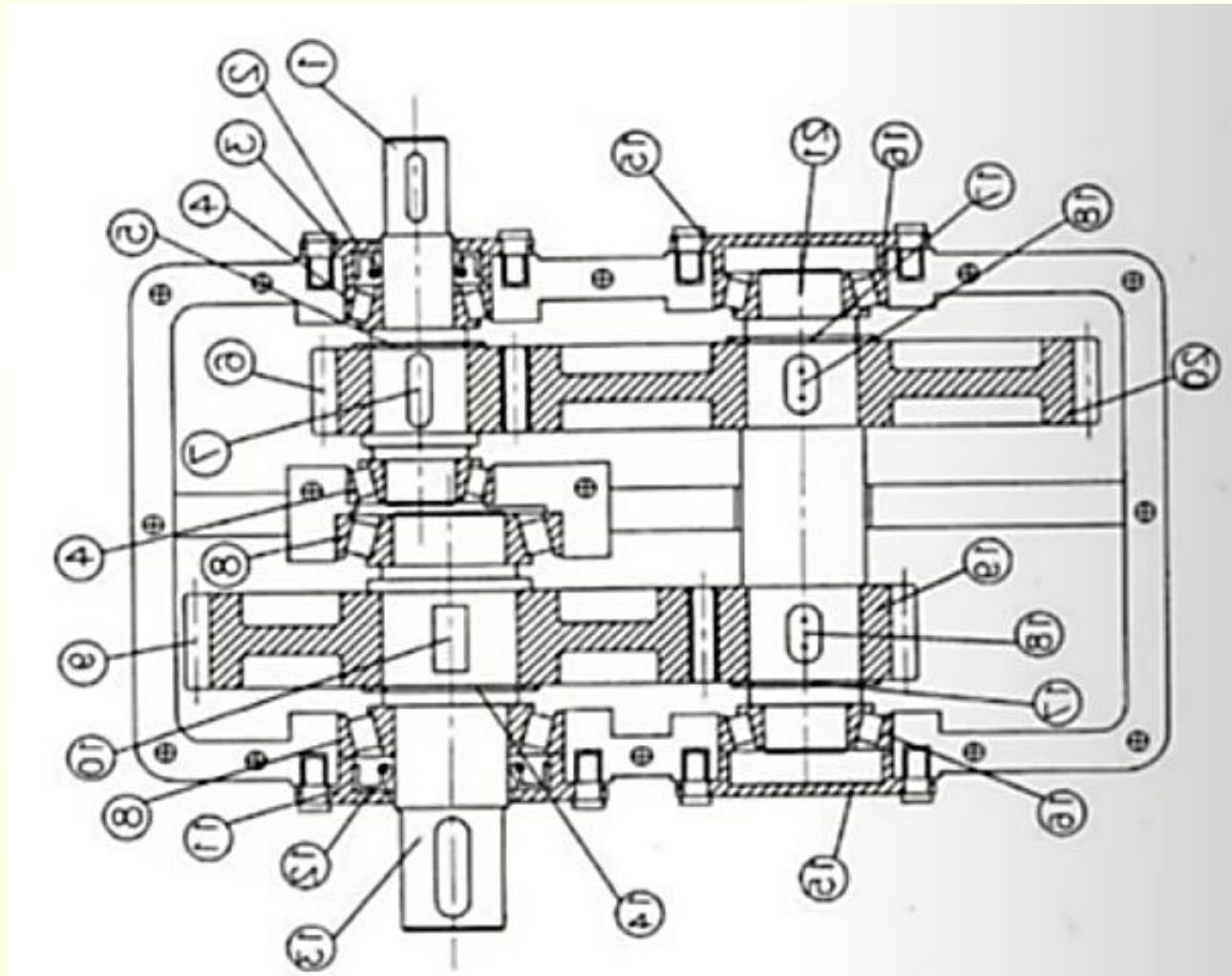
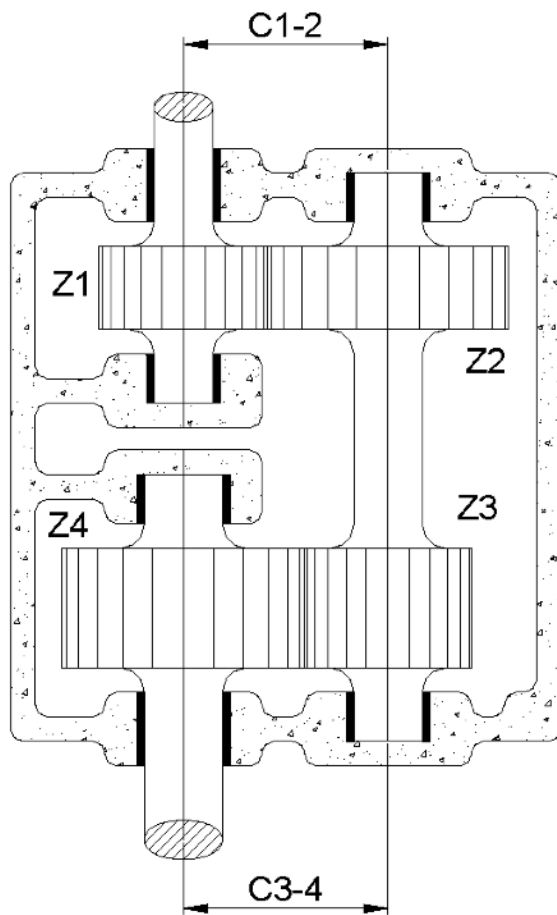
Trenes de engranajes ordinarios compuestos

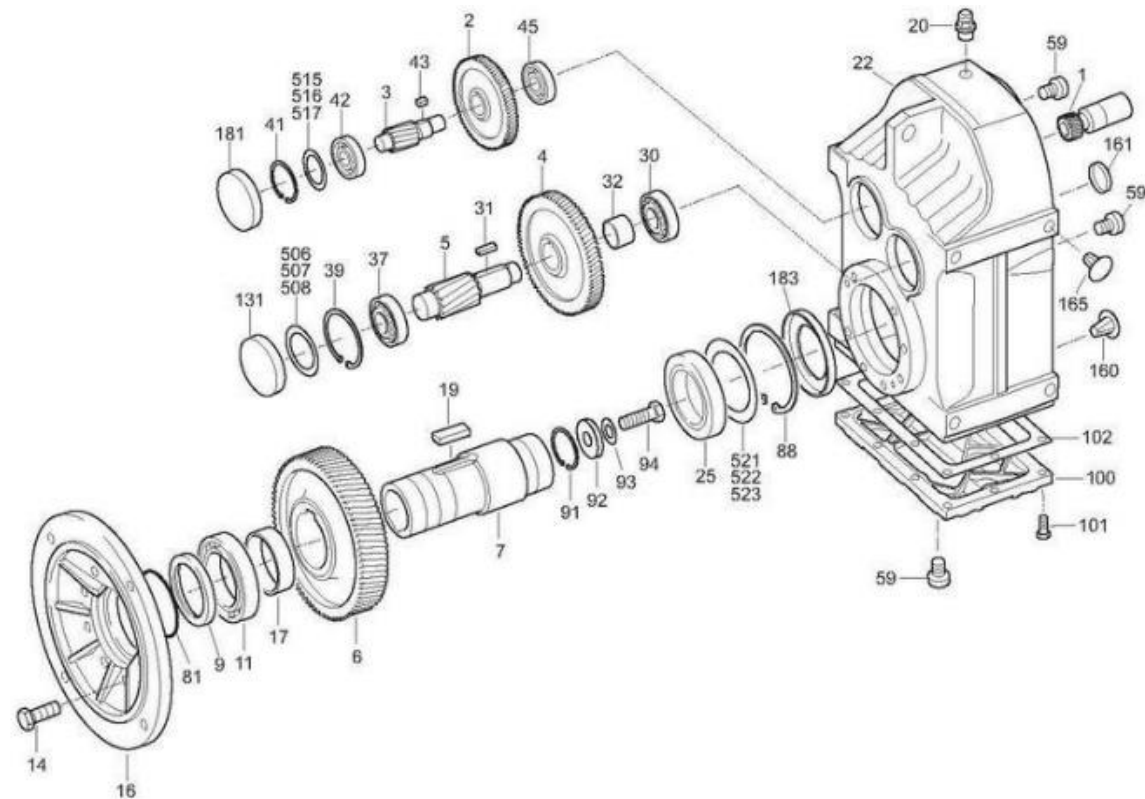
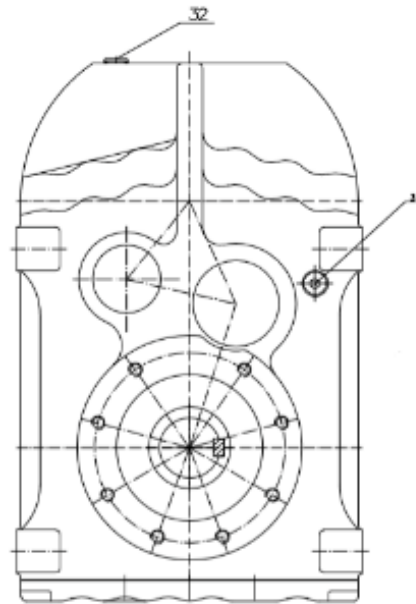
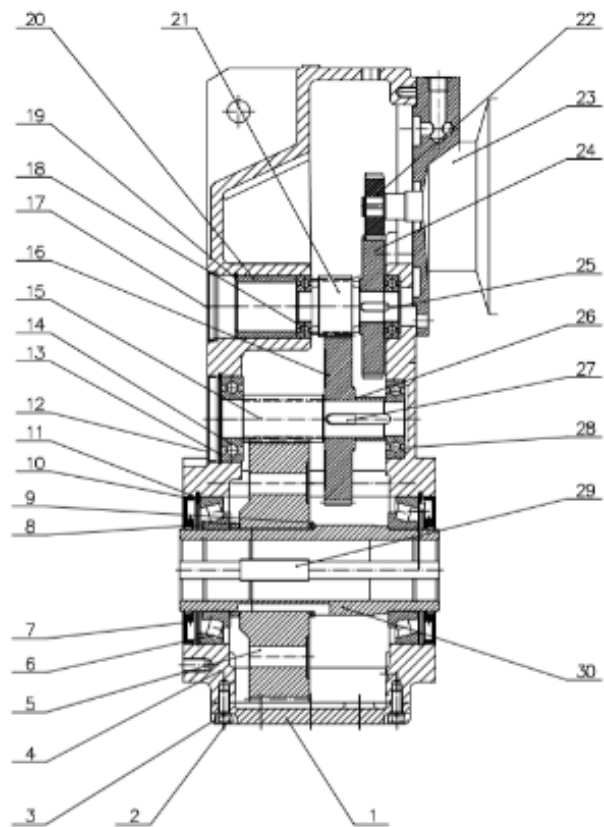


Trenes de engranajes ordinarios compuestos

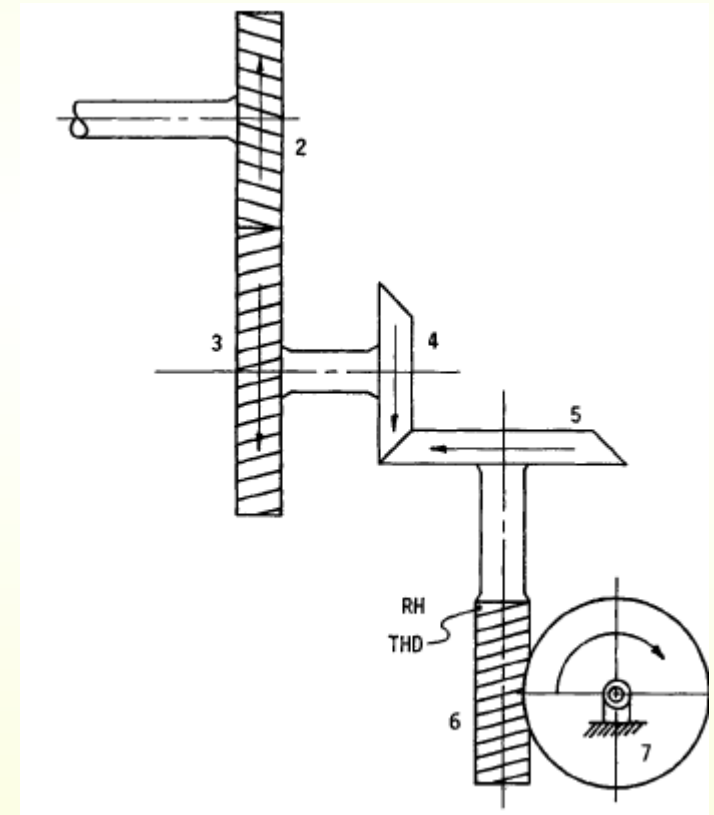
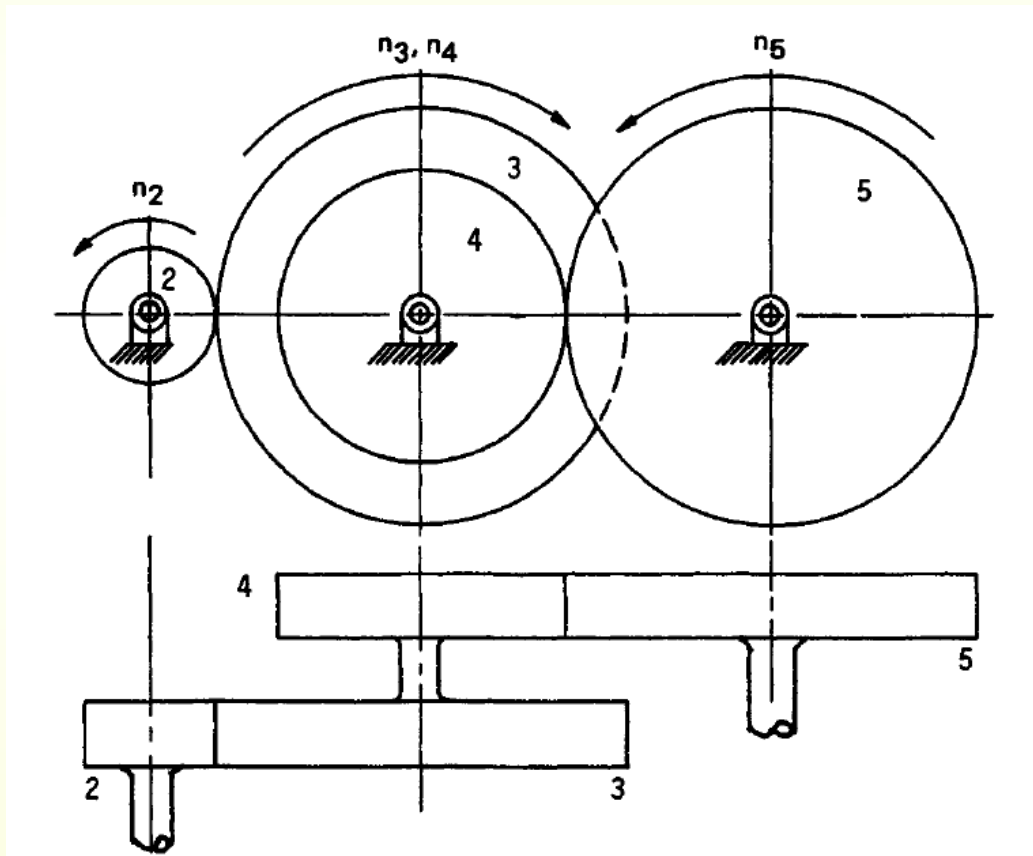


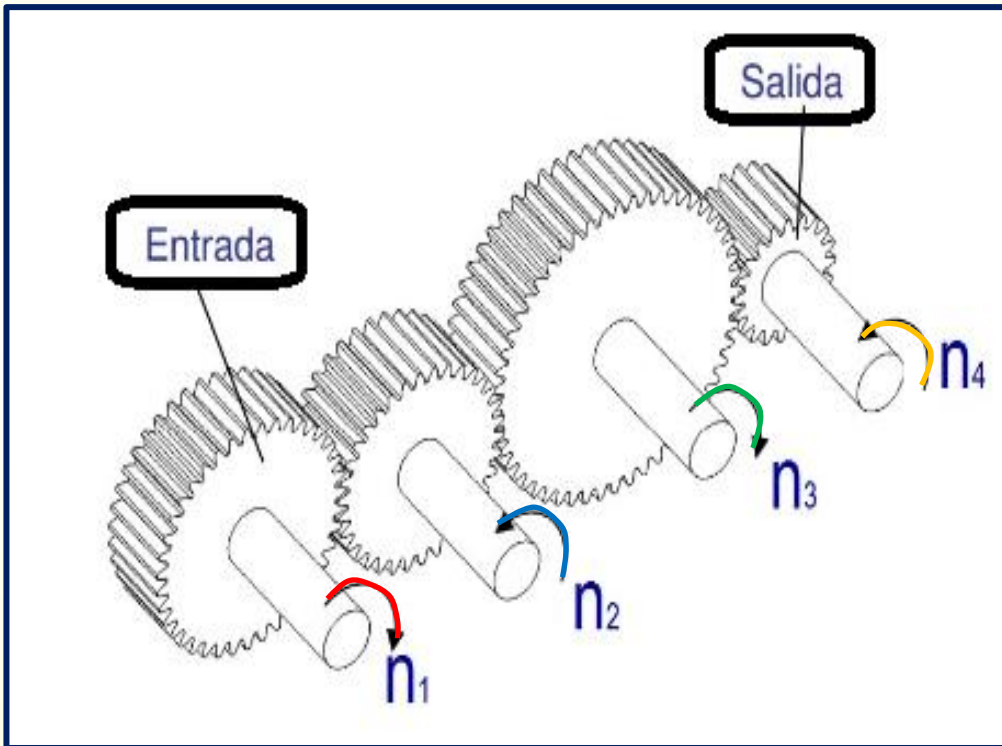
Trenes de engranajes ordinarios compuestos



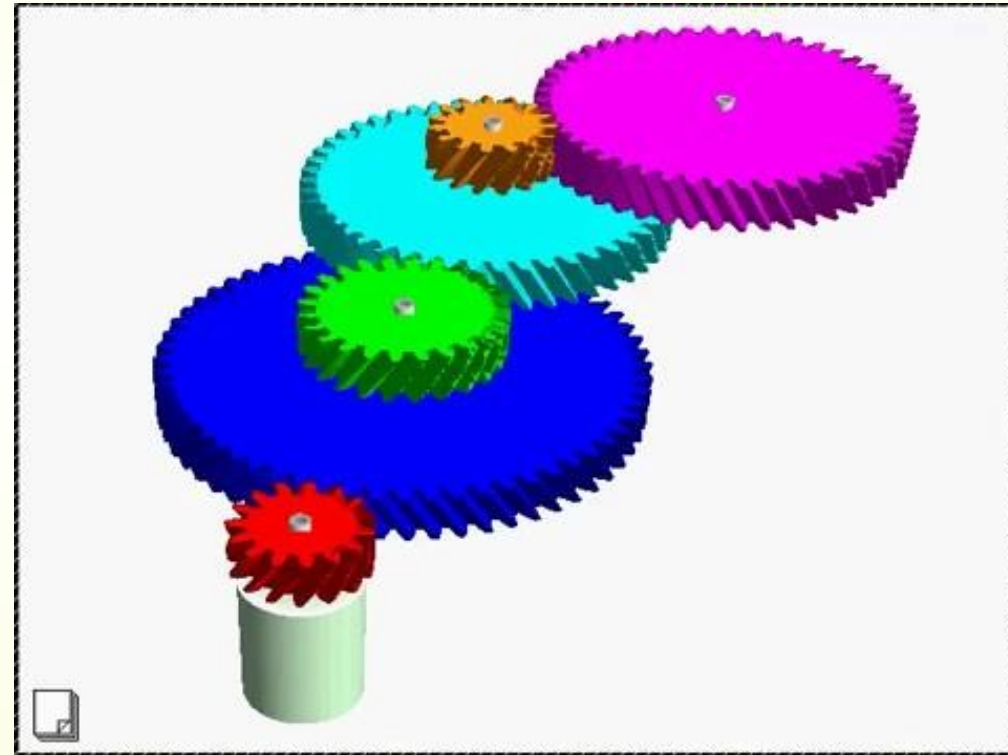


Trenes de engranajes ordinarios compuestos



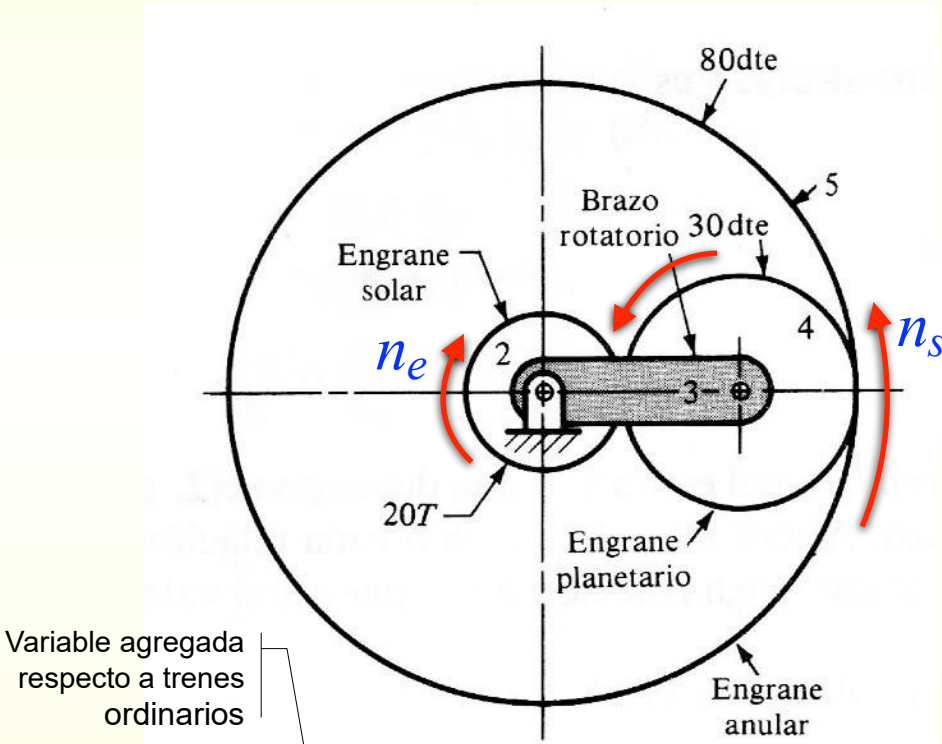


Trenes de engranajes ordinarios
simples



Trenes de engranajes ordinarios
compuestos

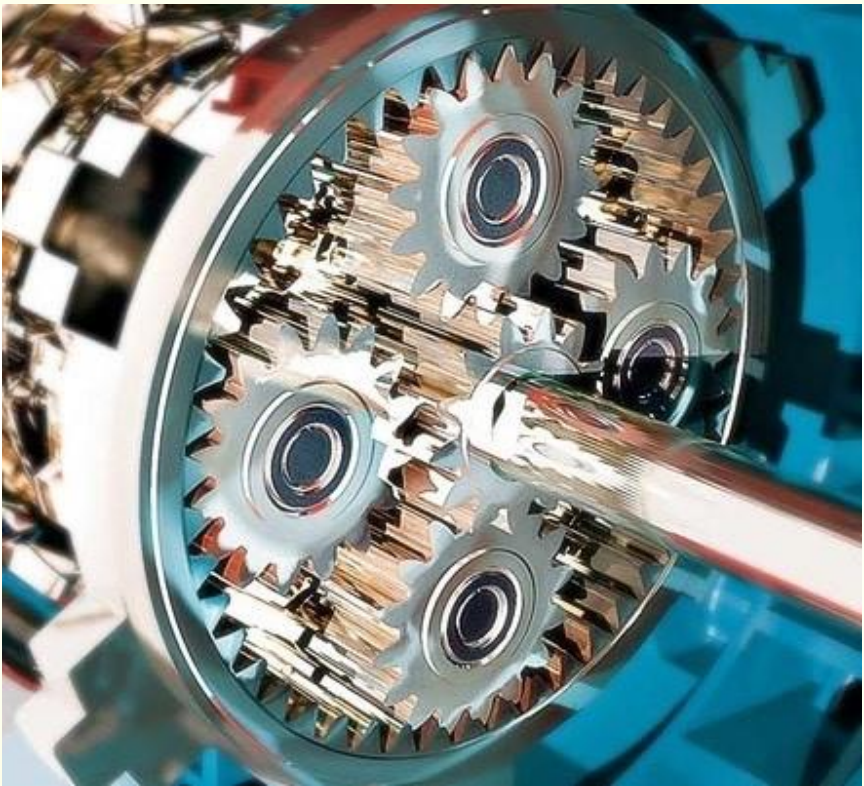
Trenes de engranajes planetarios EPI - HIPOCICLOIDAL



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

Signo de acuerdo al sentido de giro:

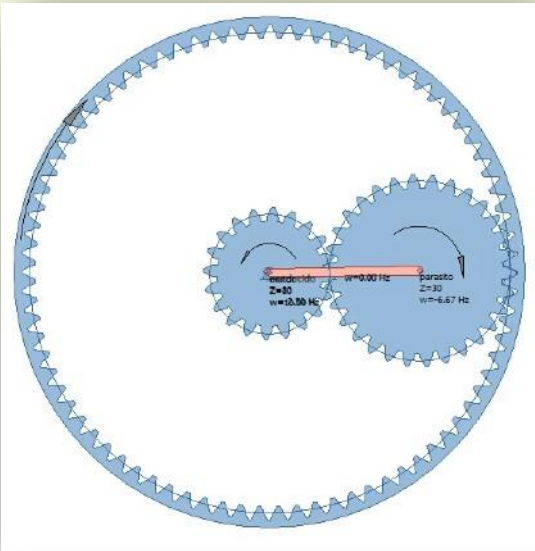
- Igual sentido de giro que el motor: Igual signo ambos lados de la ecuación.
- Sentido de giro opuesto que el motor: signo opuesto en ambos lados de la ecuación



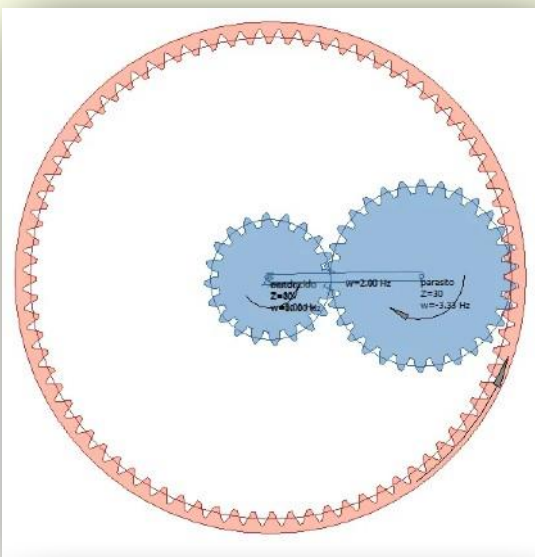
$\prod z_{conducidos}$: producto cantidades de dientes de engranes conducidos
 $\prod z_{motores}$: producto cantidades de dientes de engranes motores
 n_e : velocidad de entrada
 n_s : velocidad de salida
 n_{ps} : velocidad del brazo portasatelites

Repaso de teoría

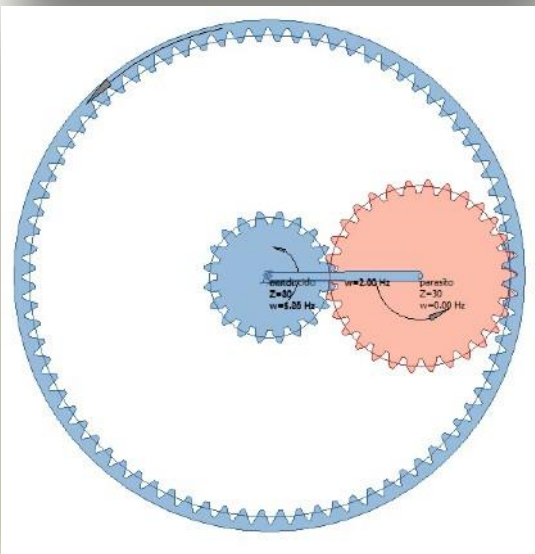
$$n_{ps} = 0rpm$$



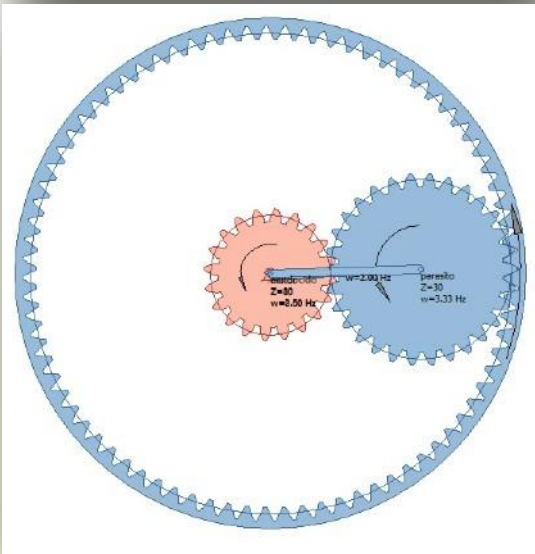
$$n_{corona} = 0rpm$$



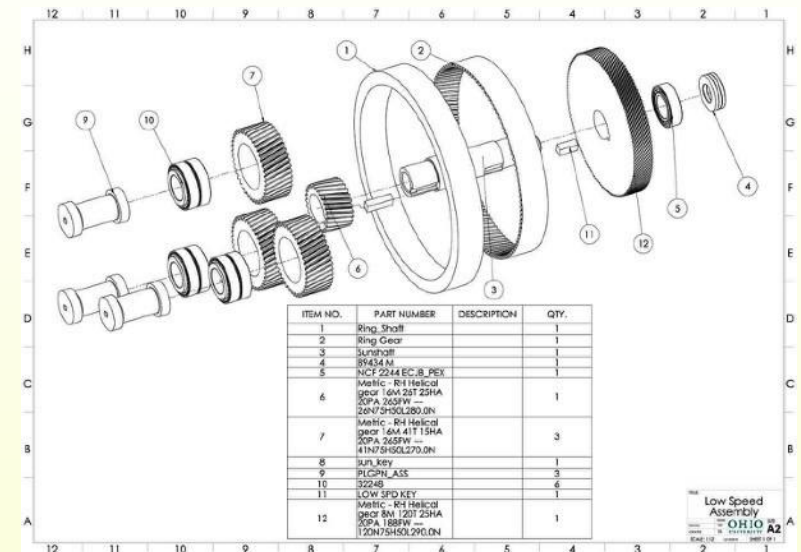
$$n_{satelite} = 0rpm$$



$$n_{solar} = 0rpm$$

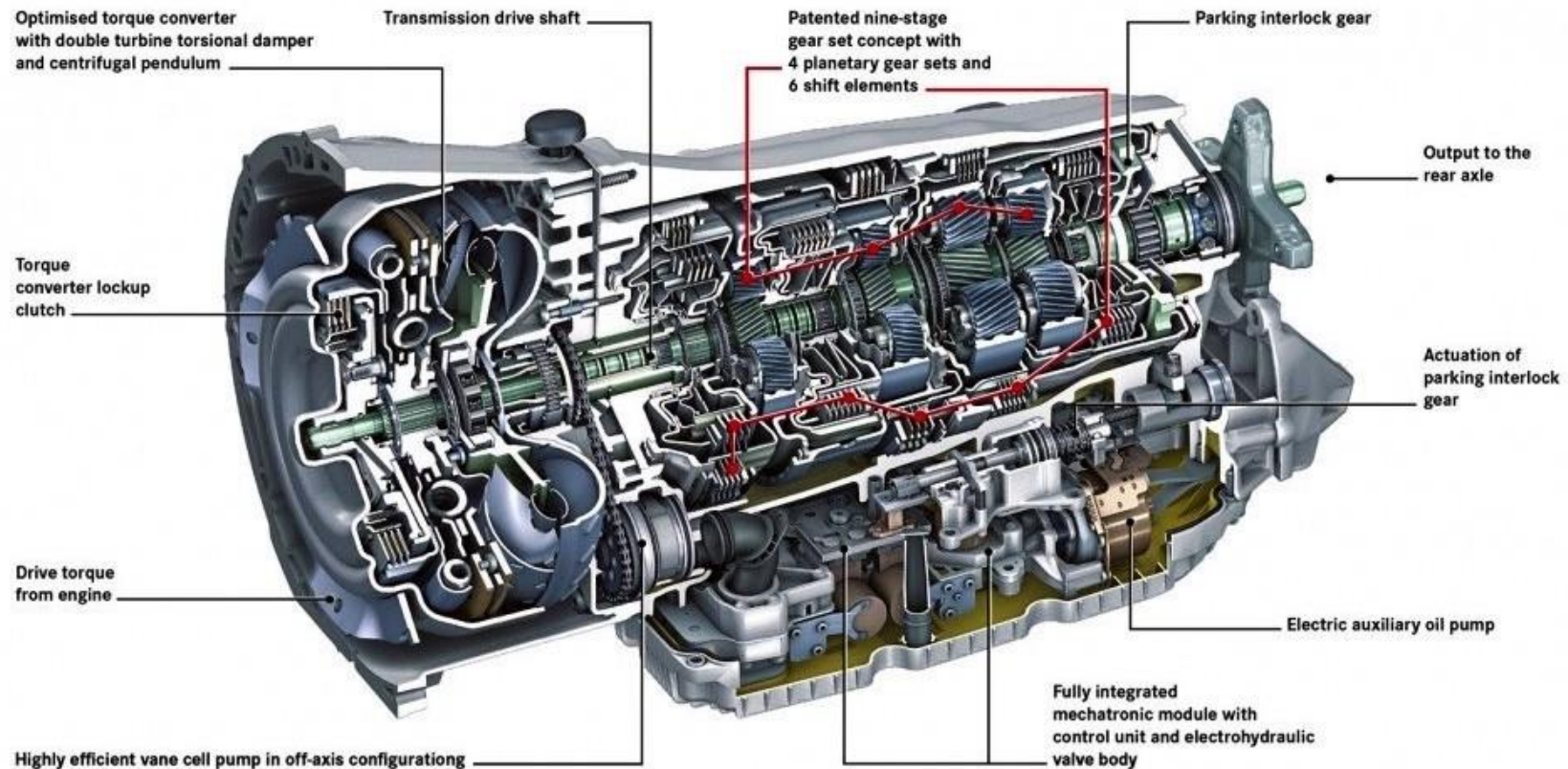


Turbinas eólicas



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

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

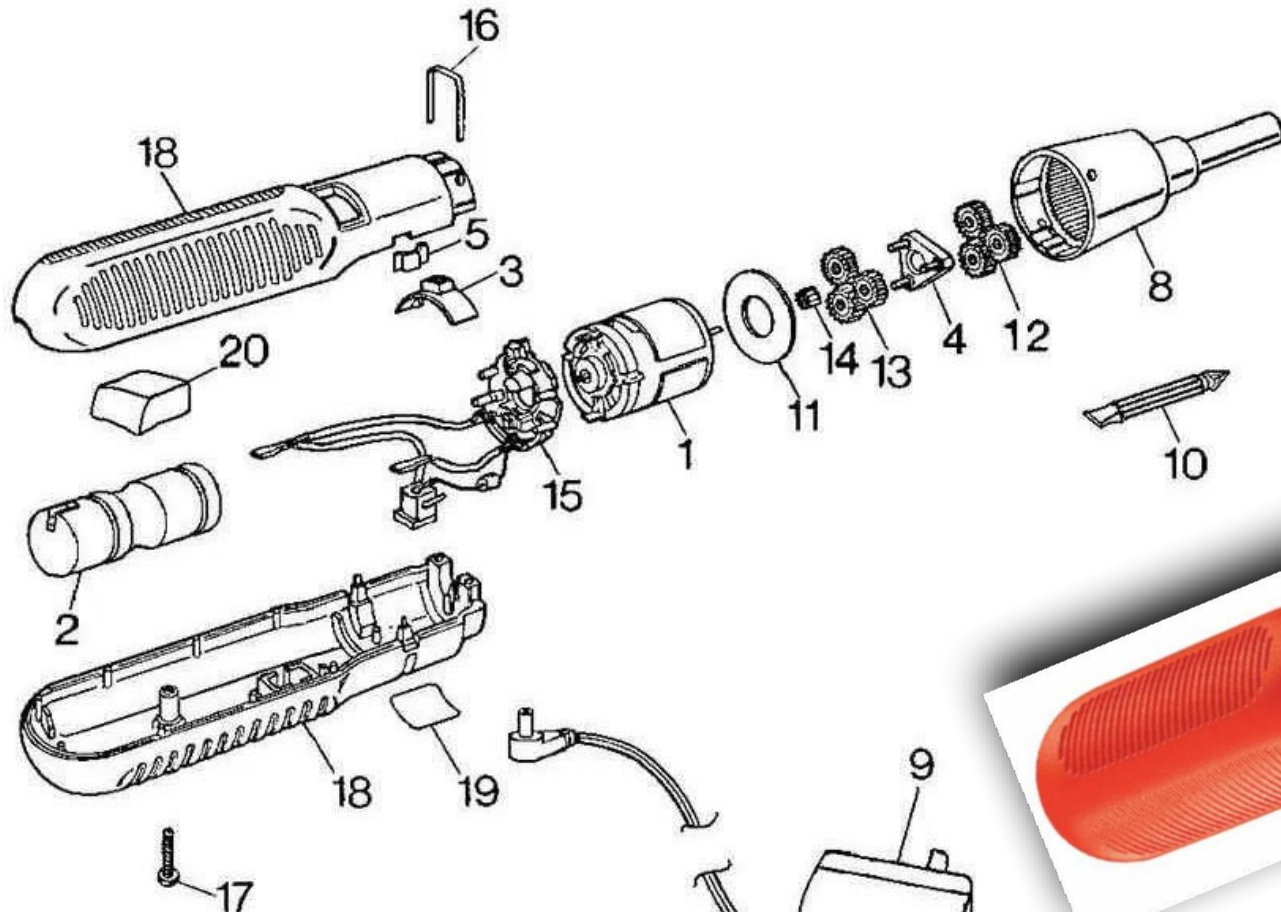


Mercedes-Benz

Arranques de motores de combustión interna.

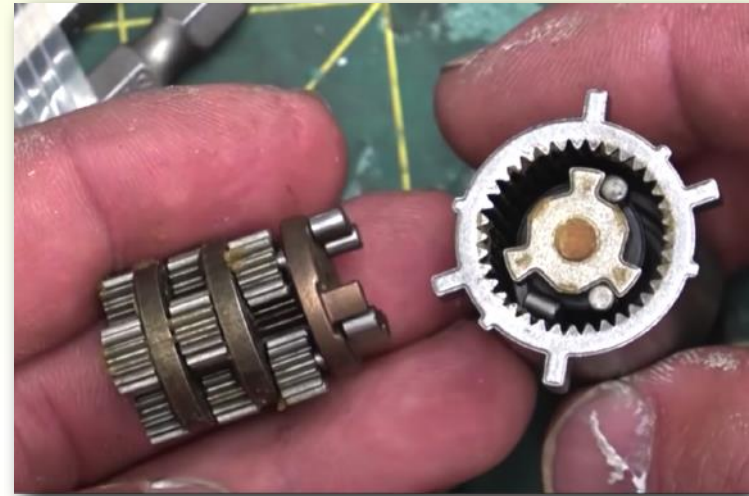
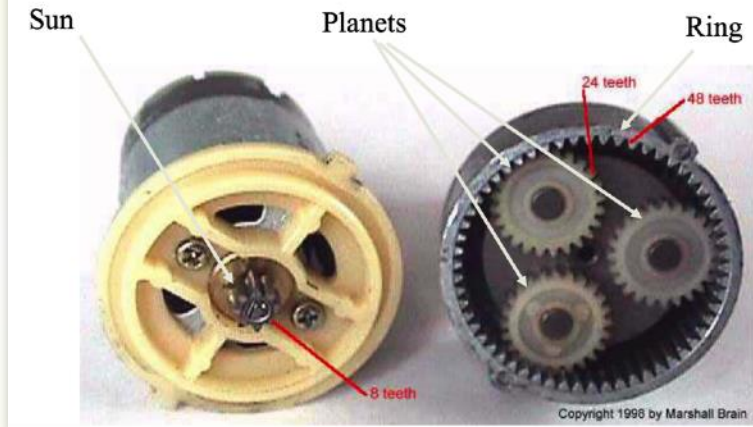


Atornilladores a batería



Atornilladores a batería

Electric Screwdriver Gearbox



Ejemplo 1

Trenes de engranajes planetarios EPI - HIPOCICLOIDAL

$$\frac{n_e - n_{ps}}{n_s - n_{ps}} = - \frac{\prod z_c}{\prod z_m}$$

Despejar n_{ps}

$$Z_1 = 15 \text{ dientes}$$

$$Z_2 = 10 \text{ dientes}$$

$$Z_3 = Z_1 + (2 \cdot Z_2)$$

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

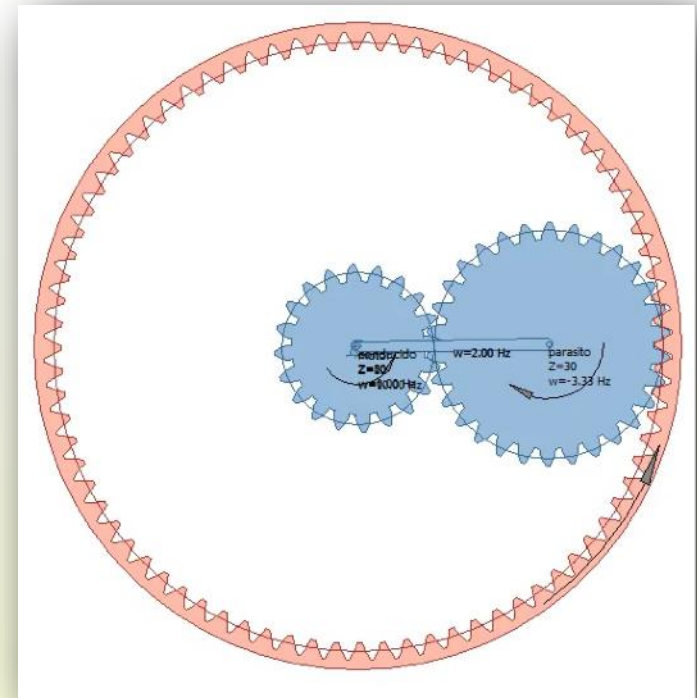
$$n_e = 10 \text{ rpm (solar)}$$

$$n_s = 0 \text{ rpm (corona)}$$

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



$\prod z_{conducidos}$: 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



$$n_{ps} = \frac{\prod z_m \cdot n_e + \prod z_c \cdot n_s}{\prod z_c + \prod z_m}$$

$$\prod z_m = 15 \cdot 10 = 150$$

$$\prod z_c = 35 \cdot 10 = 350$$

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

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

Ejemplo 2

Trenes de engranajes planetarios (EPI – HIPOCICLOIDAL)

Ejercicio atornillador a batería

$$\left. \begin{array}{l} Z_1 = 6 \text{ dientes} \\ Z_2 = 19 \text{ dientes} \end{array} \right\} \text{ Relevado}$$

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

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

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

Despejando n_e de la ecuación general:

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

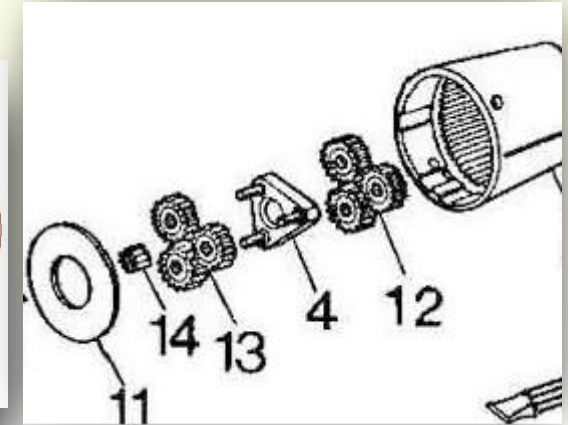
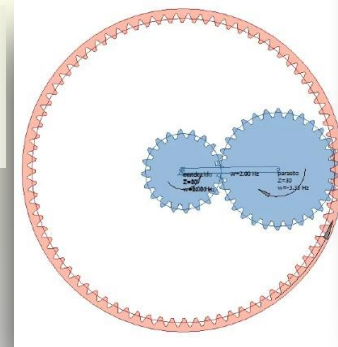
Reemplazamos las variables

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

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

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

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

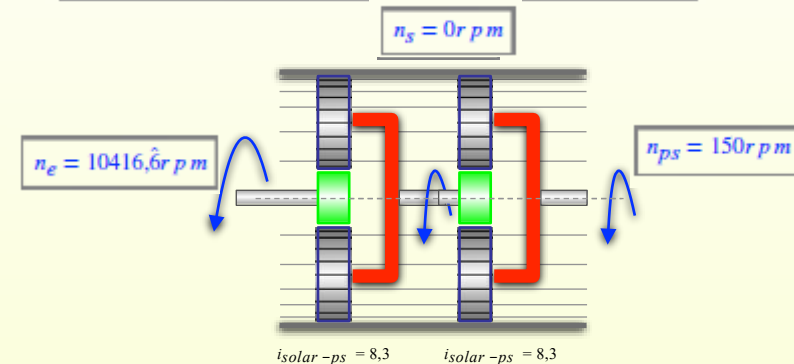


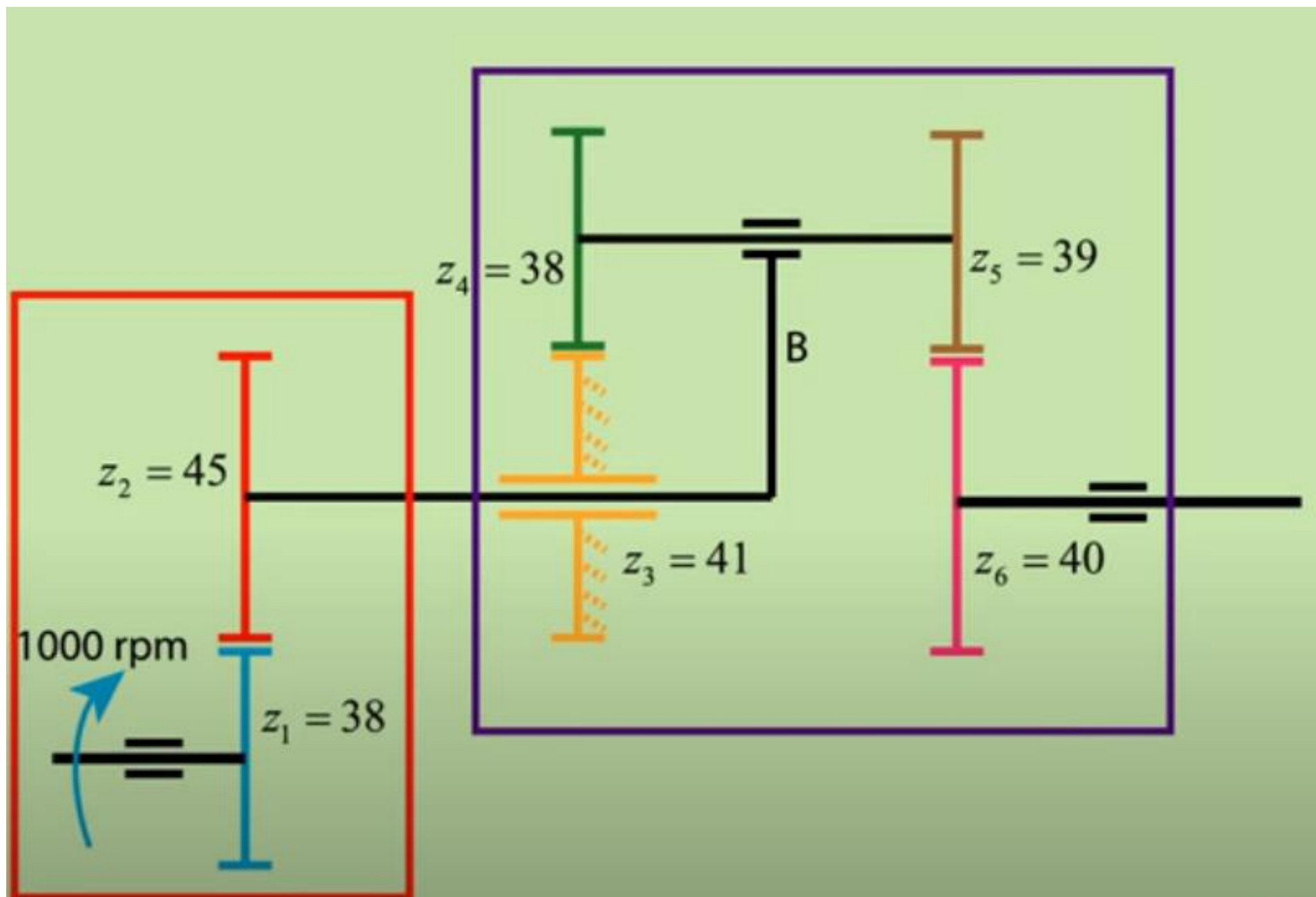
Siendo un reductor de 2 etapas

$$n_{ps} = 150 \text{ rpm} \quad n_e = ?$$

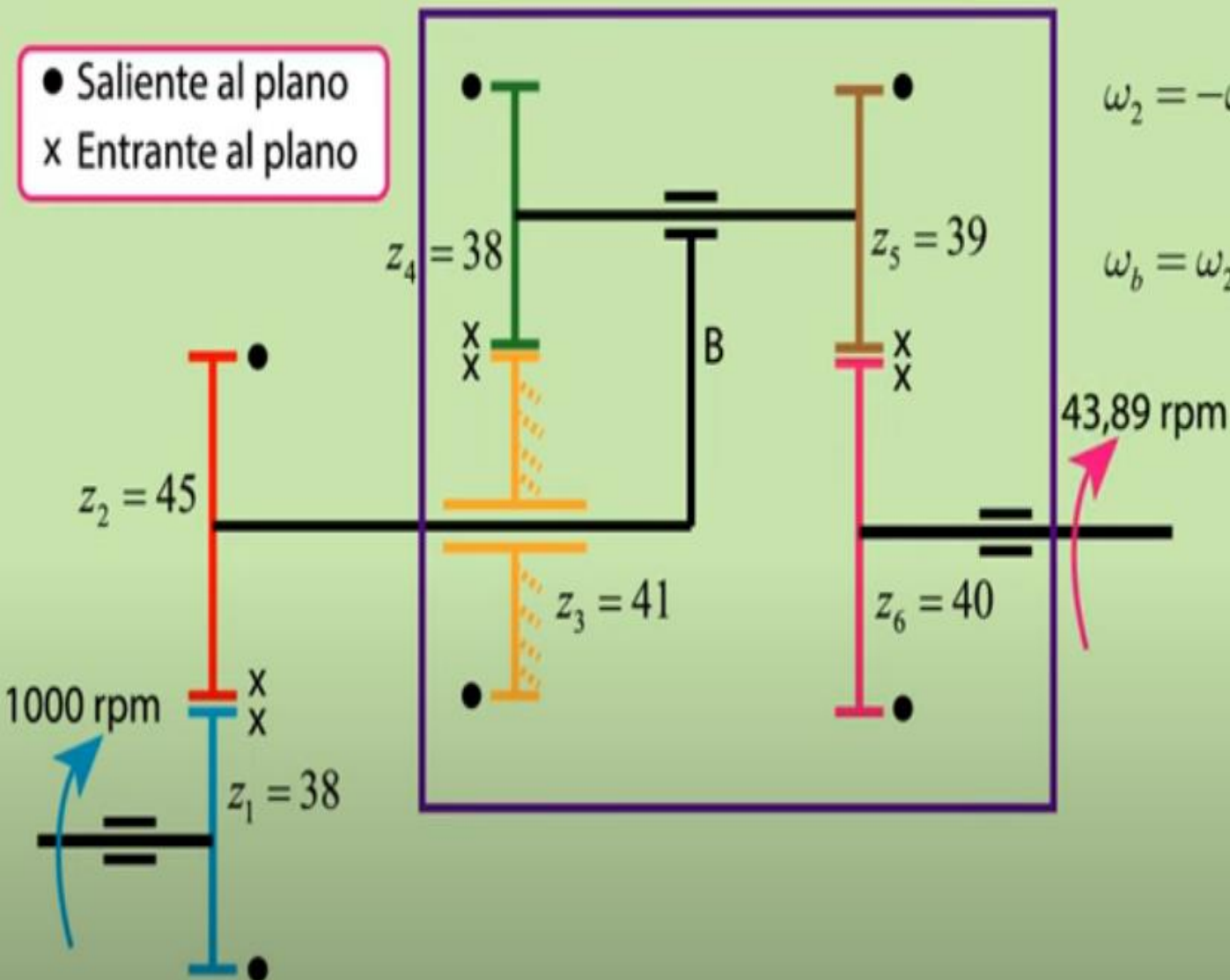
$$i_{solar-ps} = 8,3 \text{ rpm} / 1 \text{ rpm} = 8,3 \text{ (por etapa)}$$

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





- Saliente al plano
- x Entrante al plano



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

$$\omega_b = \omega_2 = -844,44 \text{ rpm}$$

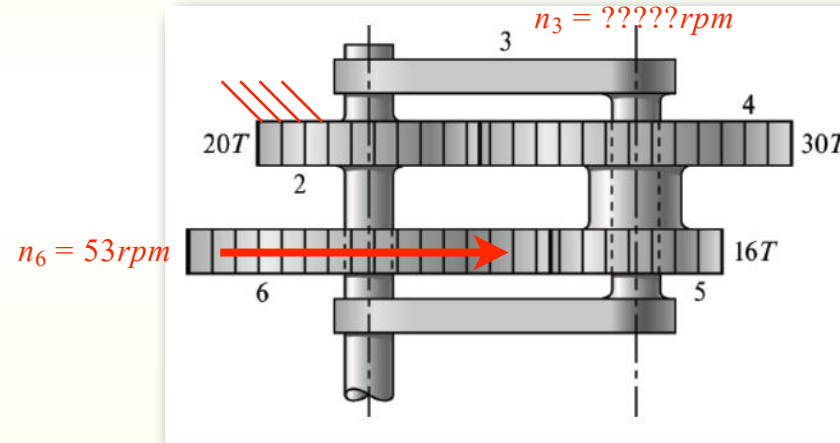
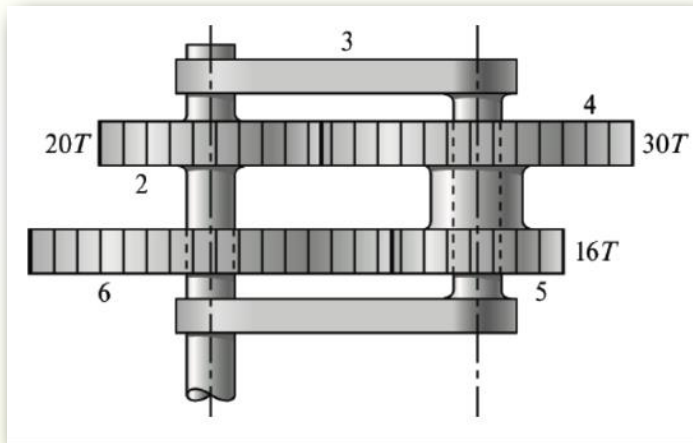
$$\frac{\omega_6 - \omega_b}{\omega_3 - \omega_b} = \frac{z_3 \cdot z_5}{z_4 \cdot z_6}$$

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

$$\omega_6 = 43,89 \text{ rpm}$$

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.



$$z_2 = 20$$

$$z_4 = 30$$

$$z_5 = 16$$

$$z_6 = ????$$

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

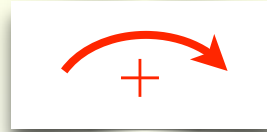
$$C_{5-6} = C_{2-4} \rightarrow \frac{m \cdot (z_2 + z_4)}{2} = \frac{m \cdot (z_5 + z_6)}{2}$$

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

$$z_6 = 34$$

Ejemplo 3 Método Willis

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



Considerando:

$$n_e = n_6 = 53rpm$$

$$n_s = n_2 = 0rpm$$

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

$$z_2 = 20$$

$$z_4 = 30$$

$$z_5 = 16$$

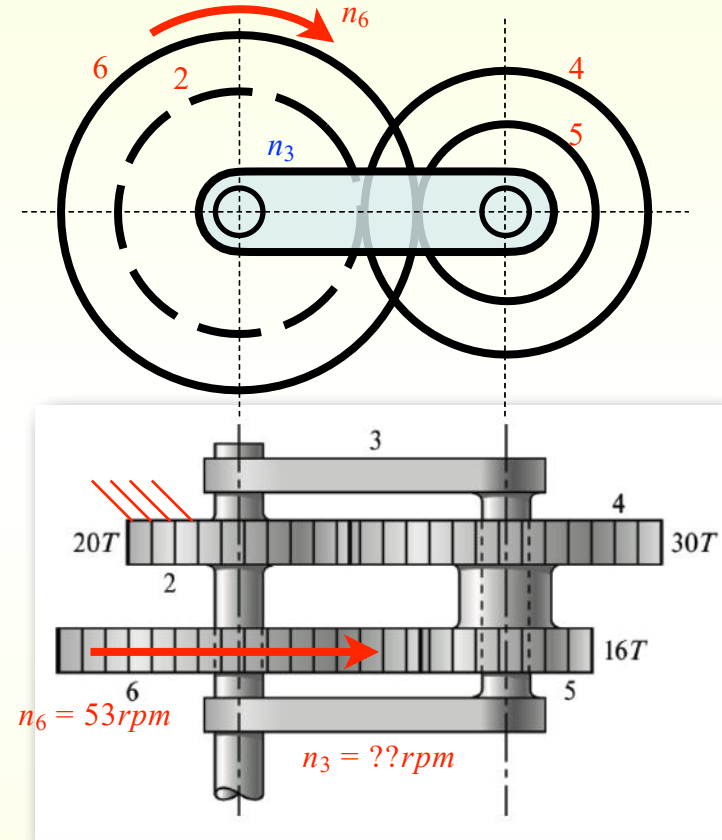
$$z_6 = 34$$

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

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

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

Resolver velocidad del portasatelites:



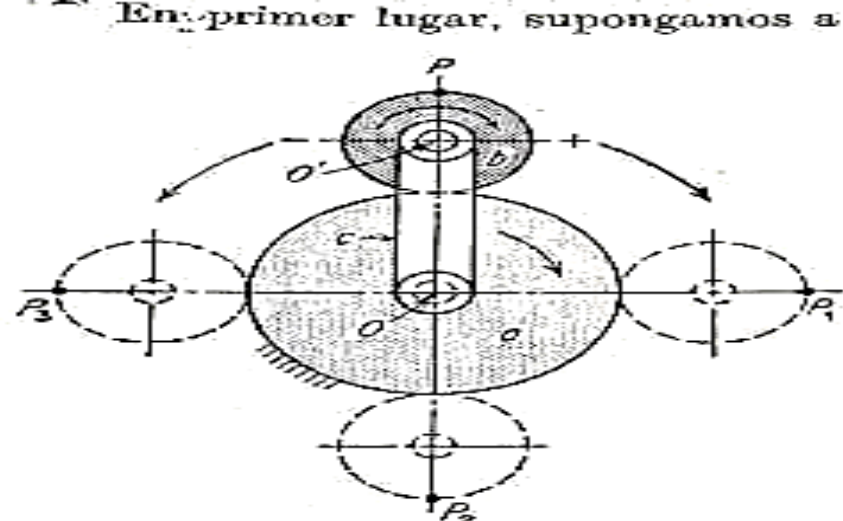


FIG. 7-10

En primer lugar, supongamos a 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.

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

	<i>elemento "a"</i> (solar)	<i>Elemento "b"</i> (satélite)	<i>Elemento "c"</i> (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 .

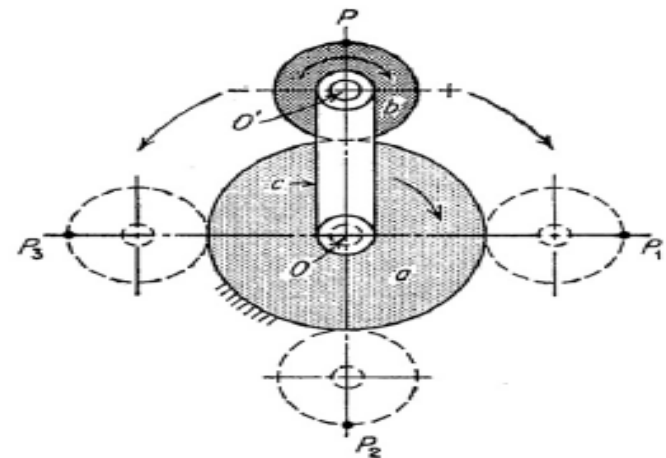


Figura 4-8: Tren epicicloidal simple (Ref.7)

	<i>elemento "a"</i> (solar)	<i>Elemento "b"</i> (satélite)	<i>Elemento "c"</i> (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 :

$$i_{b-c} = \frac{n_b}{n_c} = \frac{1 + \frac{a}{b}}{1} = 1 + \frac{a}{b} \quad \text{Ecuación 4-8}$$

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

Ejemplo 3 Método: tabular

Considerando:

$n_e = n_6 = 53rpm$

$n_s = n_2 = 0rpm$

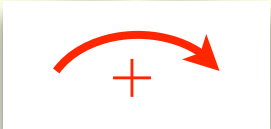
$n_{ps} = n_3 = ???rpm$

$z_2 = 20$

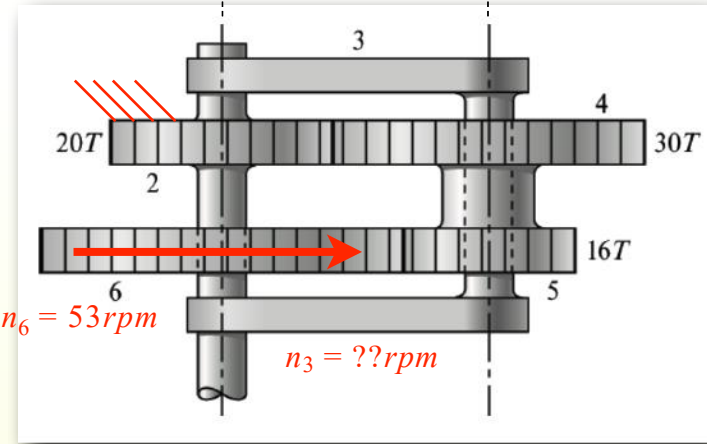
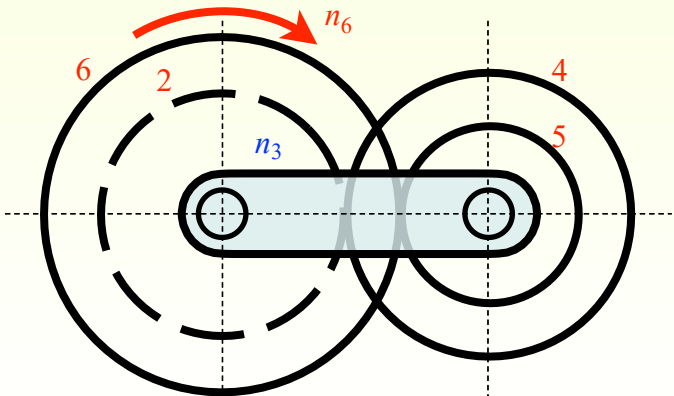
$z_4 = 30$

$z_5 = 16$

$z_6 = 34$



	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	?	?	?	?



Resolver velocidad del portasatelites:

Problema 1 Método: tabular

Considerando:

$z_2 = 20$

$z_4 = 30$

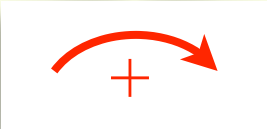
$z_5 = 16$

$z_6 = 34$

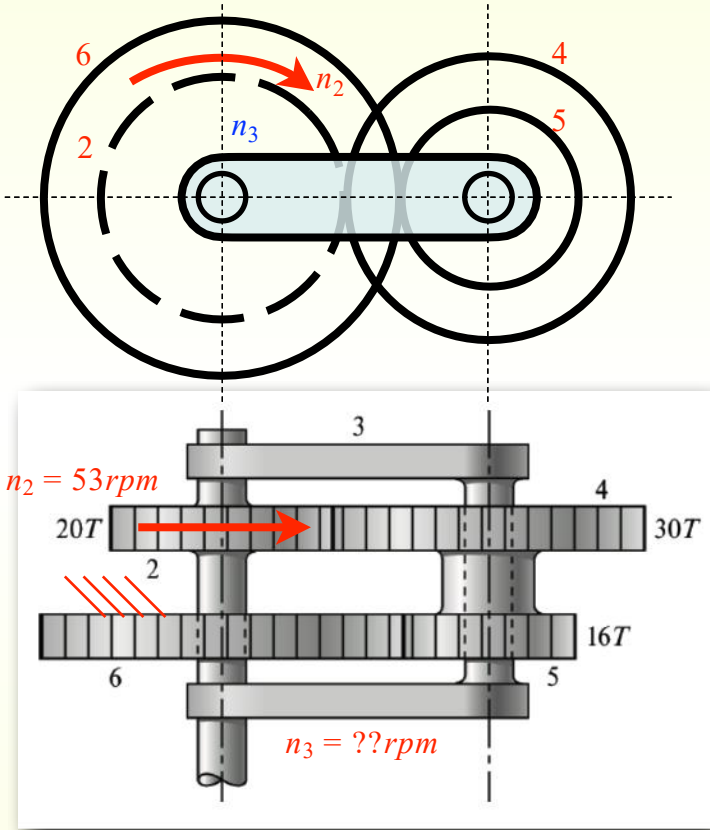
$n_e = n_2 = 53rpm$

$n_s = n_6 = 0rpm$

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



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



Problema 2 Método: tabular

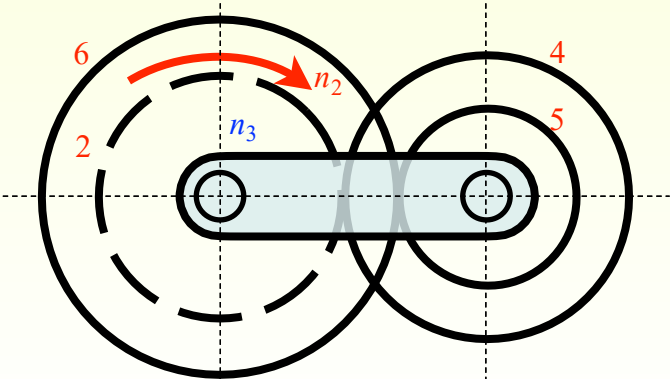
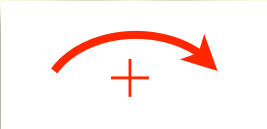
Considerando:

$z_2 = 49$
 $z_4 = 47$
 $z_5 = 48$
 $z_6 = 48$

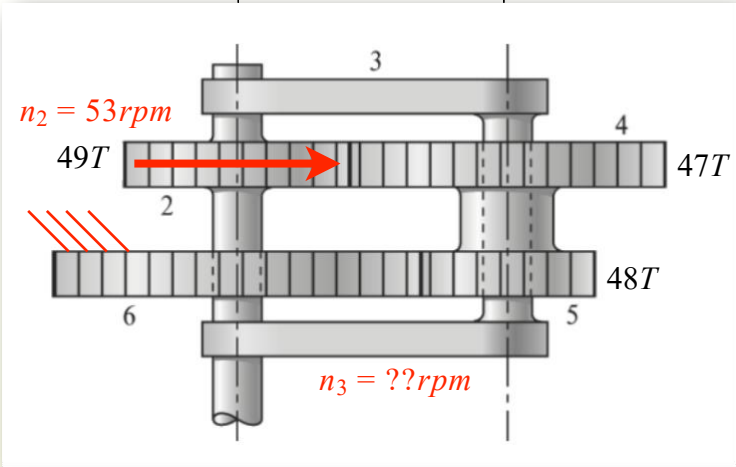
$n_e = n_2 = 53rpm$

$n_s = n_6 = 0rpm$

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



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



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?

$z_2 = 12$

$z_3 = 16$

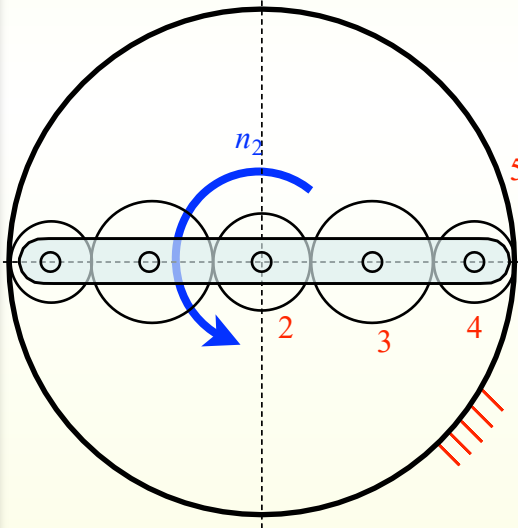
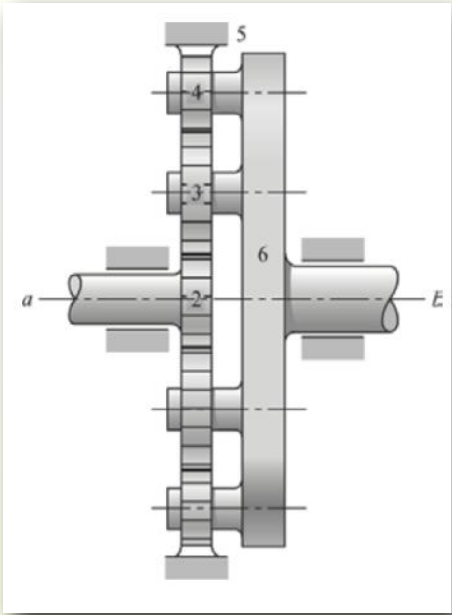
$z_4 = 12$

$z_5 = ??$

$n_e = n_2 = 320rpm$
 $n_s = n_5 = 0rpm$
 $n_{ps} = n_6 = ???rpm$

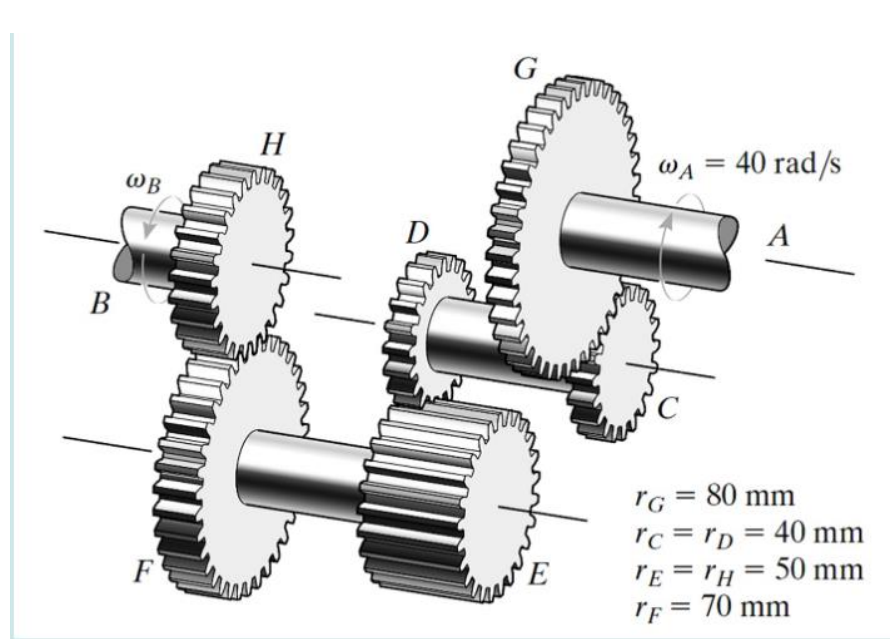
$Z_5 = Z_2 + (2 \cdot Z_3) + (2 \cdot Z_4)$
 $z_5 = 68$

	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 **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

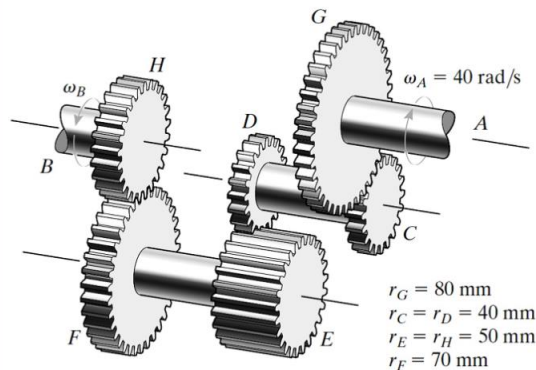
Determinar la velocidad angular del **eje B** en **radianes / seg** y **rpm**.

$\omega_B =$ **rad/seg**

$n_B =$ **rpm**

Seleccionar los valores correctos y arrastrarlos a la variable correspondiente.

- 171
- 90
- 18
- 856
- 611
- 64
- 239
- 25



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

$\omega_B =$ rad/seg

$n_B =$ rpm

Seleccionar los valores correctos y arrastrarlos a la variable correspondiente.

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%

$\omega_B =$ rad/seg

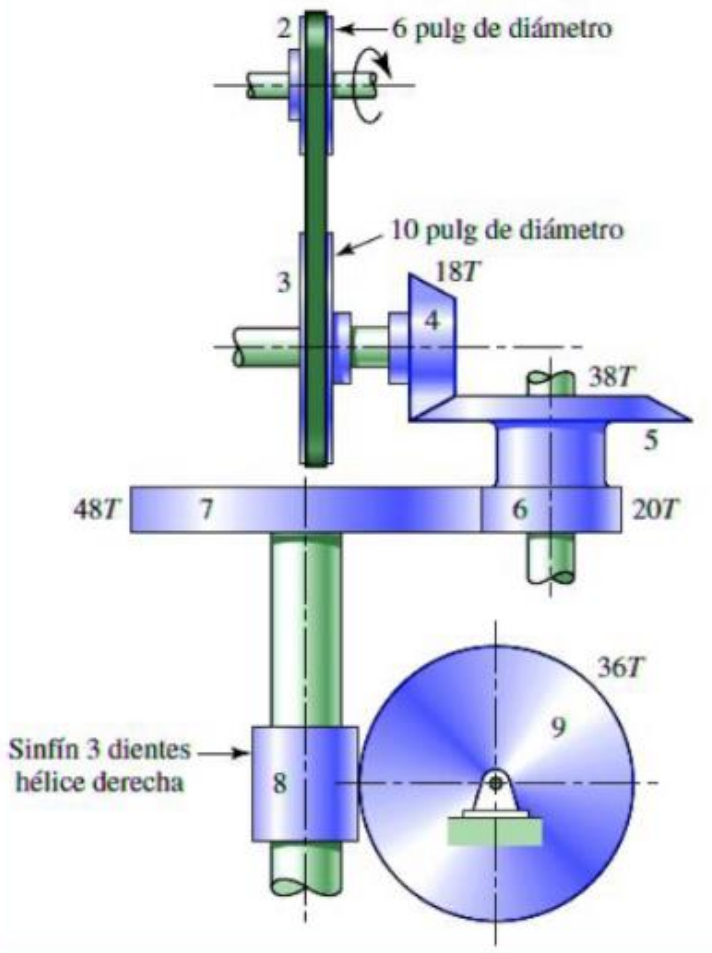
$n_B =$ rpm

Seleccionar los valores correctos y arrastrarlos a la variable correspondiente.

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 sinfín-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 18° DE ANGULO DE HELICE**. Seleccionar la unidad correspondiente

¿Que sentido de rotación tiene el engrane 9?

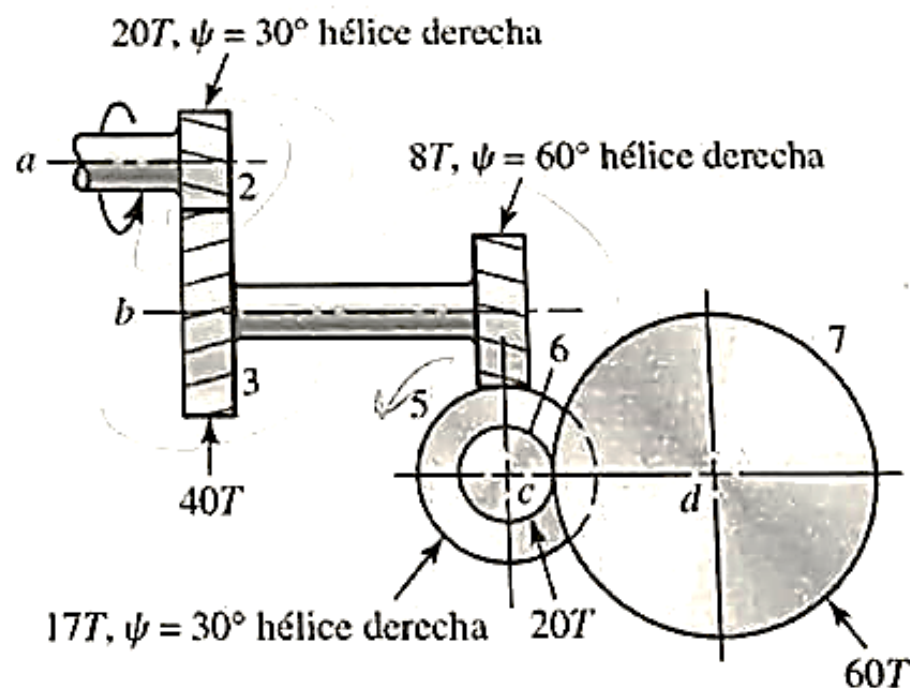
Determinar **EL TORQUE** transmitido al engrane 9, considerando que no hay perdidas mecánicas en la transmisión. Seleccionar la unidad correspondiente

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

$\phi = 20^\circ$

$n_2 = 600$ rpm

datos de las ruedas

$z_2 = 20$ dientes $\Psi_2 = 30^\circ$ derecha

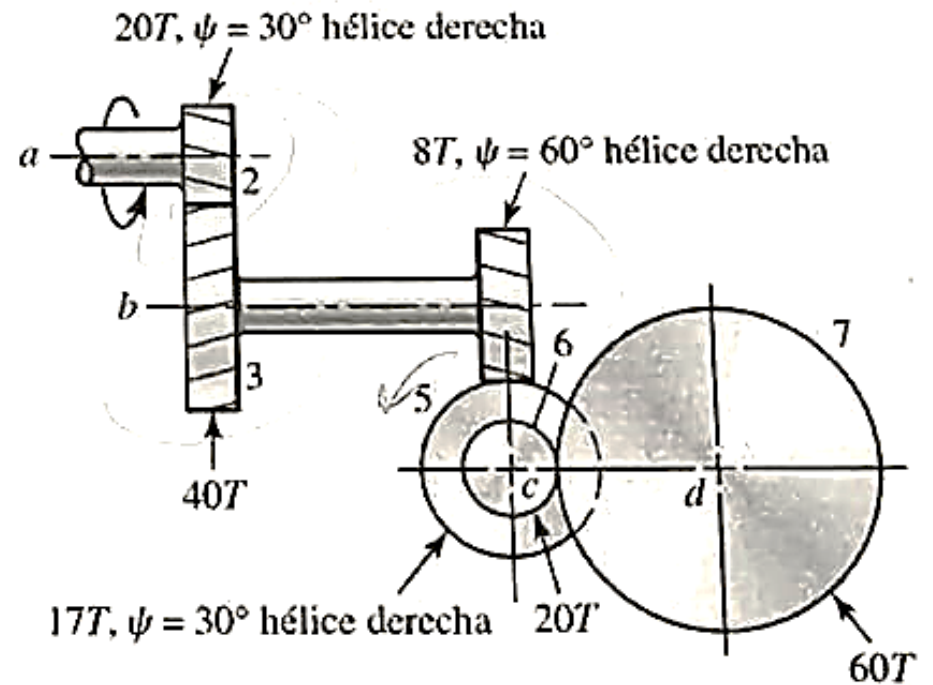
$z_3 = 40$ dientes $\Psi_3 = 30^\circ$ izquierda

$z_4 = 8$ dientes $\Psi_4 = 60^\circ$ derecha

$z_5 = 17$ dientes $\Psi_5 = 30^\circ$ derecha

$z_6 = 20$ dientes $\Psi_6 = 0^\circ$

$z_7 = 60$ dientes $\Psi_7 = 0^\circ$



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

Conductores= Z2, Z4 y Z6

Conducidos= Z3, Z5 y Z7

Reemplazo en la fórmula en relación a n_7/n_2

b) Fuerza axial generada por los engranajes helicoidales

$$W_a = W_t \cdot \tan \Psi$$

$$P = 5 \text{ HP}$$

$$m_n = 4 \text{ mm}$$

Ángulo de presión = 20°

En el eje b tenemos d_{p2}

$$m_t = d_{p2} / Z$$

$$m_n = m_t \cos$$

$$(\beta) \quad m_t \cdot Z = d_{p2}$$

$$W_t = P / v_t$$

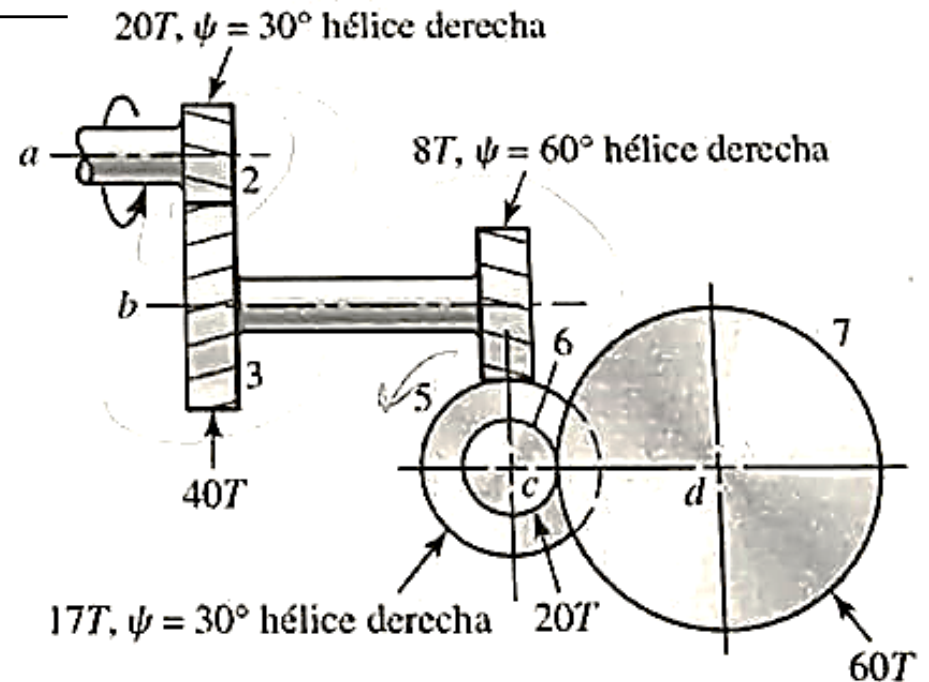
La velocidad angular w la paso a rad/seg

Despejo v_t y reemplazo

Reemplazo la fórmula d_{p2}

Reemplazo w_{t23}

$$W_{axial \ 23} = w_{t23} \cdot \tan \Psi$$



El torque producido en la rueda 3

$$Dp3 = (m3.Z3) / \cos \Psi3$$

$$Tb = wt2 - 3.(db3/2)$$

Dicho torque se transmite a la rueda 4 a la 5

$$Dp4 = (m4.Z4)/(\cos \Psi4)$$

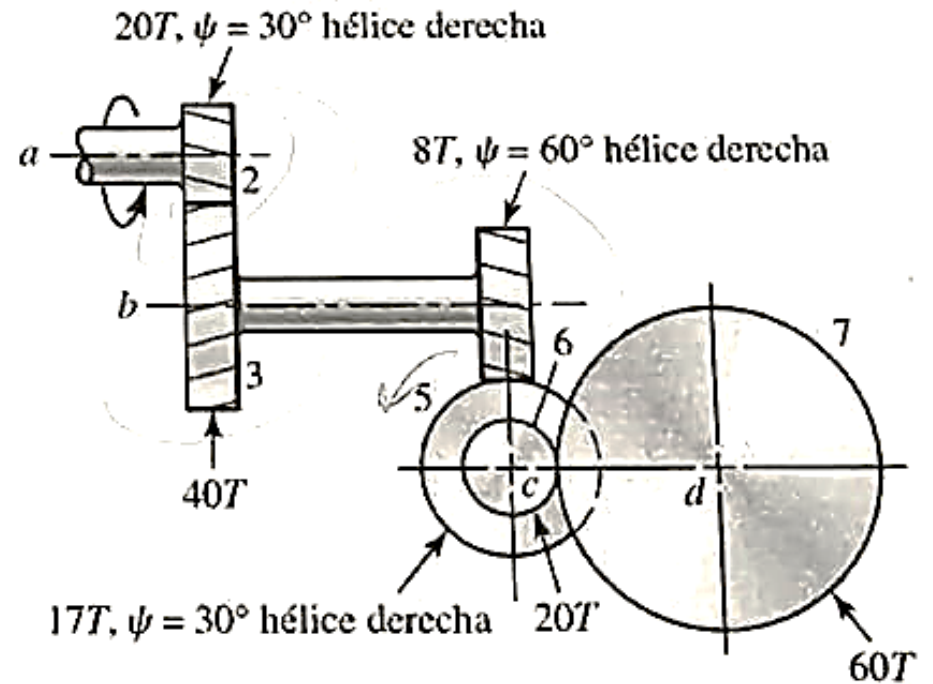
$$Wt4 \rightarrow 5 = Tb * (2/dp4)$$

$$Wa4 = wt4 = 5 . \tan \Psi$$

$$Wa \text{ eje } b = wa2 \rightarrow 3 + wa4 \rightarrow 5 = 7715.47N$$

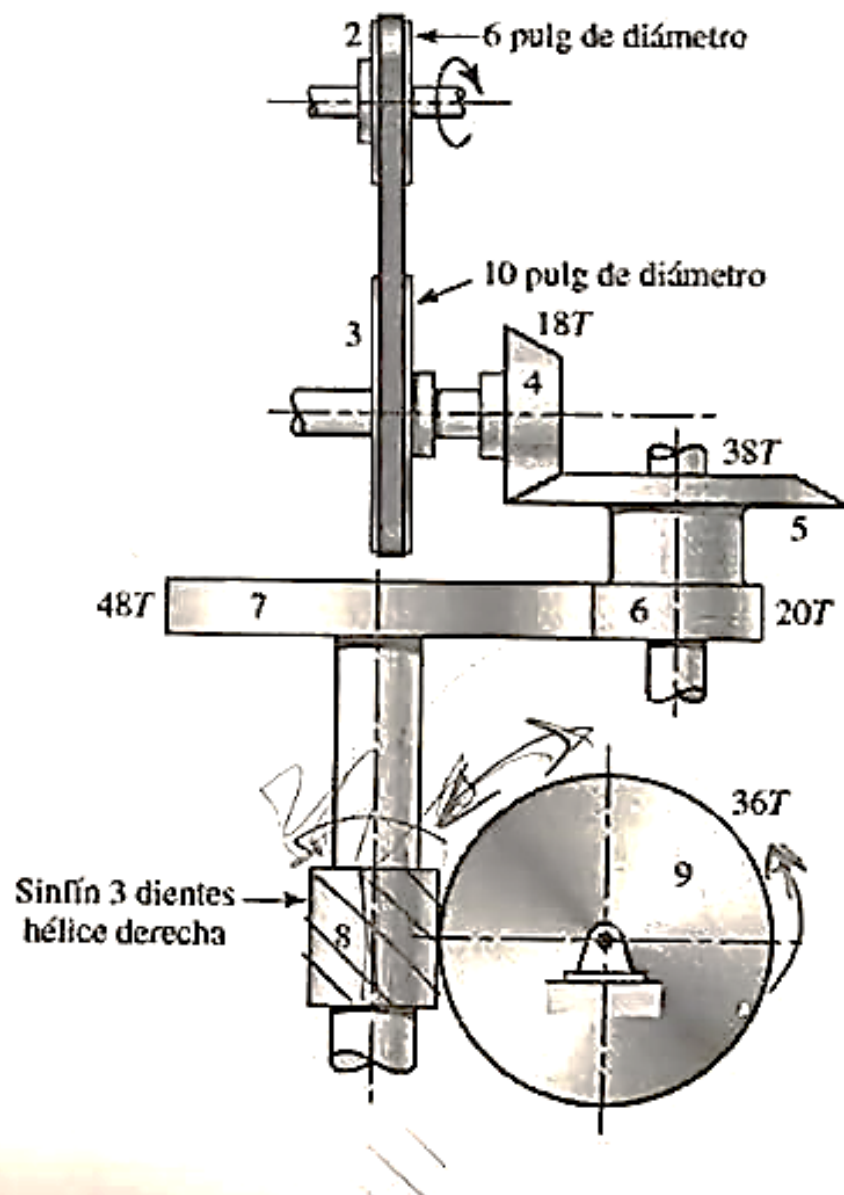
c) el torque en el eje d

$$e = ns/ne = Te/Ts$$



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.

- Determine la velocidad y sentido de rotación de la corona 9.
- ¿Cuál es el torque aplicado en el eje d ? Despreciar las perdidas mecánicas.
- 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



$$n_2 = 1200 \text{ rpm}$$

a)

$$\frac{n_3}{n_2} = \frac{\prod Z_{\text{conducidos}}}{\prod Z_{\text{productores}}}$$

$i = n_2/n_3 = d_3/d_2$ despejamos n_3 nos queda $n_3 = d_2/d_3 \cdot 1200 \text{ rpm}$

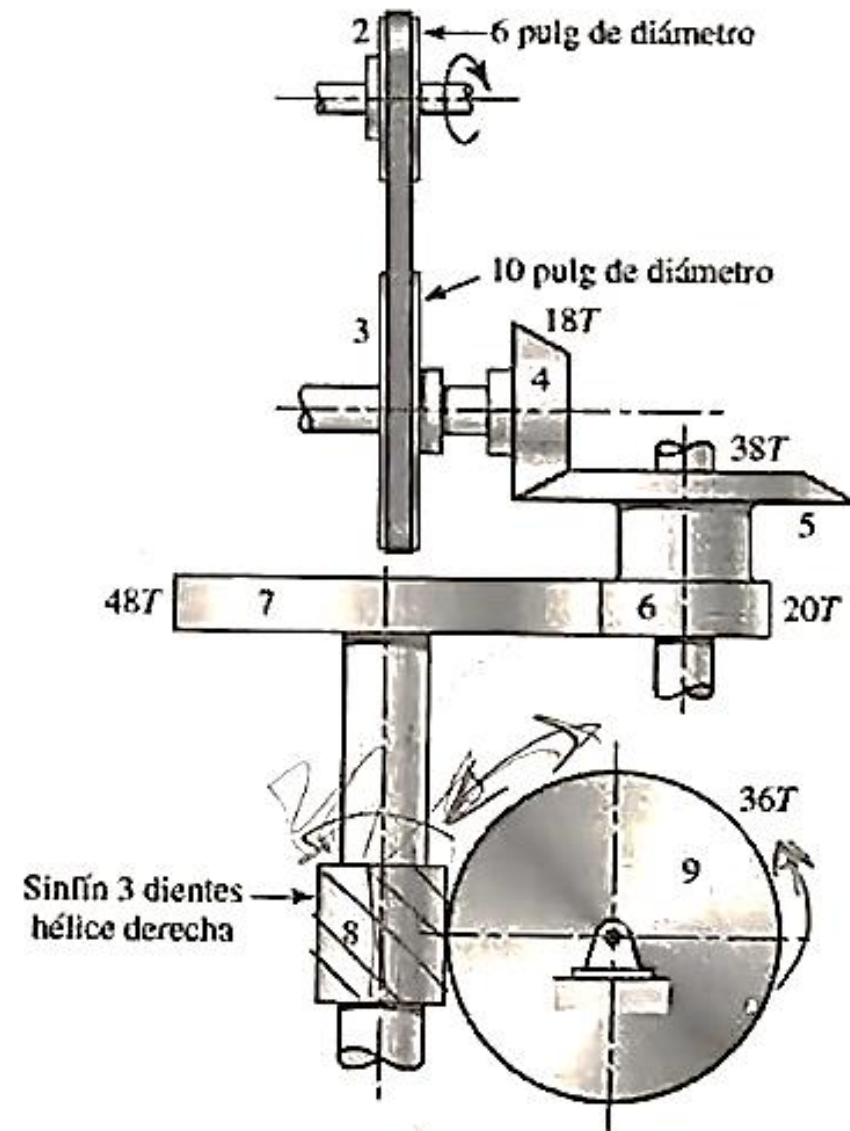
$$n_3 = 720 \text{ rpm} \quad n_3 = n_4 = 720 \text{ rpm}$$

teniendo en cuenta las ruedas conductoras y conducidas

$$n_9 / n_4 = (Z_4 \cdot Z_6 \cdot Z_3) / (Z_5 \cdot Z_7 \cdot Z_9) \quad \text{DESPEJAMOS } n_9$$

$$= ((18 \cdot 20 \cdot 3) / (38 \cdot 48 \cdot 36)) \cdot n_4$$

$$n_9 = 11,8 \text{ rpm antihorario}$$



a) Torque aplicado eje d

$$n_6 = n_2 \cdot (Z_4 / Z_6) = 1200 \text{ rpm} \cdot (18 / 20) = 1080 \text{ rpm}$$

$n_6 = 1080 \text{ rpm}$

$$\tau_d = P / (2 \pi \cdot n_3 / 60) = (3 \cdot 746) / (2 \pi \cdot (1080 \text{ rpm} / 60)) = 19,79 \text{ Nm}$$

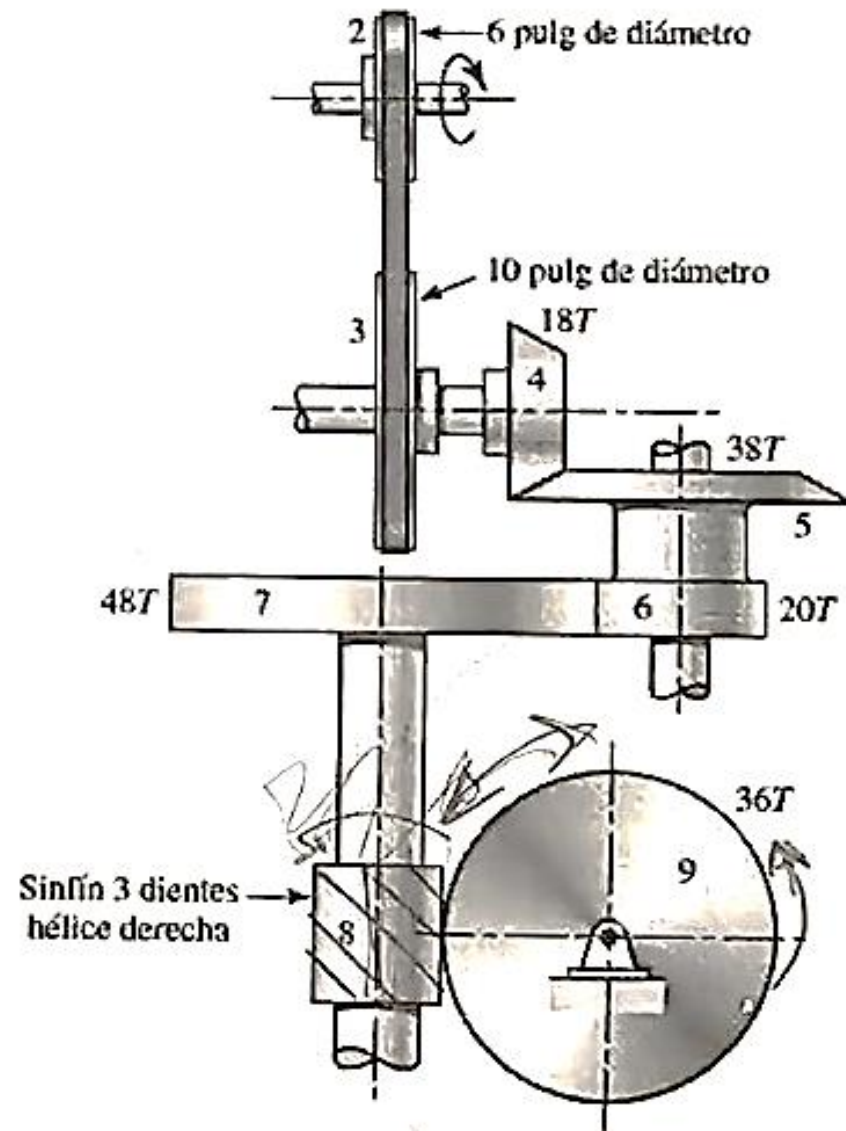
$$T_i = 19,79 \text{ Nm} \cdot (n_2 / n_9) = 19,79 \text{ Nm} \cdot (1200 \text{ rpm} / 11,8 \text{ rpm}) = 2005 \text{ Nm}$$

a) $d_{p7} = m \cdot Z_7 = 2,5 \cdot 48 = 120 \text{ mm}$

$$v_t = (\pi d_{p7} \cdot n_7) / 60 = \pi \cdot 0,12 \cdot 20 / 60 = 0,126 \text{ m/s}$$

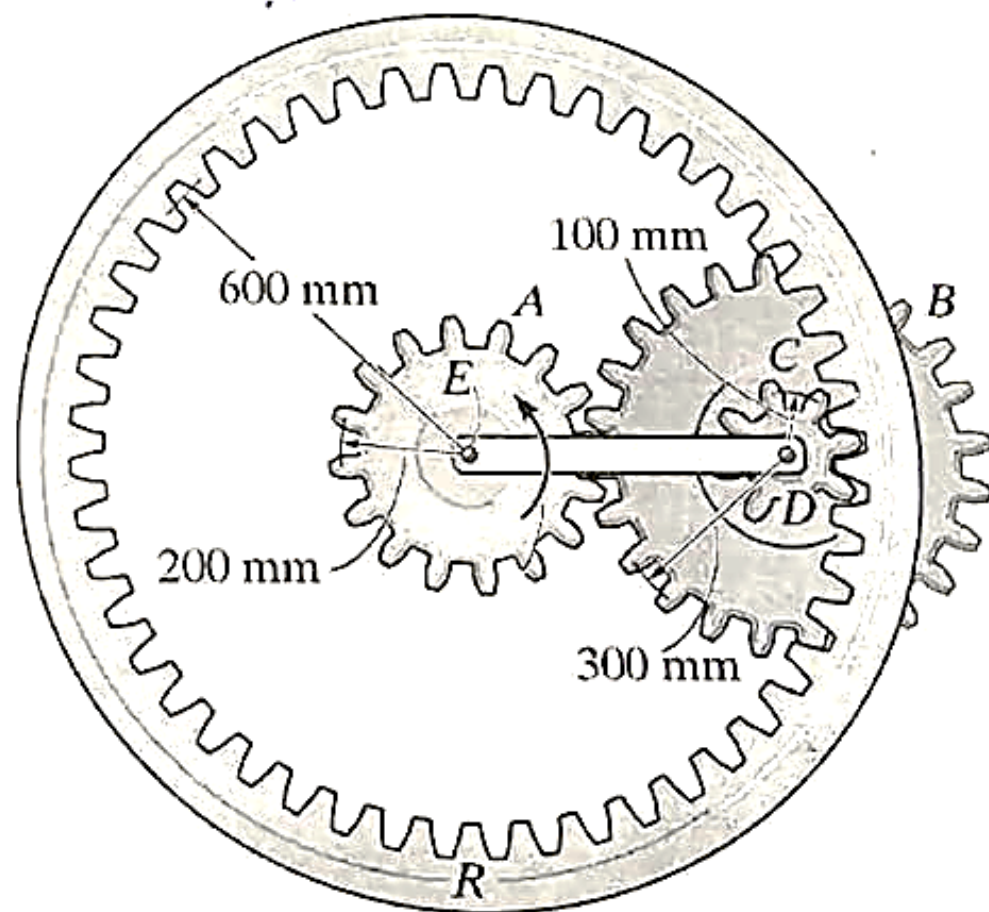
$k_v = (3,5 + \sqrt{0,126}) / 3,56$ fórmula de Shigley
 $k_v = 1,1$ de tabla $Y = 0,322$

Lewis $F = (W_t \cdot K_v) / (\sigma_m \cdot Y) = (17762 \cdot 1,1) / (248 \cdot 2,5 \cdot 0,322)$

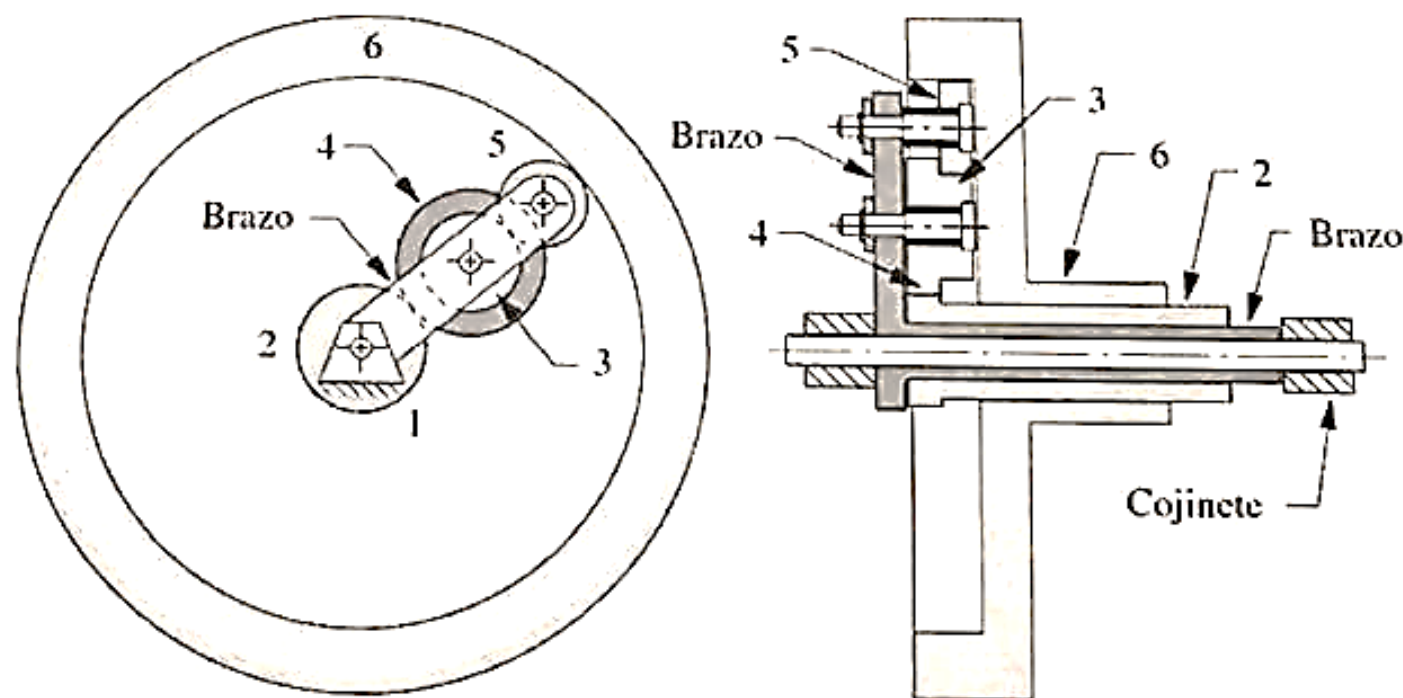


3. El sistema planetario mostrado en la figura se utiliza en una transmisión automática de automóviles. Al ser un sistema con dos grados de libertad, es muy versátil para obtener distintas relaciones de velocidad, bloqueando o liberando ciertos elementos. Se solicita determinar la velocidad en el árbol A y el sentido de giro, si el engrane solar S gira a $\omega_s = 5 \text{ rad/seg}$ 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.

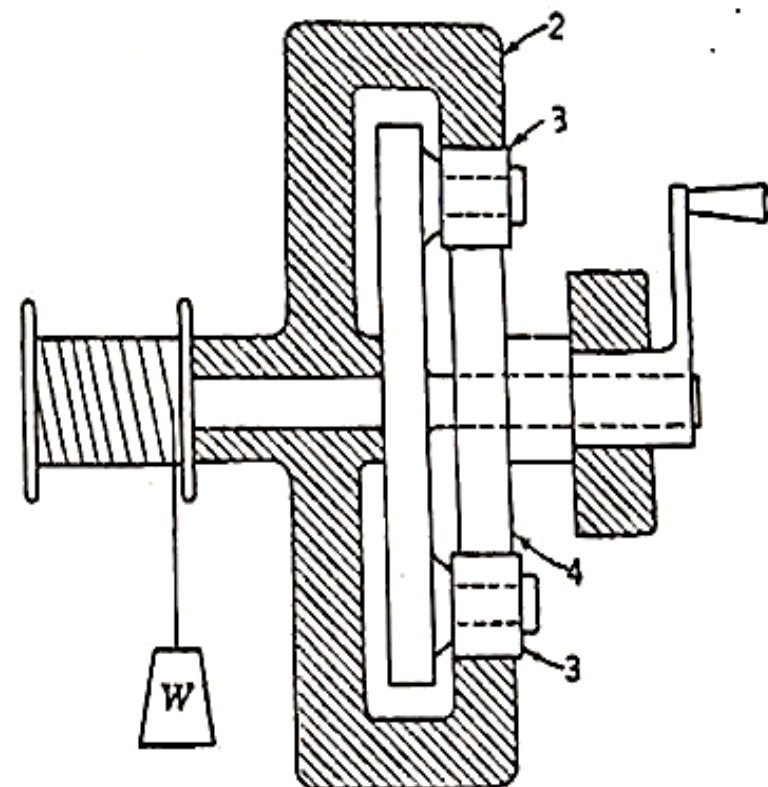


Caso	N_2	N_3	N_4	N_5	N_6	ω_2	ω_6	ω_{brazo}
a	30	25	45	50	200	?	20	-50
b	30	25	45	50	200	30	?	-90
c	30	25	45	50	200	50	0	?

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 $\omega_A = 188,5$ 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.

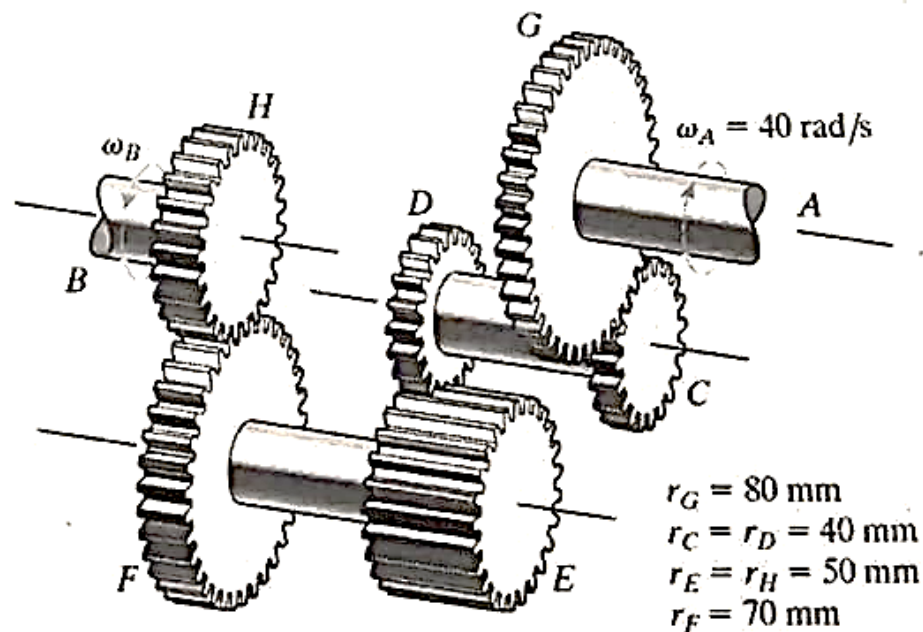
Rta: $n_B = 900$ rpm; $n_{DE} = 180$ rpm

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 127 mm, y el cable tiene 5 mm de diámetro, y el Calcular:



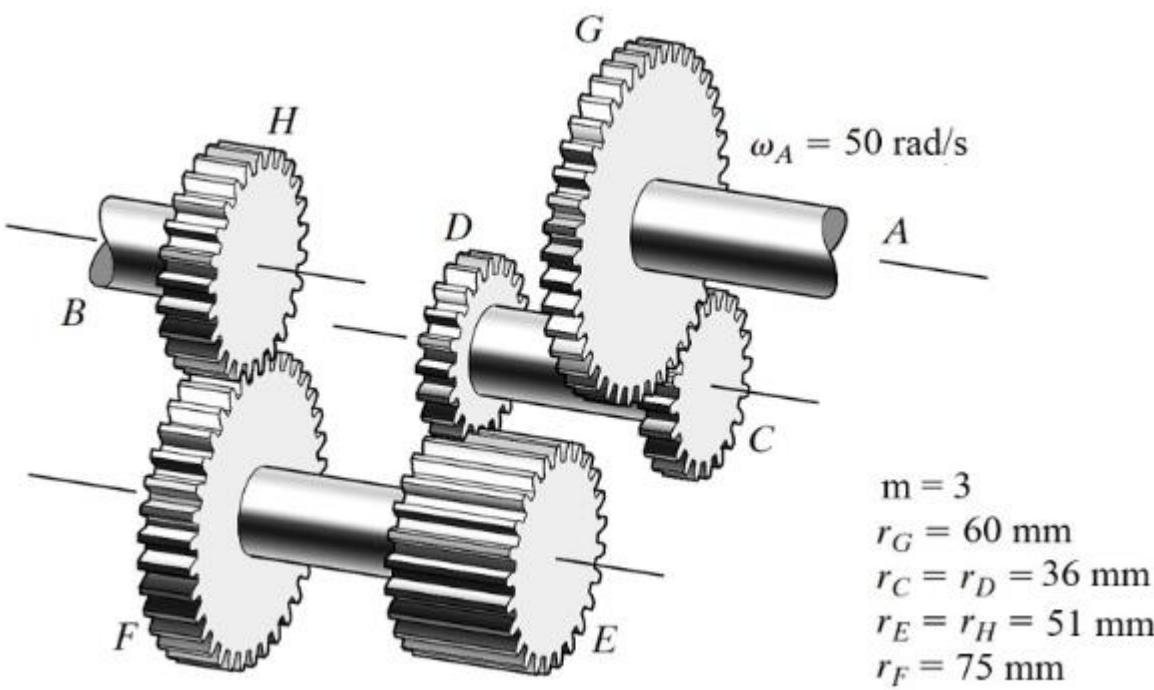
- Cantidad de dientes de los engranes satélites.
- El peso W levantado si se aplica sobre la manivela una fuerza de 350 N. (se desprecian los rozamientos)
- Cantidad de vueltas a la manivela para izar la carga una altura de 3 mt (se considera que el cable solamente enrolla sobre la superficie del tambor,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

- $\omega_B =$ **rad/seg**
- $n_B =$ **rpm**

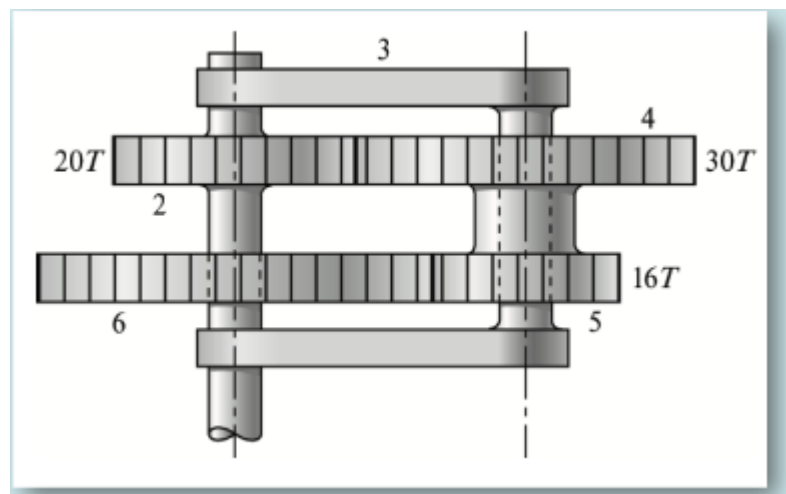
Determinar la velocidad angular del **eje B** en **radianes / seg** y **rpm** SI EL REDUCTOR ESTUVIESE COMPUESTO POR ENGRANAJES DE DENTADO HELICOIDAL DE 20°.

- $\omega_B =$ **rad/seg**
- $n_B =$ **rpm**

Trabajo practico EM_REDUCTORES DE ENGRANAJES II

Problema N°1

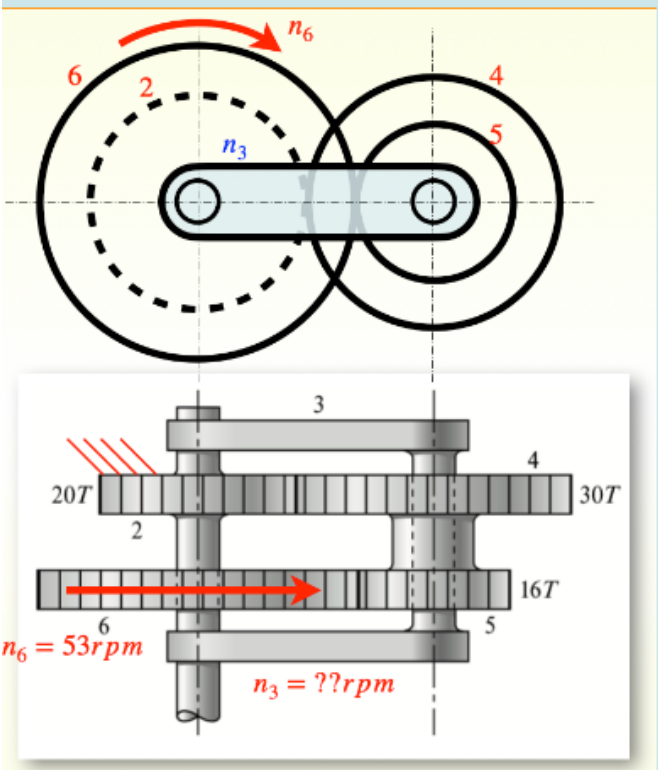
En el caso del tren de engranes planetario de la figura, el **engrane 2 esta fijo**, y el **engrane 6 se impulsa a 53 rpm** en el sentido de las agujas del reloj, viéndolo desde la parte inferior de la figura. El módulo es el mismo para todos los engranes. Las cantidades de dientes de los engranes estan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



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

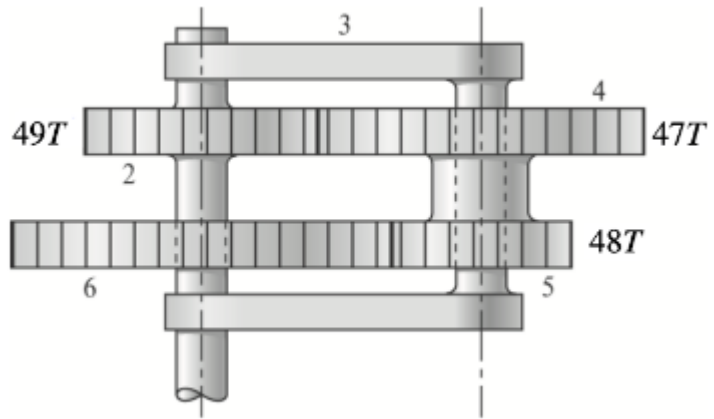
Usar **fórmula de Willis** y **Método tabular**.

El sentido de giro resultante queda determinado por el signo.



Problema N°2

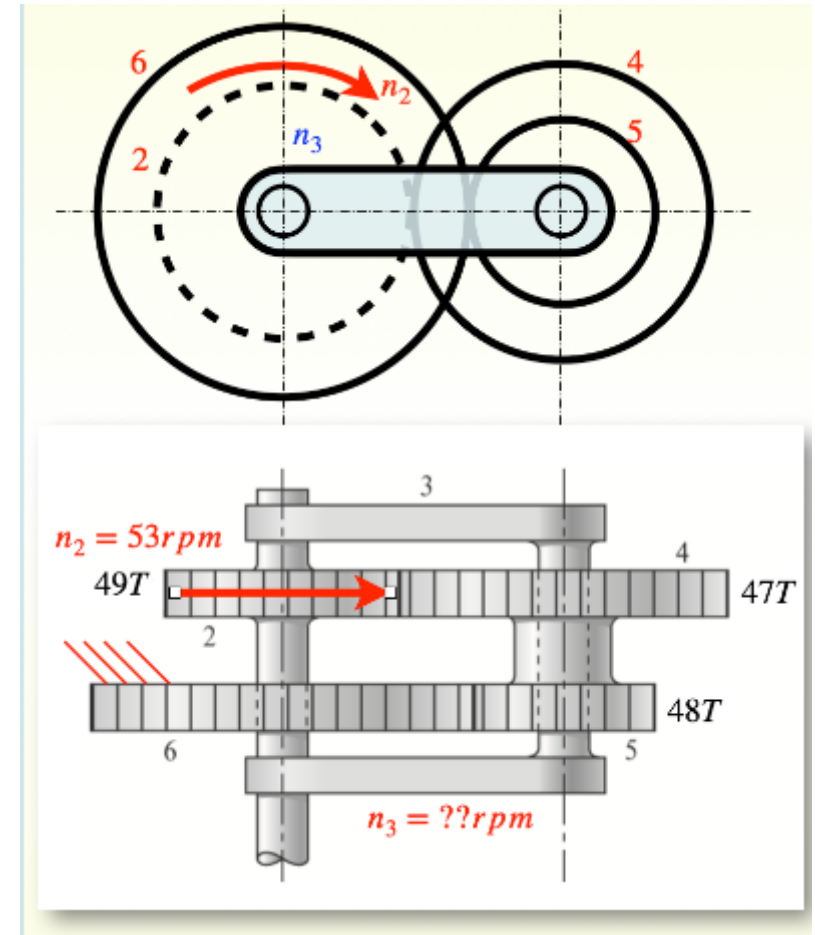
En el caso del tren de engranes planetario de la figura, el **engrane 6** está fijo, y el **engrane 2** se impulsa a **53 rpm** en sentido horario, viéndolo desde la parte inferior de la figura. El módulo es el mismo para todos los engranes. Las cantidades de dientes de los engranes están indicadas en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



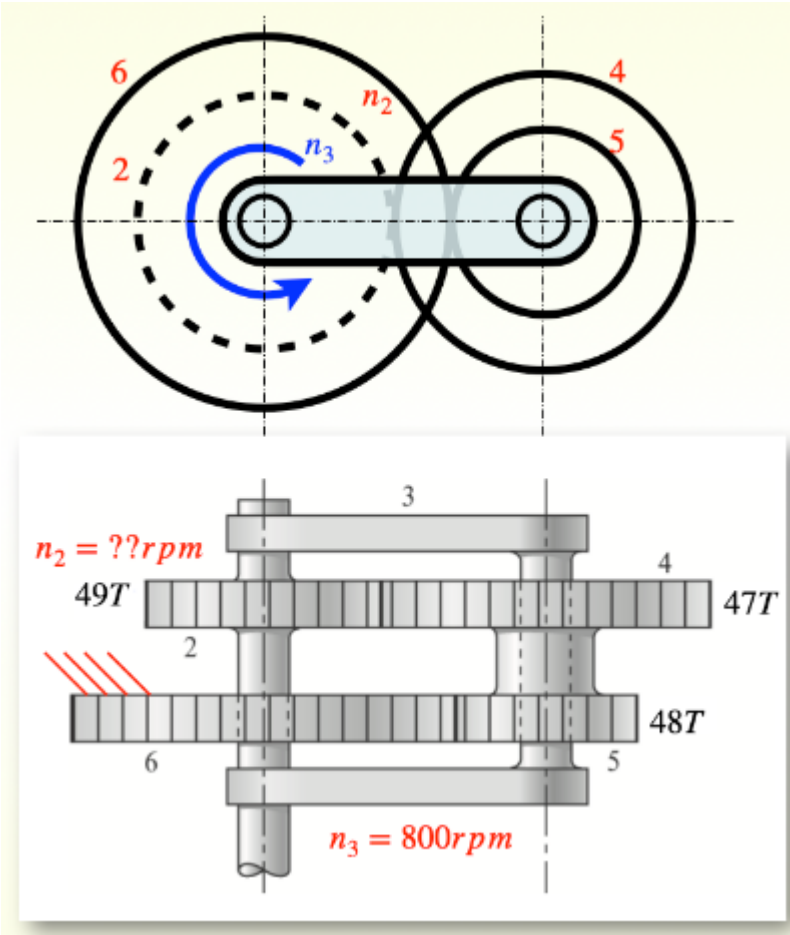
Calcular la velocidad de rotación del brazo portas atélites, teniendo en cuenta la convención de signos: horario = +

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

El sentido de giro queda determinado por el signo.

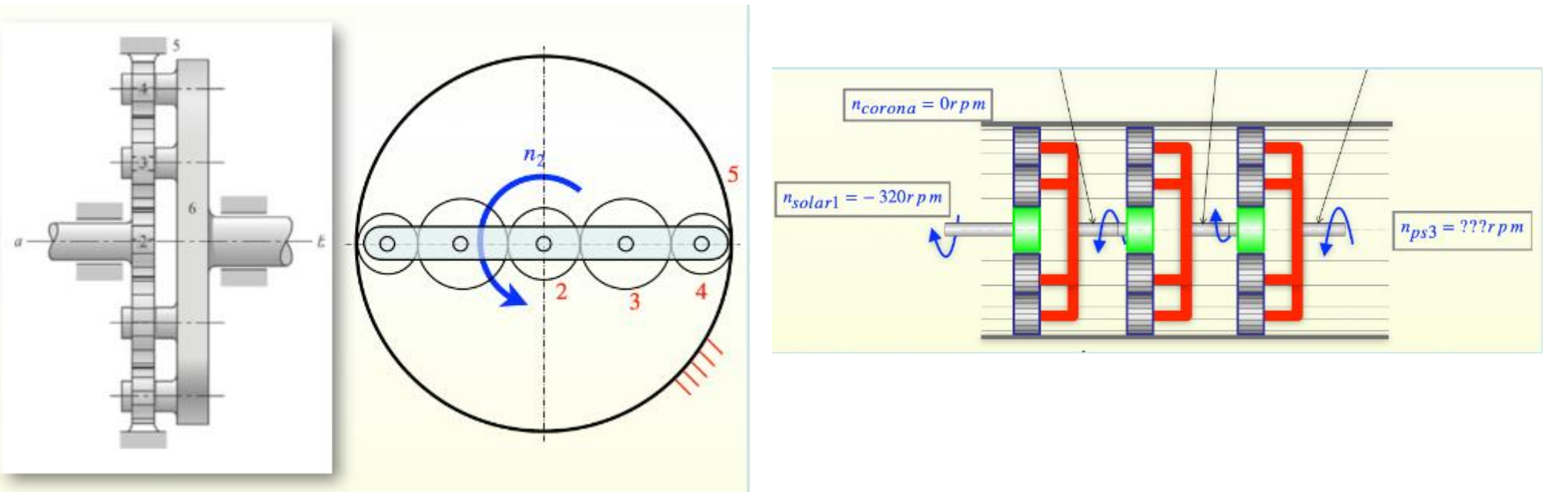


Calcular la velocidad del engrane 2, suponiendo que se hace girar el brazo porta satelites a 800 rpm en sentido antihorario. Recordar que se asume sentido horario como positivo.



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.

Z₅ = **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