

OpenCourseWare

TEORÍA DE MÁQUINAS

CRISTINA CASTEJÓN SISAMÓN

EDUARDO CORRAL ABAD

RAÚL GISMEROS MORENO

MARIA JESÚS GÓMEZ GARCÍA

JESÚS MENESES ALONSO

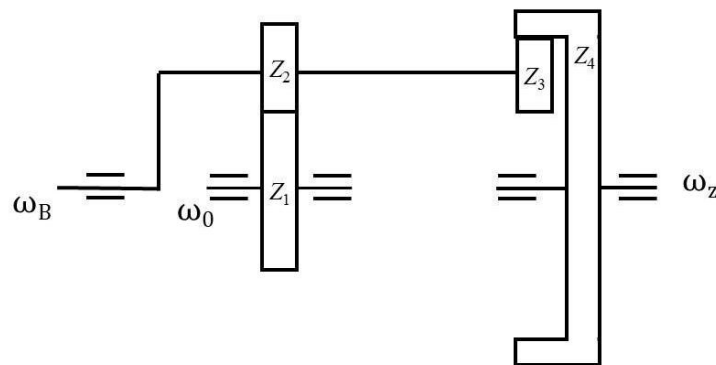
HIGINIO RUBIO ALONSO

ABRAHAM VADILLO MORILLAS

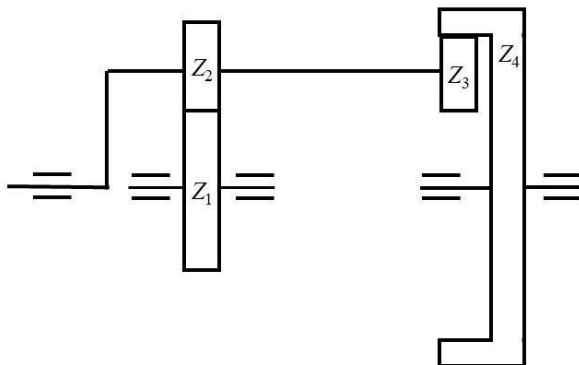
Ejercicios de trenes de engranajes



- Obtenga un tren de engranajes ordinario con una relación de transmisión $i = 36$. La relación de transmisión máximas es $1/5 \leq i \leq 5$ y el número de dientes permitidos $14 \leq Z \leq 100$.
- Calcule un tren de engranajes ordinario con una relación de transmisión exacta de $i = \frac{1152}{209}$. Las relaciones de transmisión parciales están dentro del rango $1/7 \leq i \leq 7$ y el número de dientes por rueda está comprendido en el rango $18 \leq Z \leq 140$.
- Proponga un tren de engranajes ordinario que desarrolle una relación de transmisión $i = \sqrt{12}$, con un error absoluto inferior a 10^{-3} , considerando que en las relaciones de transmisión parciales $i_{\max} = 5$ ($1/5 \leq i \leq 5$) y el número de dientes debe estar incluido en el rango $17 \leq Z \leq 100$.
- Sea el tren de engranajes planetario de la figura, recurrente y con un número de dientes de los engranajes igual a $Z_1 = 24$, $Z_2 = 36$, $Z_3 = 18$ y $Z_4 = 78$. Se pide:
 - Si los dos engranes tienen el mismo módulo, comprobar que el tren es recurrente.
 - Relación de transmisión entre el eje último y el primero cuando el eje del brazo está fijo.
 - Relación de transmisión entre el eje último y el eje del brazo cuando el engranaje primero está fijo.
 - Relación de transmisión entre el eje del brazo y el eje primero cuando el engranaje último está fijo.
 - Relación de transmisión entre el eje último y el eje primero cuando es conocido que la velocidad de giro del eje del brazo es la mitad que la del eje de entrada.



- El tren de la figura es epicicloidal, recurrente y con las siguientes especificaciones: $i = -49/600$ (cuando $\omega_B = 0$); $Z_1 = 14$; $Z_2 = 30$; $Z_4 = 80$, y $m_A = 3$ para el conjunto A (engranajes Z_1 y Z_2).



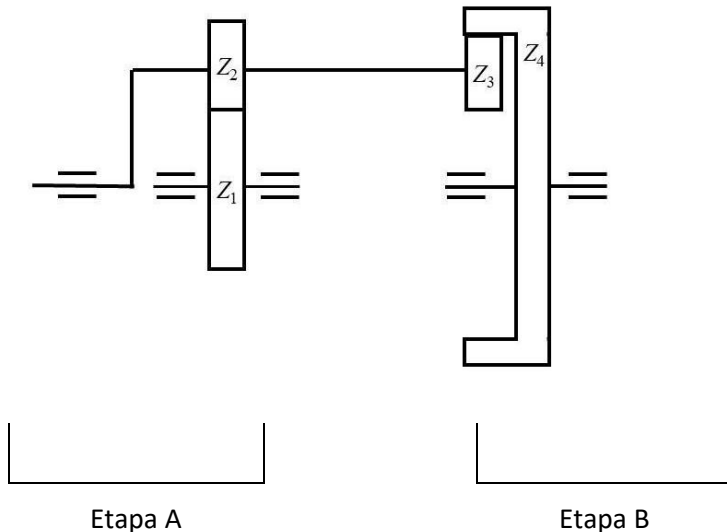
- Calcular Z_3 .

b) Encontrar el valor del módulo para el conjunto de ruedas B. (engranajes Z_3 y Z_4).

c) Calcular $\frac{\omega_Z}{\omega_B}$ cuando $\omega_O = 0$.

d) El tren funciona como un diferencial, siendo ω_O y ω_B son las entradas, y ω_Z la salida. Si el valor de ω_O y ω_B es 60 r.p.m en el mismo sentido (por ejemplo, horario). Calcular la velocidad de salida ω_Z .

6. En la figura se presenta un tren de engranajes epicicloidales recurrente con las siguientes especificaciones:
 $Z_1 = 21$; $Z_2 = 30$; $Z_3 = 18$; $Z_4 = 52$, y $m_A = 4$ para la etapa A (Z_2 / Z_1).



- a) Calcular la relación de transmisión del tren para la configuración de tren ordinario.
- b) Elegir el valor del módulo de la etapa B (m_B , Z_4 / Z_3) de la lista que se incluye abajo para conseguir que el tren sea recurrente.
Valores de módulo disponibles (mm): 1, 1.25, 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12.
- c) Si se modifica la implementación del tren epicicloidal de manera que $\omega_O = 0$, calcular la relación de transmisión ω_Z / ω_B .
7. Determinar el número de dientes de los engranajes, el módulo "m2" y distancia entre ejes "a" de la segunda pareja de engranajes de un tren de engranajes industrial cuya relación de transmisión es $\mu = \frac{738}{133}$, considerando que:
- Es un tren de engranajes ordinario y recurrente.
 - Las cuatro ruedas dentadas han sido talladas normalizadamente, con una herramienta con un ángulo de presión de referencia= 20° y módulo $m_1 = 5$ para la primera pareja de engranajes $Z_1=41$ y $Z_2=19$.
 - La relación de transmisión máxima admitida por engrane es $\frac{1}{5} \leq \mu \leq 5$.
 - NOTA: El número de dientes permitido para este apartado es $11 \leq Z \leq 50$.

Si se permitiera una relación de transmisión máxima de $\frac{1}{7} \leq \mu \leq 7$ y cumpliendo el resto de las restricciones establecidas anteriormente, calcular el número de dientes de una pareja de ruedas cuya relación de transmisión presente un error absoluto menor de **0.005** respecto a la dada $\mu = \frac{738}{133}$. (Tomar una precisión de 8 decimales)

NOTA: para este apartado considere que las ruedas no pueden tener más de 100 dientes, pero si pueden tener menos de 14 dientes ya que si esto ocurre, realizando talla y montaje este problema se podrá solucionar en el siguiente apartado.

Se pide rellenar la siguiente tabla para la pareja de ruedas obtenida en el apartado anterior, de manera que no tengas holgura circunferencial, usando una cremallera normalizada ($\alpha = 20^\circ$) y **modulo 5**. Por condiciones de diseño, solo se puede realizar talla en el piñón (no se puede tallar la rueda).

Variable	Piñón	Rueda
Número de dientes (Z)		
Coeficiente de desplazamiento (x)		
Longitud de desplazamiento (x·m) (mm)		
Radio primitivo de referencia (r) (mm)		
Radio base (rb) (mm)		
Radio primitivo de funcionamiento (r') (mm)		
Radio de cabeza (ra) (mm)		
Radio de pie (ri) (mm)		
Hueco (e) (mm)		
Espesor (s) (mm)		
Ángulo de presión de funcionamiento (φ') (°)		
Holgura radial (c') (mm)		

8. Determinar el número de dientes de los engranajes de un reductor industrial cuya relación de transmisión es

$$\mu = \frac{133}{738}, \text{ considerando que:}$$

- El reductor industrial es un tren de engranajes ordinario y recurrente.
- Una de las ruedas debe tener 41 dientes
- Las cuatro ruedas dentadas han sido talladas normalizadamente, con una herramienta con un ángulo de presión de referencia $\alpha = 20^\circ$ y módulo $m = 5$,
- Los dos grupos de engrane han sido montados a cero, con una distancia entre ejes $a = 137,5 \text{ mm}$.
- La relación de transmisión máxima admitida por engrane es $\frac{1}{5} \leq \mu \leq 5$.
- El número de dientes permitido es $14 < z < 100$.

Si se permitiera una relación de transmisión máxima de $\frac{1}{7} \leq \mu \leq 7$ y cumpliendo el resto de restricciones establecidas anteriormente, calcular el número de dientes de una pareja de ruedas cuya relación de transmisión presente un error absoluto menor de **0.0002** respecto a la dada $\mu = \frac{133}{738}$. (Tomar una precisión de 3 decimales)

NOTA: para este apartado considere que las ruedas no pueden tener más de 100 dientes, pero si pueden tener menos de 14 dientes ya que si esto ocurre, realizando talla y montaje este problema se podrá solucionar en el siguiente apartado.

9. Se pide rellenar la siguiente tabla para la pareja de ruedas obtenida en el apartado anterior, de manera que no tengas holgura circunferencial, usando una cremallera normalizada ($\alpha = 20^\circ$). Por condiciones de diseño, no se puede variar la distancia entre ruedas (no se puede realizar montaje en V).

Variable	Piñón	Rueda
Número de dientes (Z)		
Longitud de desplazamiento (x·m) (mm)		
Radio primitivo de referencia (r) (mm)		
Radio primitivo de funcionamiento (r') (mm)		
Radio de cabeza (r _a) (mm)		
Radio de pie (r _f) (mm)		
Hueco (e) (mm)		
Espesor (s) (mm)		
Ángulo de presión de funcionamiento (ϕ') (°)		
Holgura radial (c') (mm)		

10. Determinar el número de dientes de los engranajes de un reductor industrial cuya relación de transmisión es $\mu = \frac{85}{533}$, considerando que:

- El reductor industrial es un tren de engranajes ordinario y recurrente.
- Las cuatro ruedas dentadas han sido talladas normalizadamente, con una herramienta con un ángulo de presión de referencia $\alpha = 20^\circ$ y módulo $m = 5$,
- Los dos grupos de engrane han sido montados a cero, con una distancia entre ejes $a = 140 \text{ mm}$.
- La relación de transmisión máxima admitida por engrane es $\frac{1}{5} \leq \mu \leq 5$.
- El número de dientes permitido es $11 \leq Z \leq 100$.

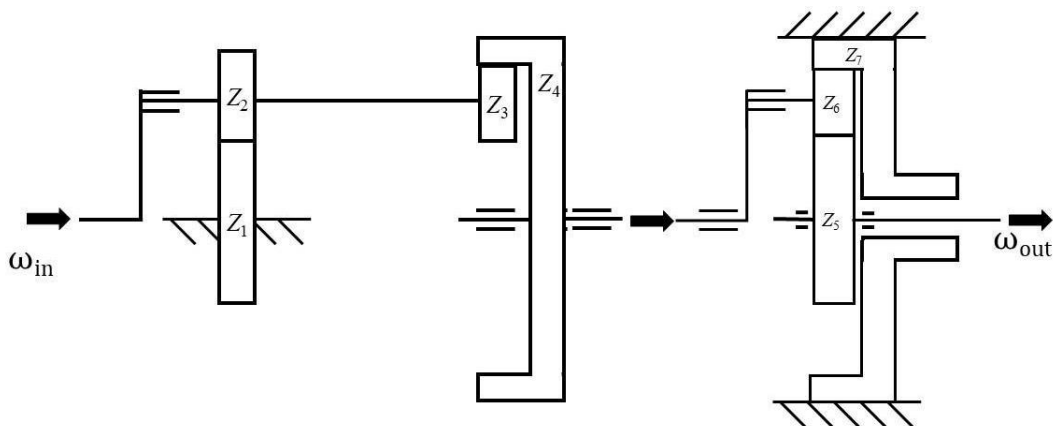
Si se permitiera una relación de transmisión máxima de $\frac{1}{7} \leq \mu \leq 7$ y cumpliendo el resto de restricciones establecidas anteriormente, calcular el número de dientes de una pareja de ruedas cuya relación de transmisión presente un error absoluto menor de 10^{-4} respecto a la dada $\mu = \frac{85}{533}$.

Debido a problemas en el reductor del punto 1, se decide aumentar la distancia entre ejes en 1 mm. ($a' = 141 \text{ mm}$) pero respetando el módulo. Para evitar la holgura circunferencial en el grupo reductor cuya rueda tiene 41 dientes, se decide tallar el piñón con desplazamiento positivo, usando una cremallera normalizada ($\alpha = 20^\circ$).

Se pide rellenar la siguiente tabla:

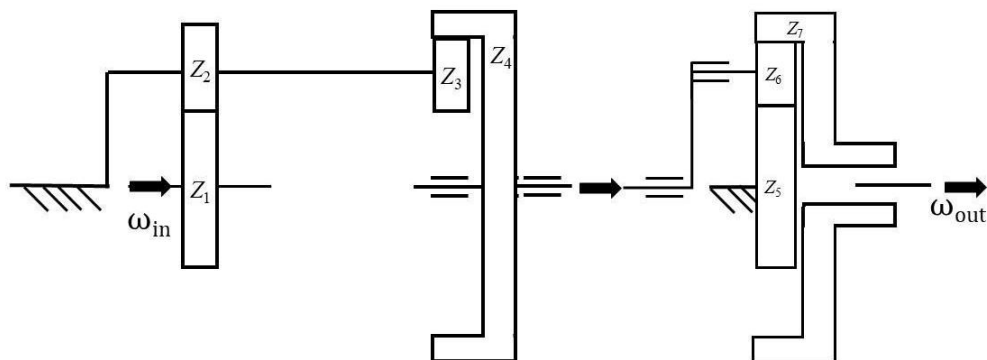
Variable	Piñón	Rueda
Número de dientes (Z)		41
Longitud de desplazamiento (x·m) (mm)	1	0
Radio primitivo de funcionamiento (r') (mm)		
Radio de cabeza (r _a) (mm)		
Radio de pie (r _f) (mm)		
Hueco (e) (mm)		
Espesor (s) (mm)		
Ángulo de presión de funcionamiento (α') (°)		
Holgura radial (c') (mm)		
Espesor en la circunferencia de cabeza (mm)		

11. Calcule la transmisión total (ω_{out}/ω_{in}) de la caja de cambios formada por los dos trenes epicicloidales recurrentes consecutivos de la figura. La velocidad de entrada, ω_{in} , coincide con la velocidad del brazo del primer tren, y la velocidad de salida de éste coincide con la velocidad del brazo del segundo tren. La velocidad de salida coincide con la velocidad del engranaje 5 (ω_5). Se conocen los números de dientes: $Z_1 = 60$; $Z_2 = 30$; $Z_3 = 15$; $Z_4 = 60$; $Z_5 = 60$; $Z_7 = 80$. EL módulo de las ruedas 1 y 2 (Z_1 y Z_2) es 5. En la configuración de la figura el engranaje 1 de la primera etapa (Z_1) está fijo y la corona de la tercera etapa (ω_7) esta fija.



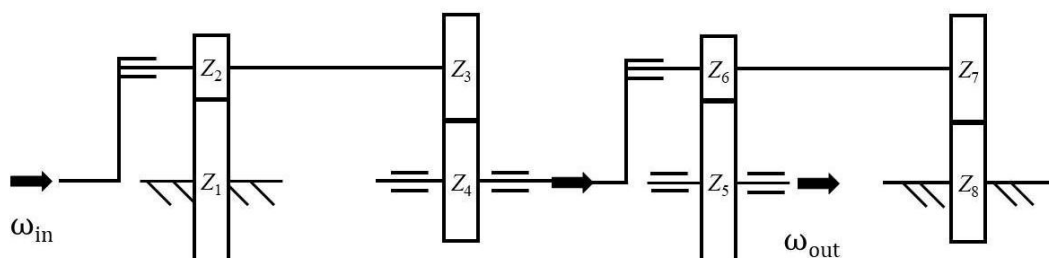
Módulo de los engranajes 3 y 4	
Número de dientes del engranaje 6	
Relación de transmisión aparente de la primera etapa	
Relación de transmisión aparente de la segunda etapa	
Relación de transmisión total (ω_{out}/ω_{in})	

Si se cambia de marcha, como se muestra en la siguiente figura. Calcule la nueva relación de transmisión cuando se ha bloqueado el brazo del primer tren y el engranaje 5 (sol) del segundo tren.



Relación de transmisión primera etapa	
Relación de transmisión segunda etapa	
Relación de transmisión total (ω_{out}/ω_{in})	

12. Sea una caja de cambios formada por dos trenes epicicloidales recurrentes como la descrita en la figura. Del primer tren se sabe que la relación de transmisión aparente, μ_A , es 9 y del segundo tren es conocido el número de dientes del engranaje $Z_5 = 15$ y el número de dientes de los engranajes $Z_6 = Z_8 = 40$. Todos los engranajes tienen el mismo modulo ($m=3$). Calcule:



Número de dientes del engranaje siete	
Relación de transmisión aparente de la segunda etapa (μ_{A2})	
La relación de transmisión (ω_z/ω_b) de la primera etapa, considerando el eje de entrada fijo ($\omega_o = 0$)	
La relación de transmisión (ω_o/ω_b) de la segunda etapa, considerando el eje de salida fijo ($\omega_z = 0$)	
La relación de transmisión de la caja de cambios (ω_{out}/ω_{in})	

Por problemas de funcionamiento se decide sustituir el piñón de la segunda pareja de ruedas de la segunda etapa por uno (Z_5 y Z_6) por uno de menor tamaño de $Z_5=9$. Calcula el nuevo módulo que debe aplicarse en esa pareja para garantizar las condiciones de funcionamiento y si todas las ruedas han sido talladas usando una cremallera normalizada ($\alpha=20^\circ$), complete la siguiente tabla para la nueva pareja de ruedas (Z_5 y Z_6) garantizando las condiciones de funcionamiento (forma parte de un tren de engranajes recurrente).

Nuevo módulo en la pareja (Z_5 y Z_6)	
---	--

PARAMETROS	Piñón	Rueda
Número de dientes (Z)		
Factor de desplazamiento (x)		
desplazamiento de la talla ($x \cdot m$) (mm)		
Radio primitivo de referencia (r) (mm)		
Radio primitivo de funcionamiento (r') (mm)		
Ángulo de presión de funcionamiento (α') (°)		