

5.13. El Método Tabular

- Un segundo método de análisis de trenes de engranes, el **método tabular**, está basado sobre la **inversión cinemática**.
- Dos partes del movimiento son analizados separadamente y después sumados:
 - 1).- **Movimiento con todos los componentes fijos al brazo y**
 - 2).- **Movimiento de todos los componentes relativos al brazo**
- Este método tiene los siguientes pasos:
 - 1).- **Desconectar todos los engranes de la tierra (si existe alguno fijo a la tierra) y fijar todos los engranes rígidamente al brazo.**
 - 2).- **Movimiento con el brazo**
 - **Rotar el brazo con los engranes rígidamente unidos, un número de revoluciones proporcional a la velocidad angular del brazo.**
 - **Si la velocidad angular es desconocida, girar el brazo x revoluciones, x será determinada en el análisis.**
 - 3).- **Movimiento relativo al brazo**
 - **Ahora el brazo es asumido para estar en su orientación final, pero algunos componentes restantes no lo están.**
 - **Por lo tanto, desconecta los engranes del brazo y mientras mantienes el brazo fijo, rota el resto de los componentes en sentido inverso, tal que la rotación total (paso 2 + paso 3) de uno o más de los engranes iguala sus rotaciones dadas.**
 - **El número total de rotaciones de cada engrane es hallado sumando sus rotaciones en los pasos 2 y 3.**

Ejemplo 1

La figura 7.35 muestra un tren de engranes planetarios que tiene 1 entrada:

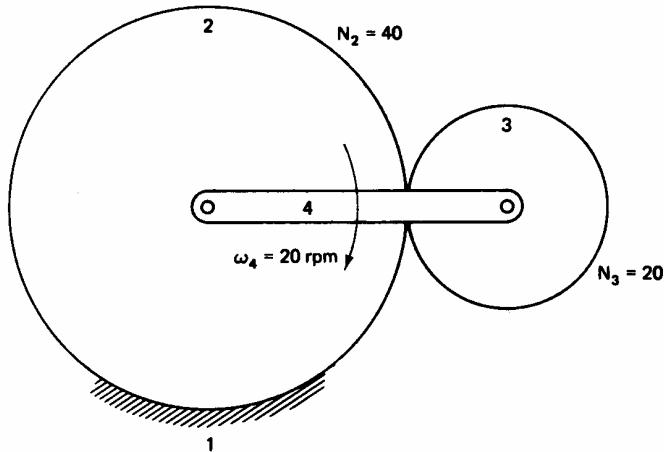


Figure 7.35 Epicyclic planetary gear set kinematically analyzed by the tabular method

Pasos 1 y 2, se escriben en una tabla como **Movimiento con el brazo**:

- 1).- Desconectar todos los engranes de la tierra y fijarlos rígidamente al brazo.
- 2).- **Movimiento con el brazo.** Rotar el brazo con los engranes rígidamente unidos.

	Engrane 2	Engrane 3	Brazo 4
1.- Mov. con el brazo	20	20	20
2.- Mov. Relativo al brazo			
3.- Mov. Total			

- De esta manera el brazo y los engranes 2 y 3, rotan 20 rpm.
- El giro horario es tomado como positivo.

Paso 3 **Movimiento relativo al brazo**:

- El brazo tiene un **movimiento total** de **20 rpm**. Y se escribe **20 rpm** en el **3^{er} renglón (Movimiento Total)**.

	Engrane 2	Engrane 3	Brazo 4
1.- Mov. con el brazo	20	20	20
2.- Mov. Relativo al brazo			
3.- Mov. Total			20

- Así que ningún movimiento más es necesario. Por lo tanto se escribe **0** en el **2^o renglón (Movimiento Relativo al brazo)**.

	Engrane 2	Engrane 3	Brazo 4
1.- Mov. con el brazo	20	20	20
2.- Mov. Relativo al brazo			0
3.- Mov. Total			20

- A continuación se usa cualquier otra información de **Movimiento Total** de los engranes.
- El movimiento total del engrane 2 es **0** (ya que originalmente está fijo).

	Engrane 2	Engrane 3	Brazo 4
1.- Mov. con el brazo	20	20	20
2.- Mov. Relativo al brazo			0
3.- Mov. Total	0		20

- Para obtener **0**, se escribe -20 rpm de **movimiento relativo al brazo**.

	Engrane 2	Engrane 3	Brazo 4
1.- Mov. con el brazo	20	20	20
2.- Mov. Relativo al brazo	-20		0
3.- Mov. Total	0		20

- Si el engrane 2 tiene -20 rpm **relativo al brazo fijo**, el engrane 3 tiene **relativo al brazo**:

$$+20 \left(\frac{N_2}{N_3} \right)$$

- Esto se calcula como:

$$\begin{aligned} \frac{\omega_{34}}{\omega_{24}} &= - \left(\frac{N_2}{N_3} \right) & \omega_{34} &= -\omega_{24} \left(\frac{N_2}{N_3} \right) \\ \omega_{34} &= -(-20) \left(\frac{N_2}{N_3} \right) & \omega_{34} &= +20 \left(\frac{N_2}{N_3} \right) \end{aligned}$$

- Así

	Engrane 2	Engrane 3	Brazo 4
1.- Mov. con el brazo	20	20	20
2.- Mov. Relativo al brazo	- 20	$+20 \left(\frac{N_2}{N_3} \right)$	0
3.- Mov. Total	0		20

- El movimiento total es la suma de las columnas:

	Engrane 2	Engrane 3	Brazo 4
1.- Mov. con el brazo	20	20	20
2.- Mov. Relativo al brazo	- 20	$+20 \left(\frac{N_2}{N_3} \right)$	0
3.- Mov. Total	0	$20 + 20 \left(\frac{N_2}{N_3} \right)$	20

- Finalmente ω_{3I} es:

$$\begin{aligned}
 \omega_{3I} &= 20 + 20 \left(\frac{N_2}{N_3} \right) \\
 &= 20 + 20 \left(\frac{40}{20} \right) \\
 \omega_{3I} &= 60 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

Ejemplo 2

La figura 7.31 muestra un tren de engranes planetarios que tiene 2 entradas:

- el engrane sol 2, rota a 50 rad/s,
- y el carrier o brazo 6, rota a 75 rad/s

ambos en sentido horario, vistos desde la izquierda. Determinar la magnitud y sentido de la velocidad angular del engrane sol, ω_{51} .

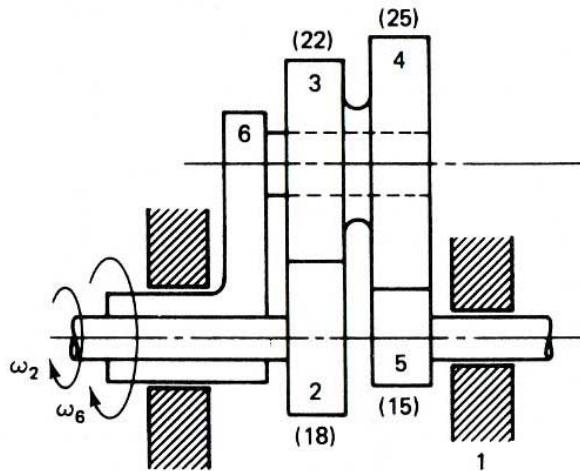


Figure 7.31 Compound planetary gear train with two inputs and one output (see Examples 7.3 and 7.6). See Fig. 7.36 for an end view sketch of this gear train.

Solución

Ejemplo 3

En el tren de engranes de la figura 7.32, las entradas son el engrane sol 5 y el engrane corona 2. Para velocidades angulares de $\omega_{51} = 300 \text{ rpm}$ y $\omega_{21} = 500 \text{ rpm}$ (ambos en sentido antihorario, vistos desde la derecha), Hallar la velocidad angular del brazo 6.

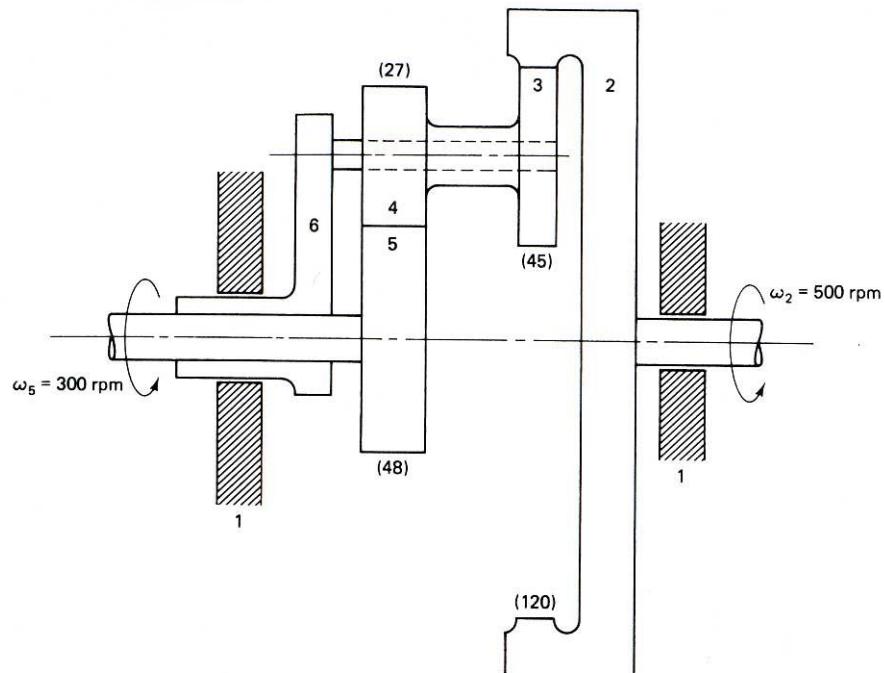


Figure 7.32 Two-degree-of-freedom planetary gear train; 2 and 5 are inputs, 6 is output (see Examples 7.4, 7.7, and 7.9). See Fig. 7.37 for an end view sketch of this gear train.

Solución

Ejemplo 4

Este ejemplo es similar al ejemplo 2, pero el número de grados de libertad del tren de engranes es reducido a uno, añadiendo un engrane corona fijo en acoplamiento con el engrane planeta 4 (fig 7.33). Si $\omega_{21} = 500 \text{ rpm}$ (sentido antihorario, visto desde la derecha), ¿cuál es la magnitud y sentido de ω_{51} ?

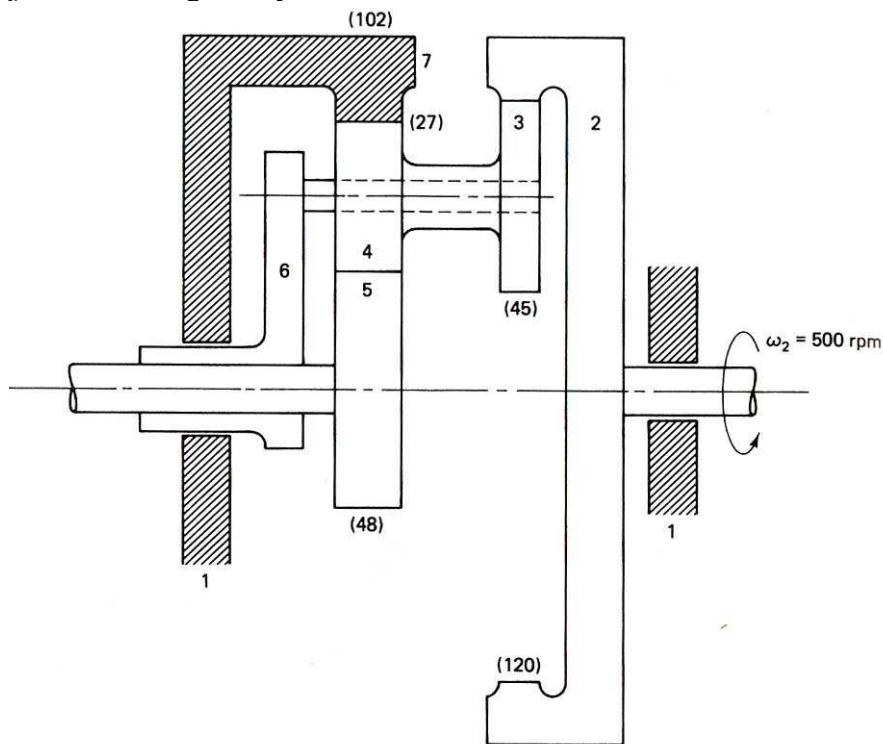


Figure 7.33 The degrees of freedom of the planetary gear train of Fig. 7.32 reduced to one by the addition of fixed ring gear 7 (see Examples 7.5 and 7.8). See Fig. 7.38 for an end view sketch of this gear train.

Solución