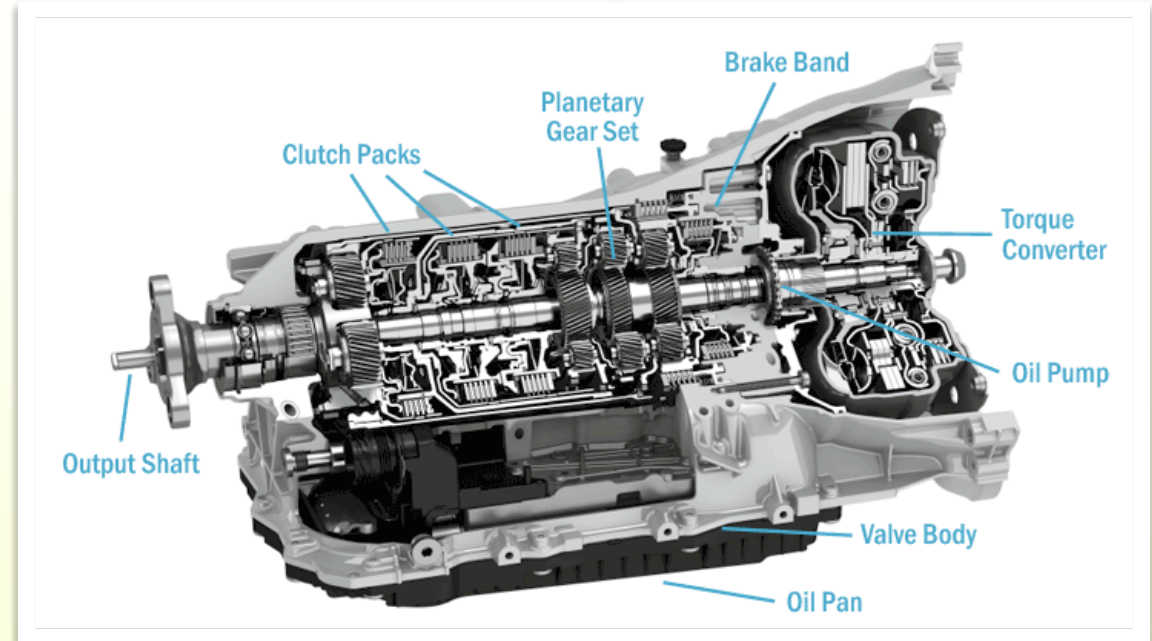
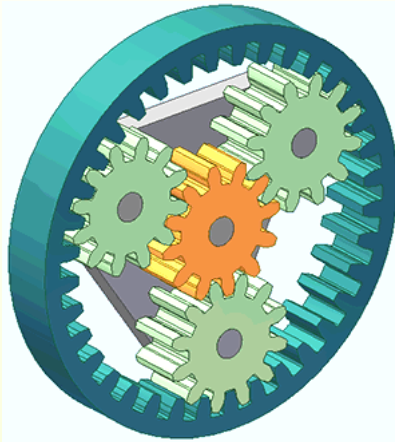


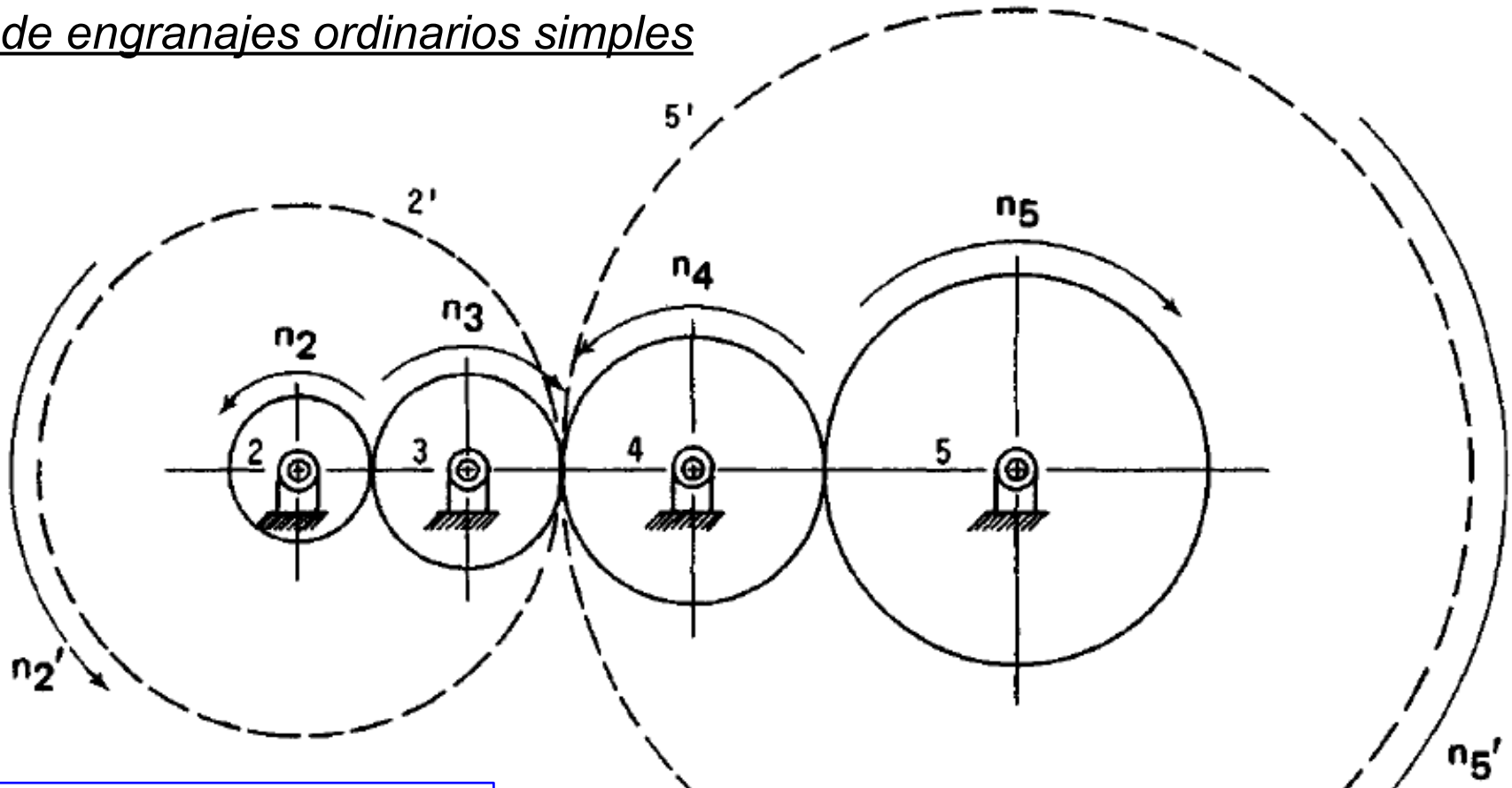
Unidad 07EM: ENGRANAJES

Reductores de Engranajes



Repaso de teoría

Trenes de engranajes ordinarios simples

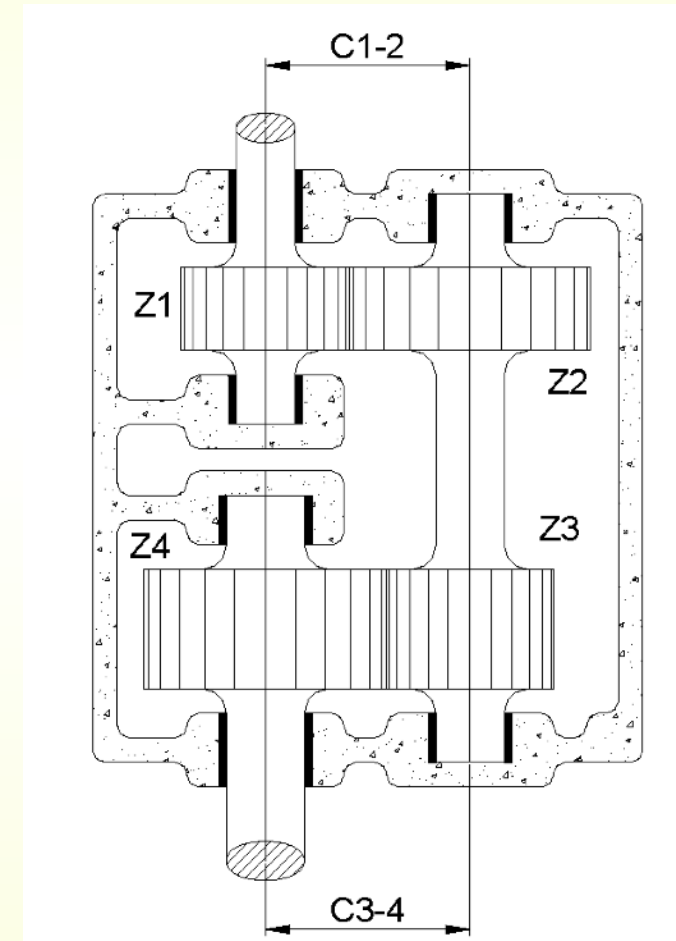
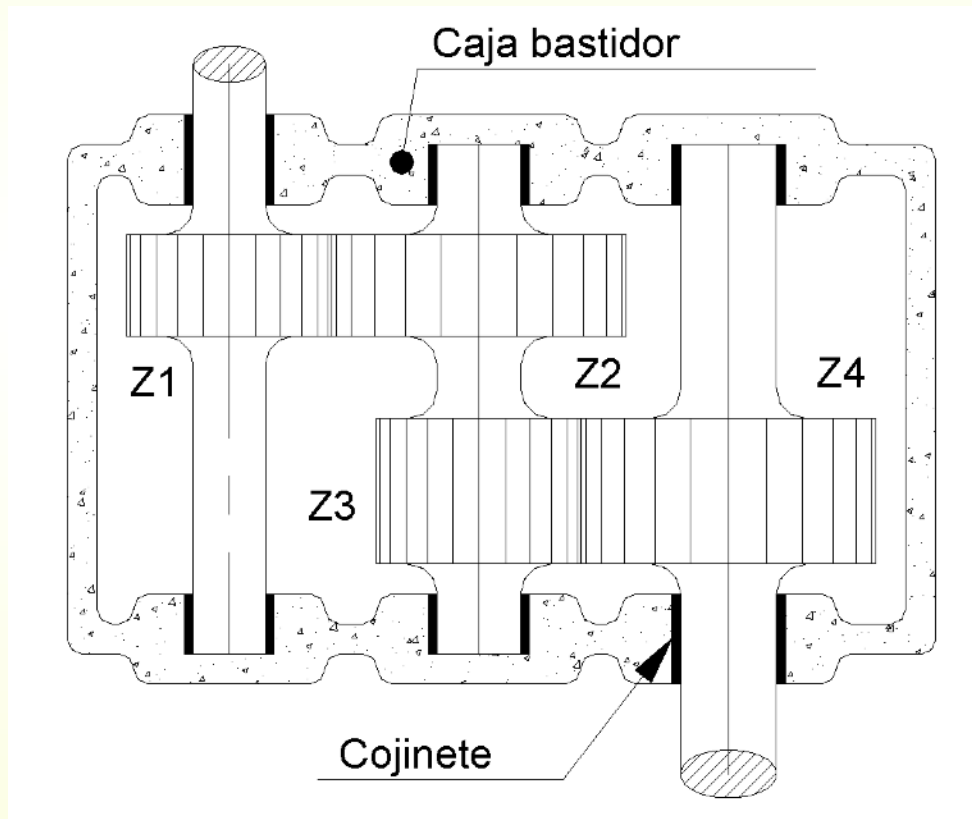


$$i = \frac{n_e}{n_s} = \frac{\prod z \text{ conducidos}}{\prod z \text{ motores}}$$

$\prod z \text{ conducidos}$: 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

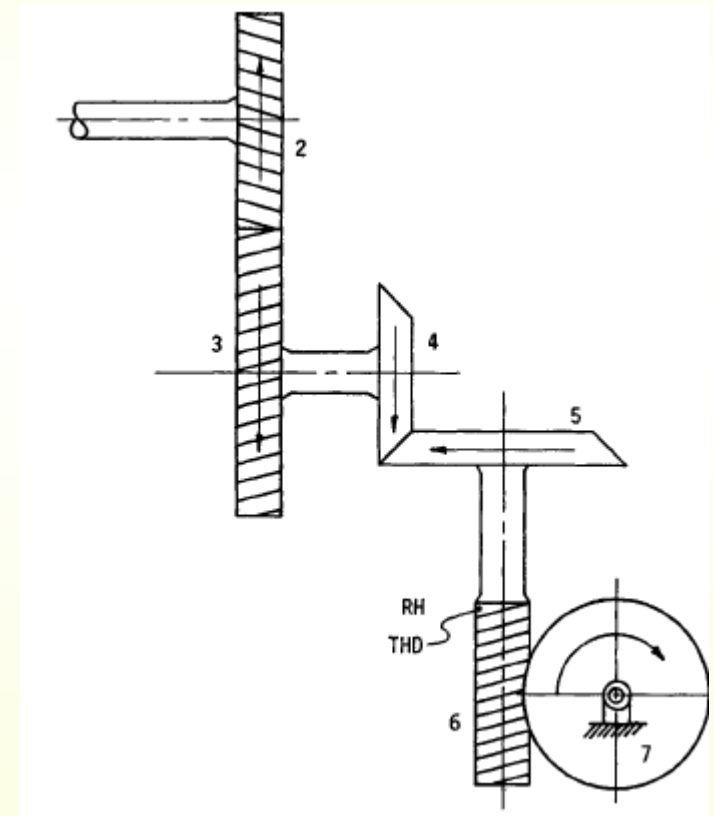
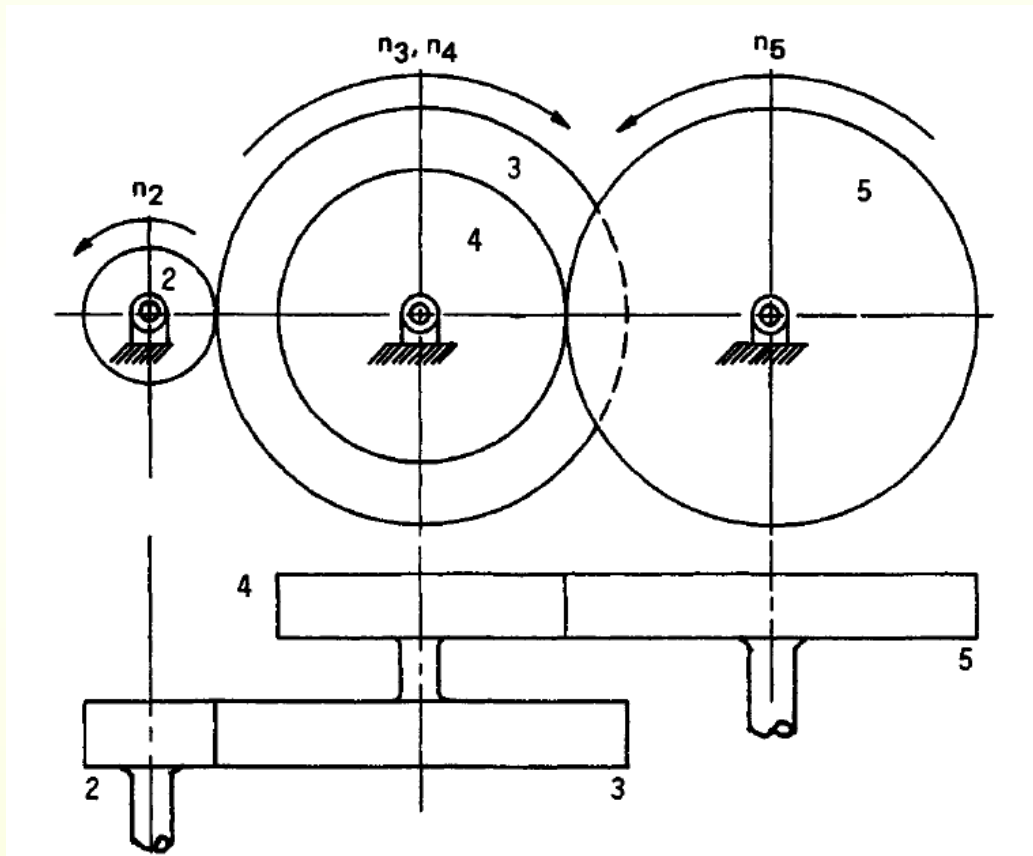
Repaso de teoría

Trenes de engranajes ordinarios compuestos

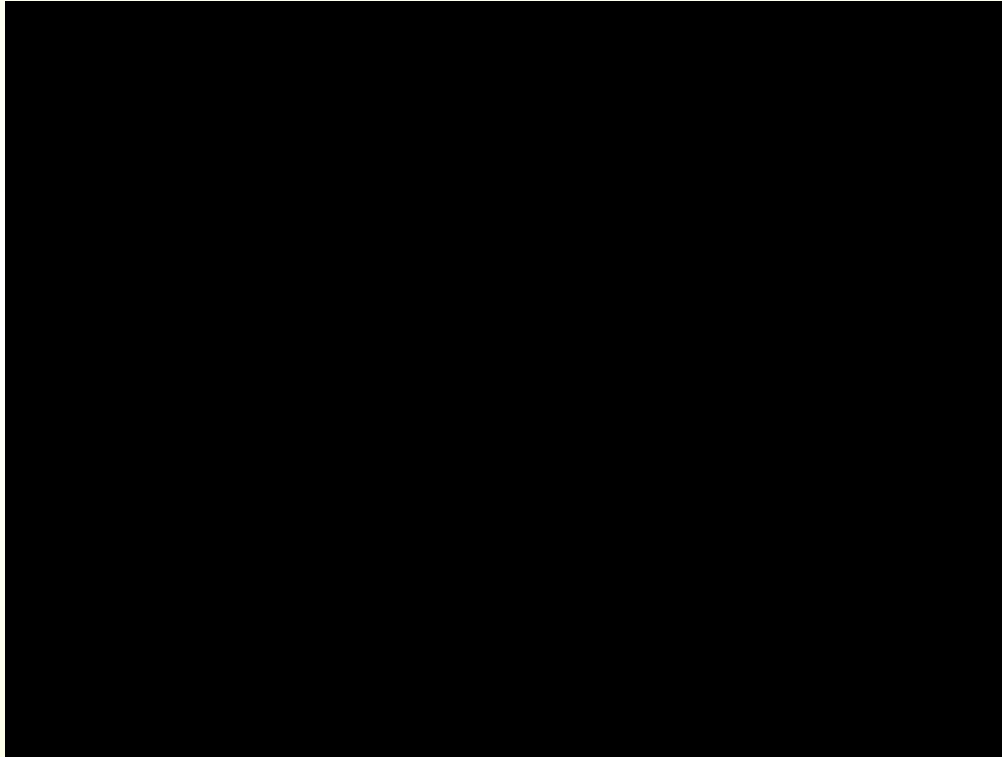


Repaso de teoría

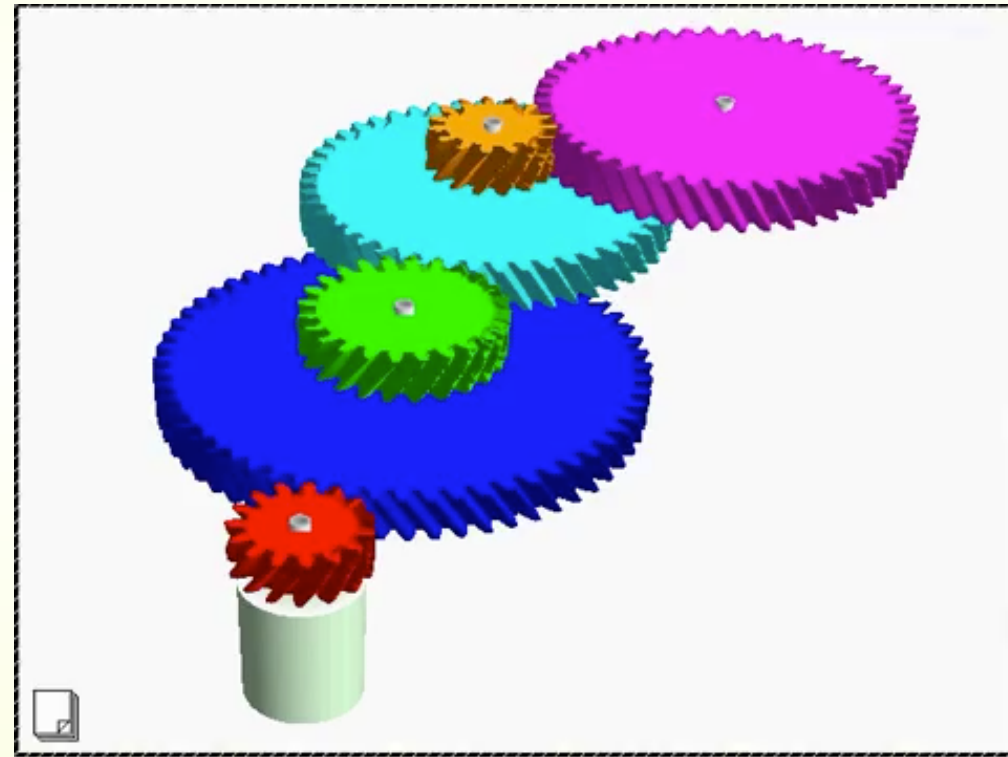
Trenes de engranajes ordinarios compuestos



Repaso de teoría

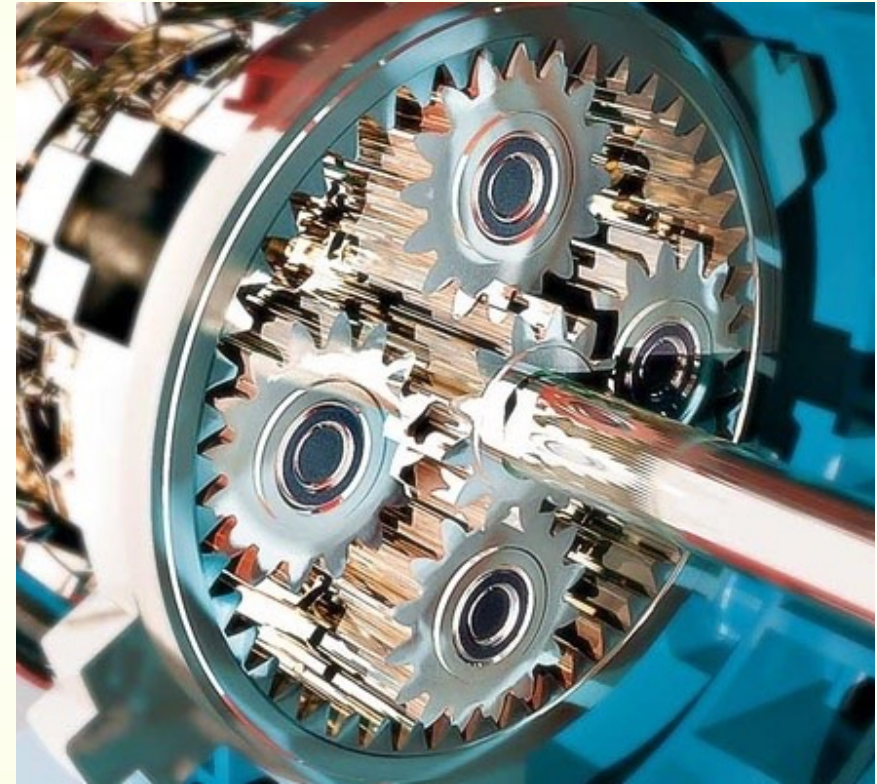
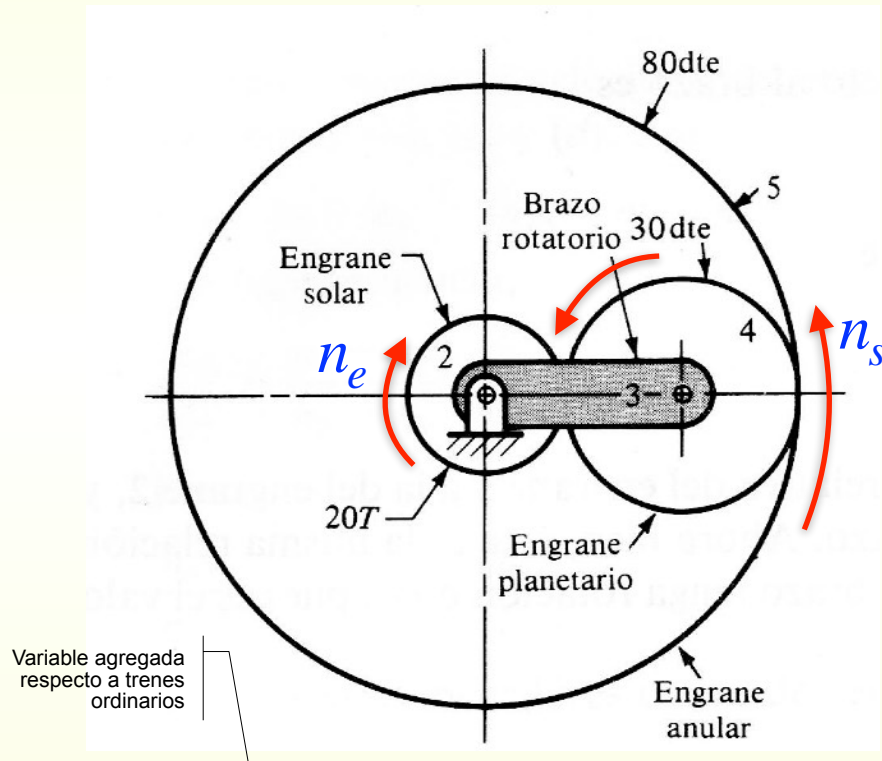


Trenes de engranajes ordinarios
simples



Trenes de engranajes ordinarios
compuestos

Trenes de engranajes planetarios EPI - HIPOCICLOIDAL



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

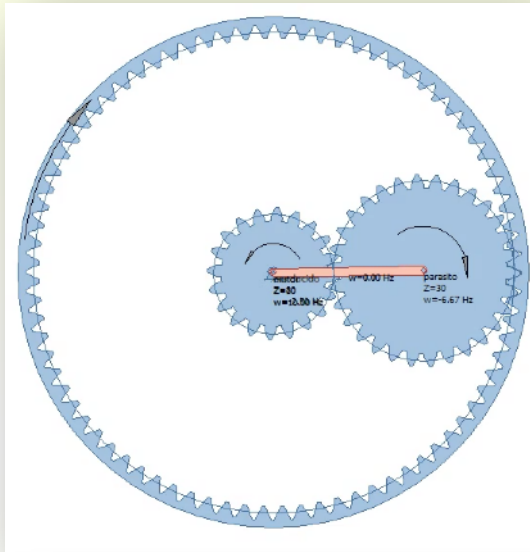
Signo de acuerdo al sentido de giro:

- 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

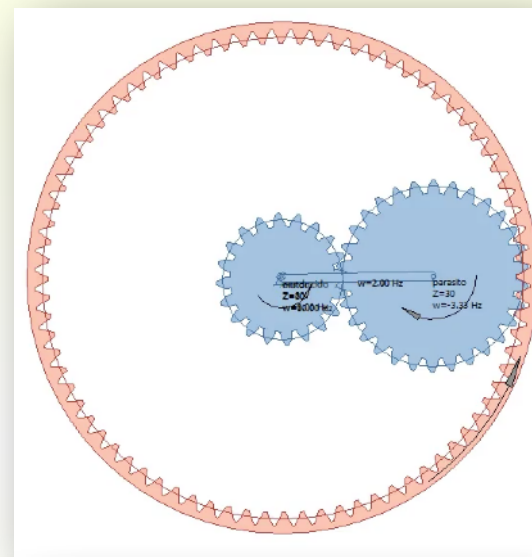
$\prod z_{conducidos}$: producto cantidades de dientes de engranes conducidos
 $\prod z_{motores}$: producto cantidades de dientes de engranes motores
 n_e : velocidad de entrada
 n_s : velocidad de salida
 n_{ps} : velocidad del brazo portasatelites

Repaso de teoría

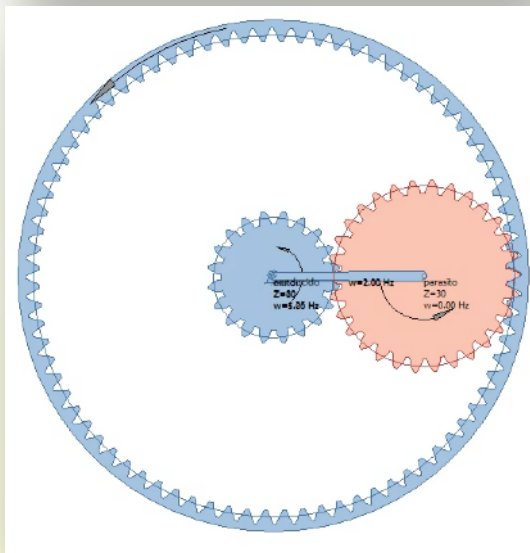
$$n_{ps} = 0 \text{rpm}$$



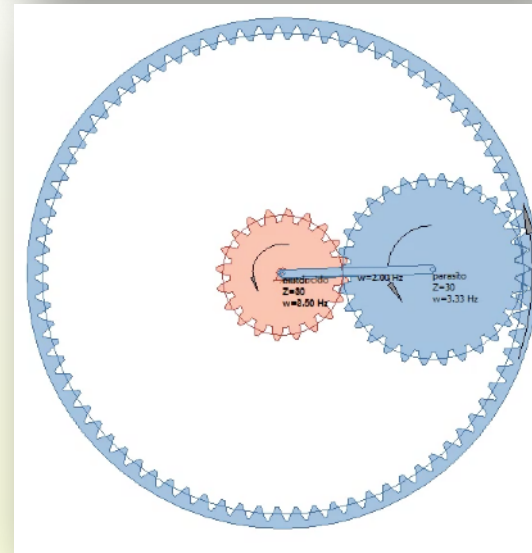
$$n_{corona} = 0 \text{rpm}$$



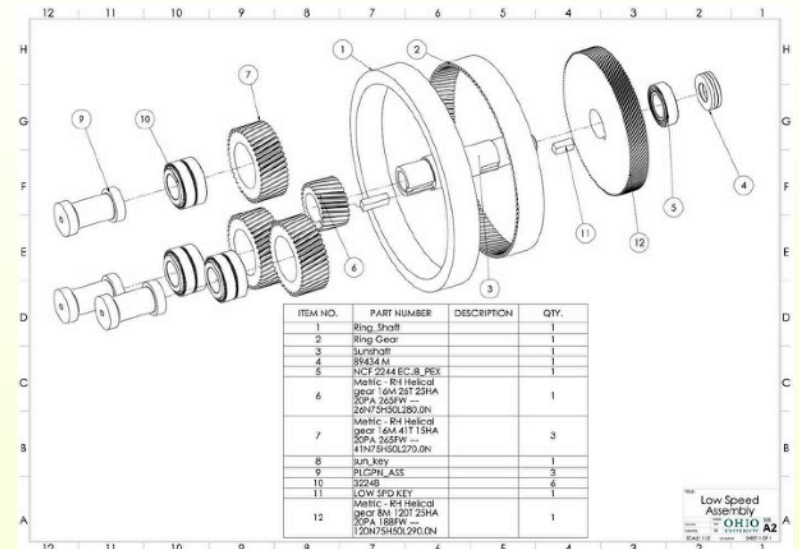
$$n_{satelite} = 0 \text{rpm}$$



$$n_{solar} = 0 \text{rpm}$$

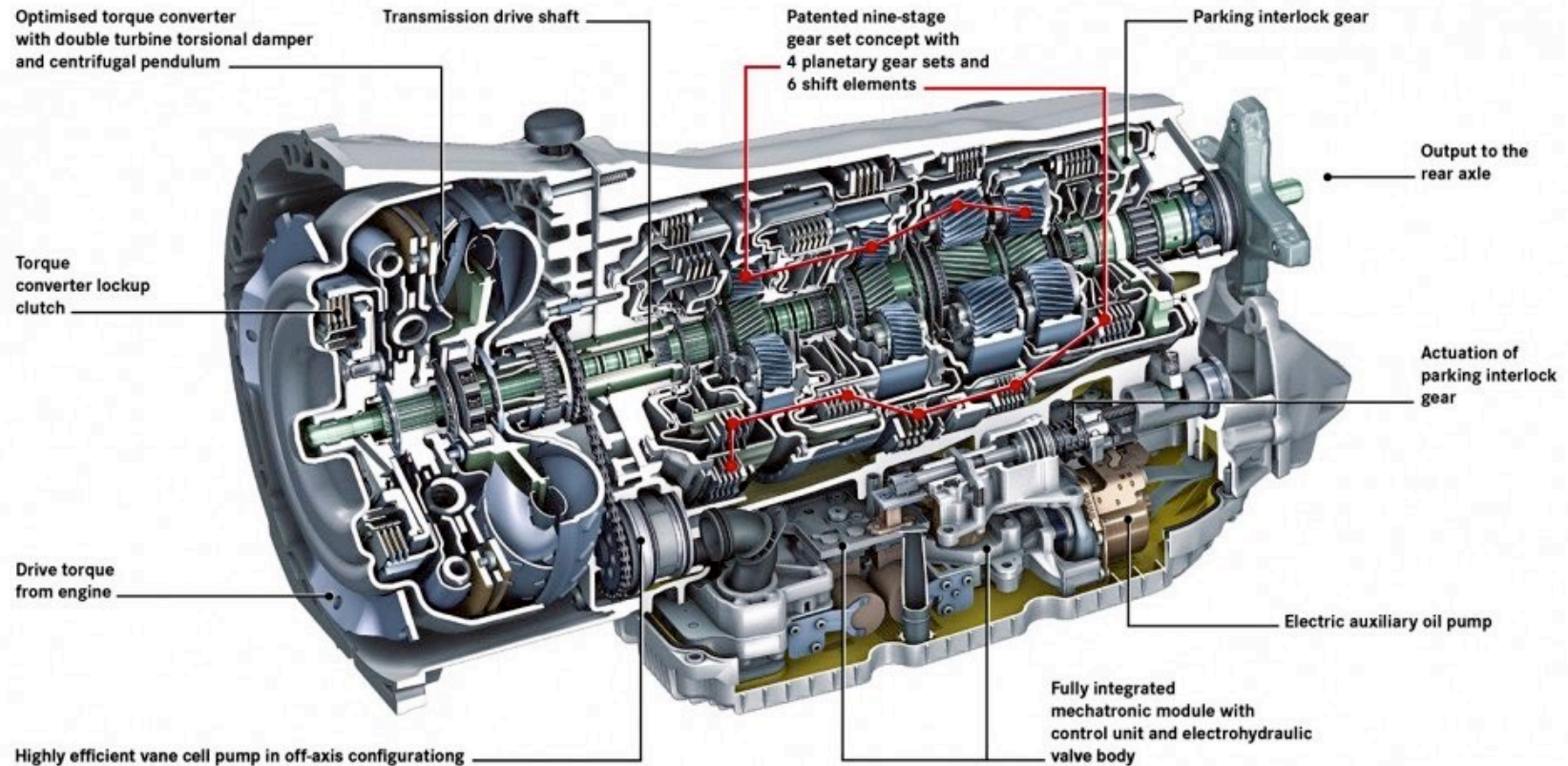


Turbinas eólicas



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

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

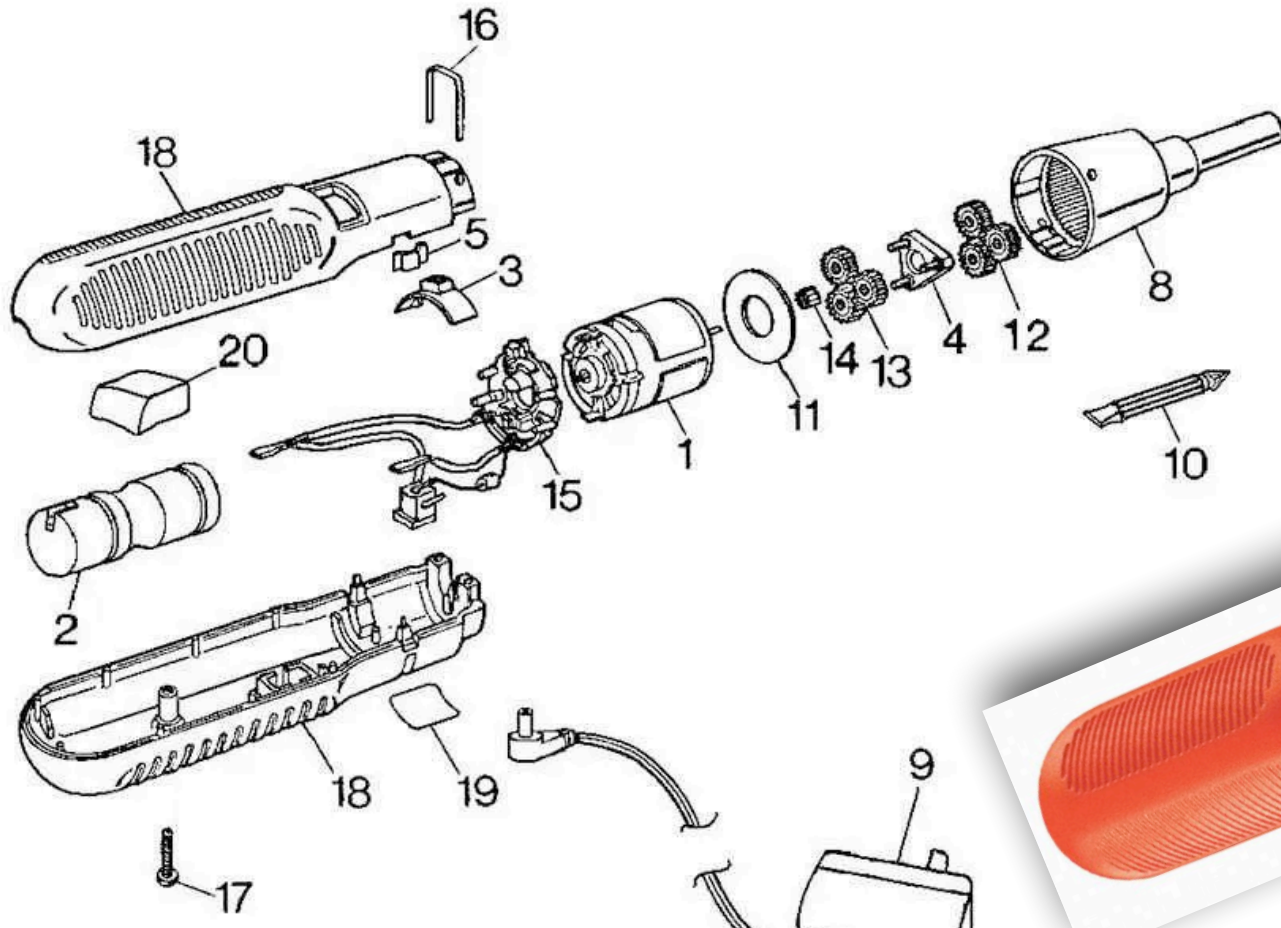


Mercedes-Benz

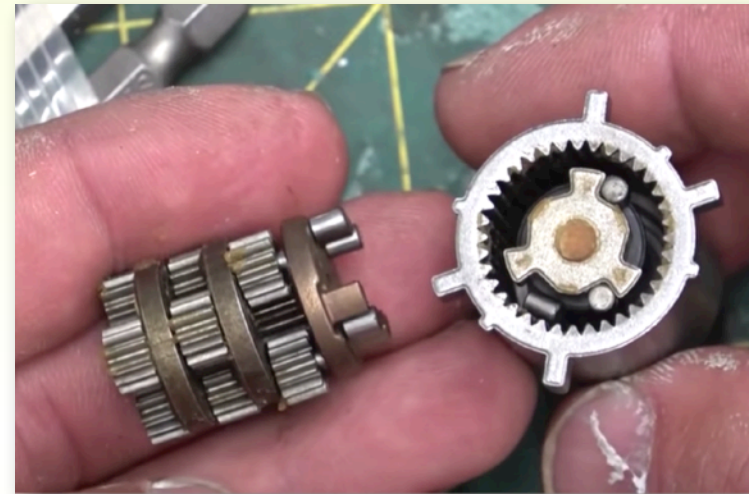
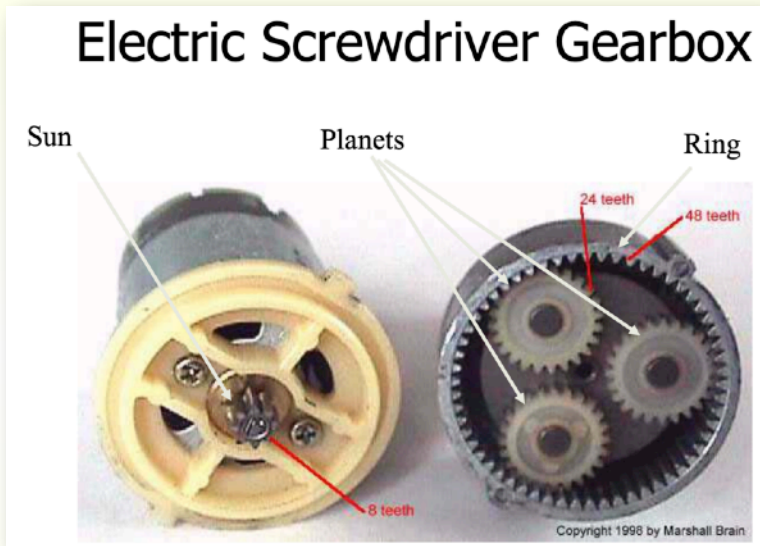
Arranques de motores de combustión interna.



Atornilladores a batería



Atornilladores a batería



Ejemplo 1

Trenes de engranajes planetarios EPI - HIPOCICLOIDAL

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

Despejar n_{ps}

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

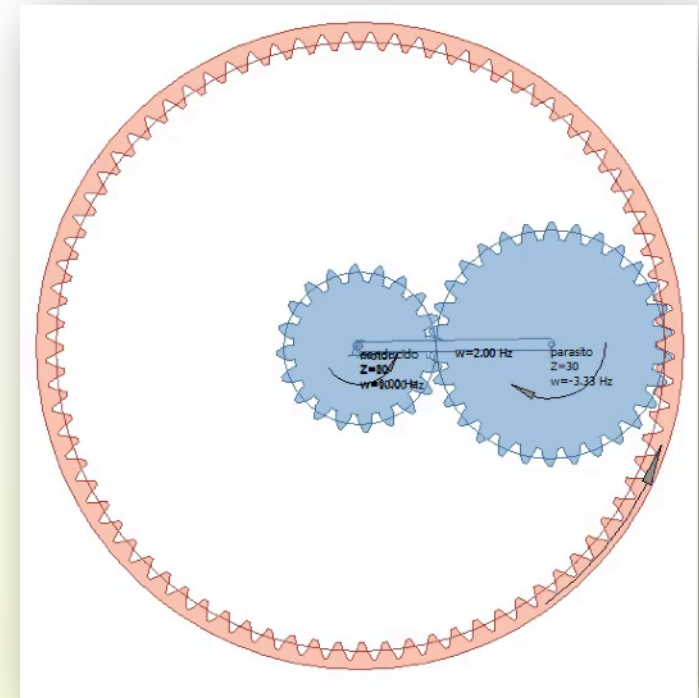
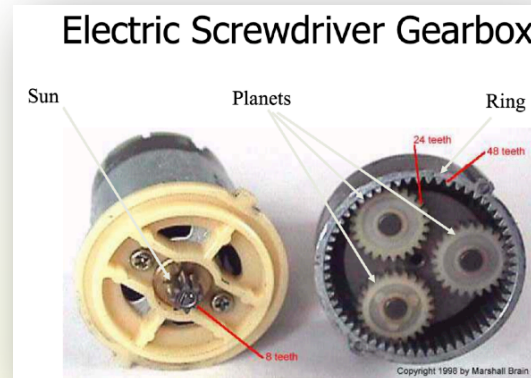
$\prod z_{\text{conducidos}}$: producto cantidades de dientes de engranes conducidos

$\prod z_{\text{motores}}$: producto cantidades de dientes de engranes motores

n_e : velocidad de entrada

n_s : velocidad de salida

n_{ps} : velocidad del brazo portasatelites



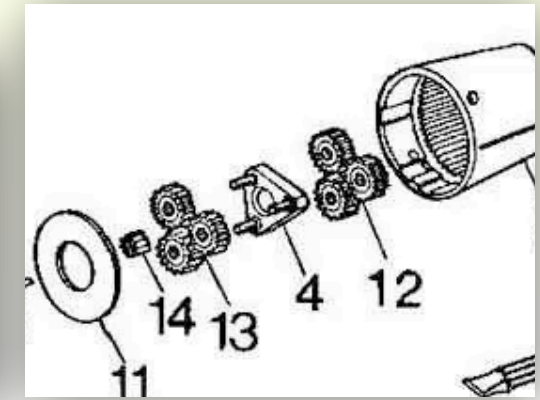
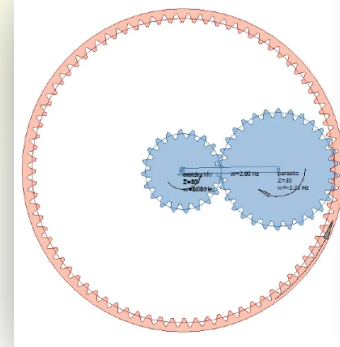
Ejemplo 2

Trenes de engranajes planetarios (EPI - HIPOCICLOIDAL)

Ejercicio atornillador a batería

$$\left. \begin{array}{l} Z_1 = 6 \text{dientes} \\ Z_2 = 19 \text{dientes} \\ Z_3 = 6 + (2 \cdot 19) = 44 \text{dientes} \end{array} \right\} \text{Relevado}$$

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



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:

$$n_{ps} = 1 \text{rpm}$$

$$n_s = 0 \text{rpm}$$

$$n_e = ???$$

Siendo un reductor de 2 etapas

$$n_{ps} = 150 \text{rpm}$$

$$n_e = ?$$

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

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

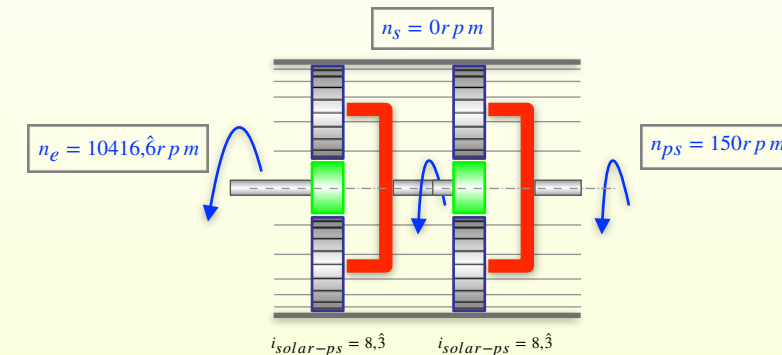
Despejando n_e de la ecuación general:

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

Reemplazamos las variables

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

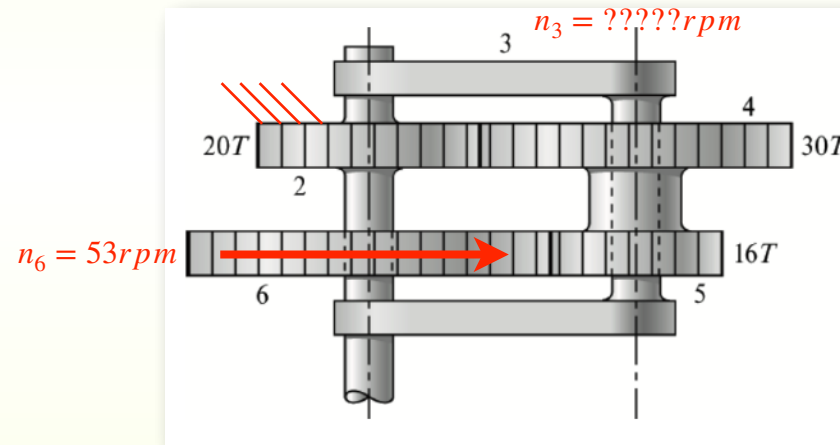
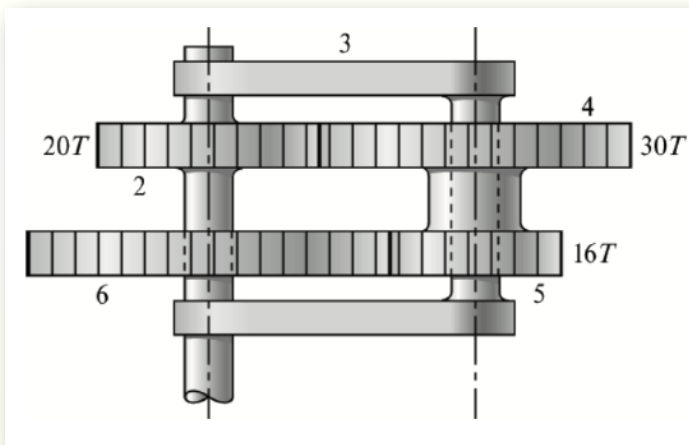
$$n_e = 8,3 \hat{r}pm$$



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

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.



$$z_2 = 20$$

$$z_4 = 30$$

$$z_5 = 16$$

$$z_6 = \text{????}$$

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

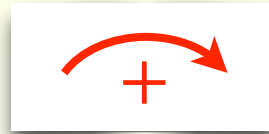
$$C_{5-6} = C_{2-4} \rightarrow \frac{m \cdot (z_2 + z_4)}{2} = \frac{m \cdot (z_5 + z_6)}{2}$$

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

$$z_6 = 34$$

Ejemplo 3 Método Willis

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



Considerando:

$$n_e = n_6 = 53 \text{ rpm}$$

$$n_s = n_2 = 0 \text{ rpm}$$

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

$$z_2 = 20$$

$$z_4 = 30$$

$$z_5 = 16$$

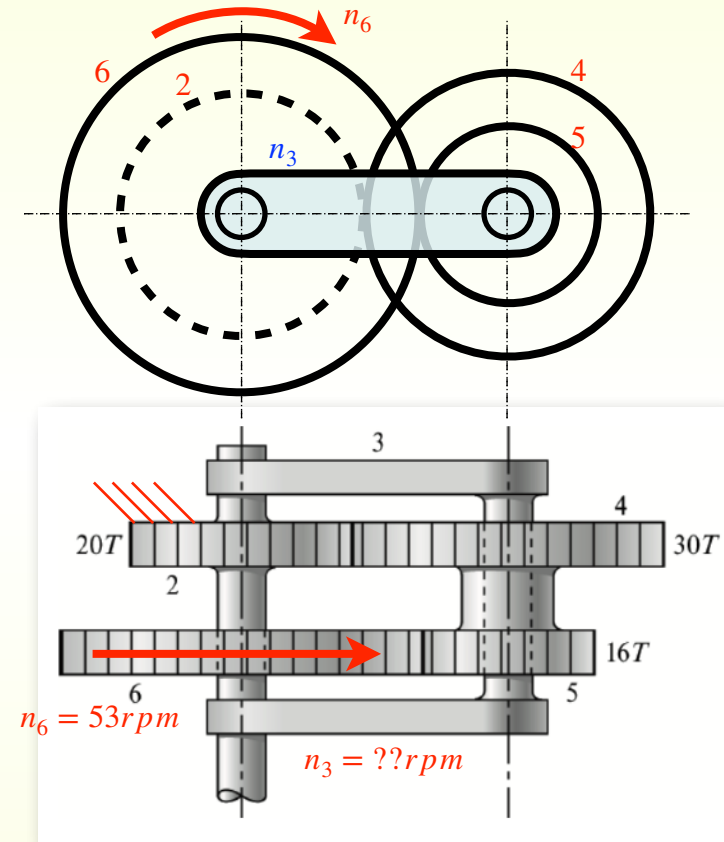
$$z_6 = 34$$

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

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

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

Resolver velocidad del portasatelites:



Ejemplo 3 Método: tabular

Considerando:

$$z_2 = 20$$

$$z_4 = 30$$

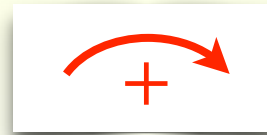
$$z_5 = 16$$

$$z_6 = 34$$

$$n_e = n_6 = 53rpm$$

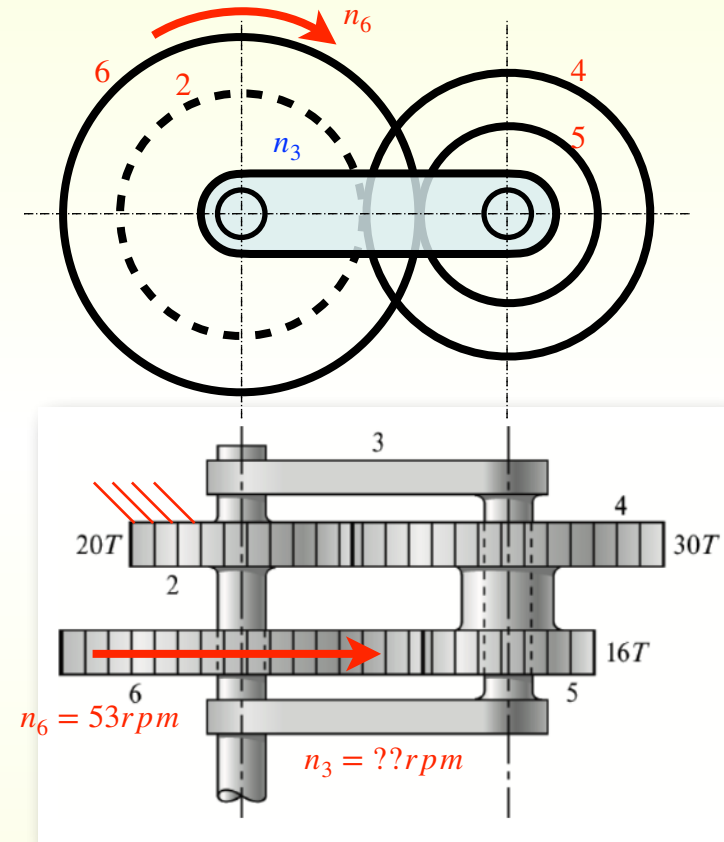
$$n_s = n_2 = 0rpm$$

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



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

Resolver velocidad del portasatelites:



Problema 1 Método: tabular

Considerando:

$$n_e = n_2 = 53rpm$$

$$n_s = n_6 = 0rpm$$

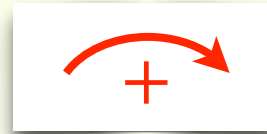
$$n_{ps} = n_3 = ???rpm$$

$$z_2 = 20$$

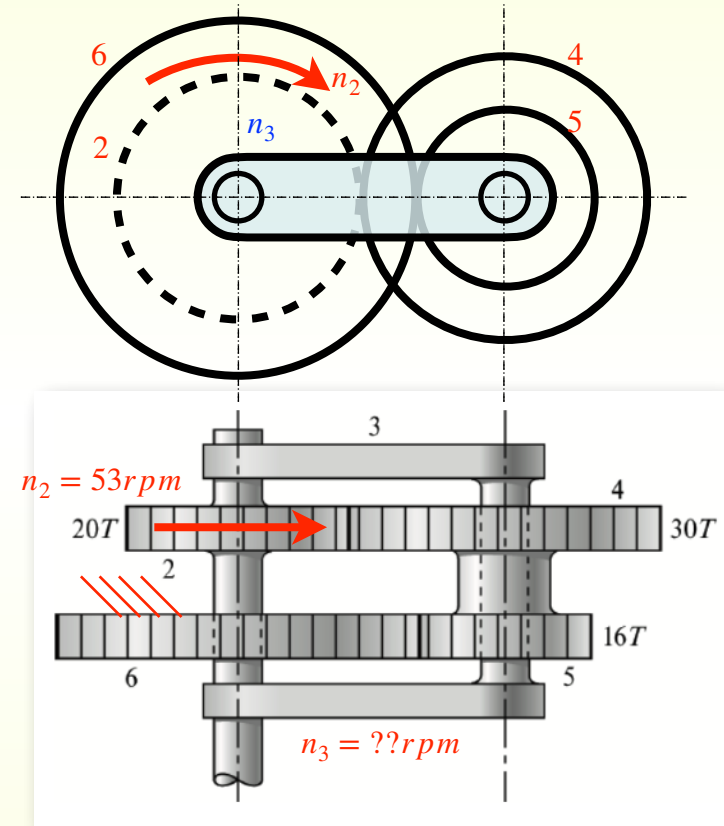
$$z_4 = 30$$

$$z_5 = 16$$

$$z_6 = 34$$



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



Problema 2 Método: tabular

Considerando:

$$n_e = n_2 = 53rpm$$

$$n_s = n_6 = 0rpm$$

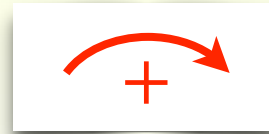
$$n_{ps} = n_3 = ???rpm$$

$$z_2 = 49$$

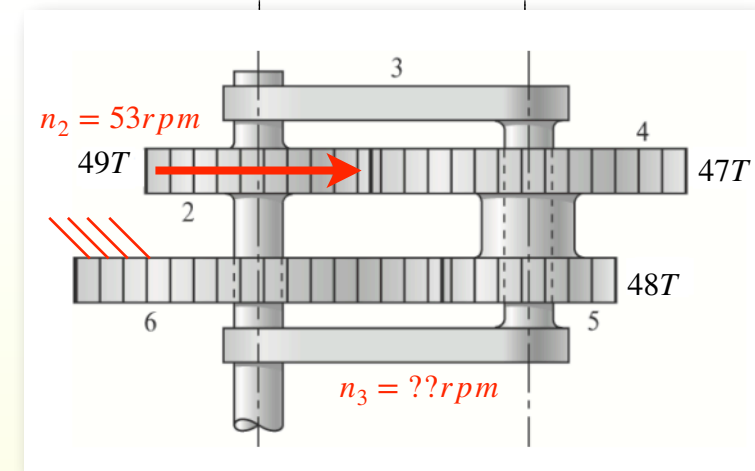
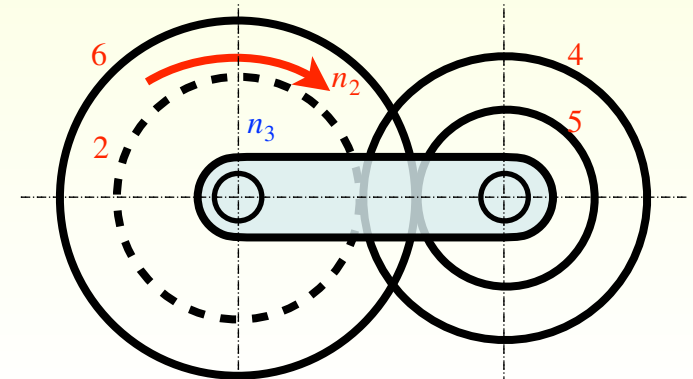
$$z_4 = 47$$

$$z_5 = 48$$

$$z_6 = 48$$



	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					
=					
Movimiento total					



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?

$$z_2 = 12 \quad z_3 = 16 \quad z_4 = 12 \quad z_5 = ?? \quad n_e = n_2 = 320 \text{ rpm}$$

$$n_s = n_5 = 0 \text{ rpm}$$

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

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

	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					
=					
Movimiento total					

