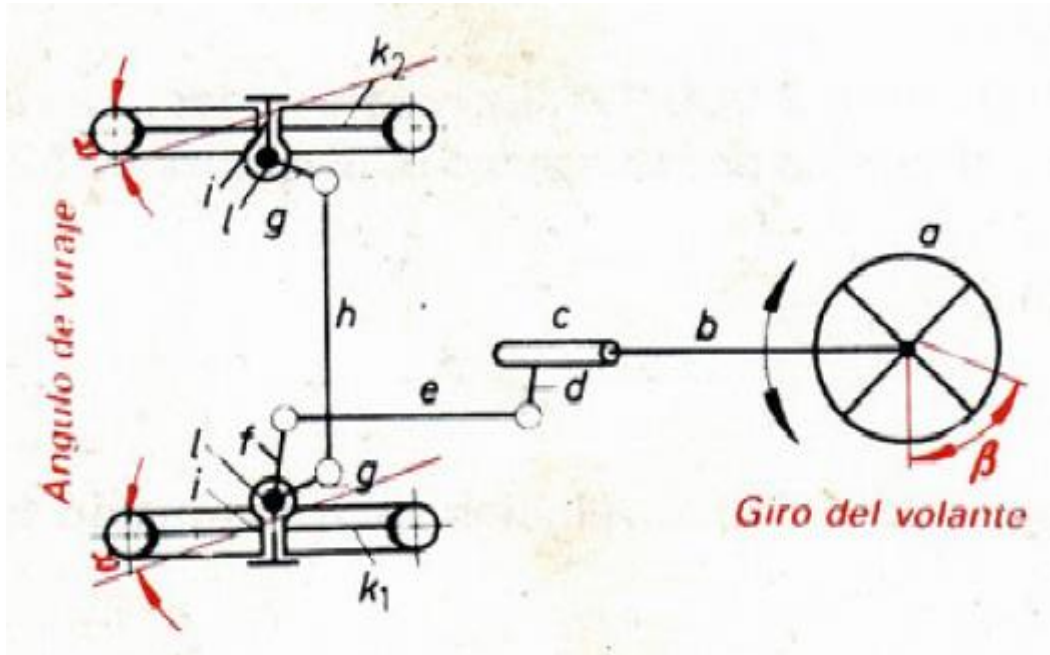


SISTEMA DE DIRECCIÓN



1. RELACION DE TRANSMISIÓN DE LA DIRECCIÓN

En la dirección su relación de transmisión es su reducción (a más despacio) puesto que de un giro grande del volante resulta uno pequeño de viraje de las ruedas dirigidas. Esta reducción también denominada (Desmultiplicación) se logra mediante el mecanismo de la dirección y las barras articuladas también denominadas (palancas)

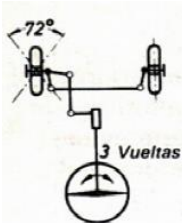
$$\text{Relac.de.transm.dirección} = \frac{\text{Angulo.de.giro.del.volante}}{\text{Angulo.de.viraje.de.las.ruedas.deanteras}}$$

$$i_o = \frac{\beta}{\alpha}$$

Un camión tiene una relación de transmisión de la dirección (desmultiplicación) $i = 32 : 1$. ¿Qué ángulo de viraje corresponde a dos vueltas del volante?

$$i_o = \frac{\beta}{\alpha} \quad [-]$$

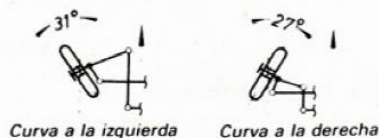
$$\alpha = \frac{\beta}{i_D} = \frac{2 \cdot 360^\circ}{32} = \underline{22,5^\circ}$$

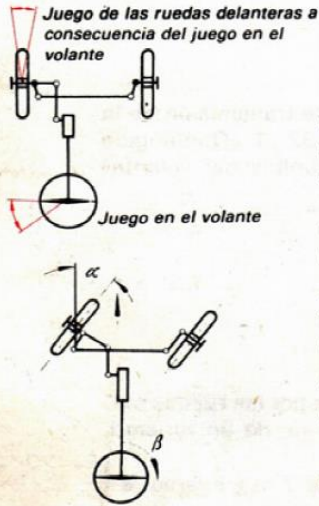


31.2 En un turismo, para girar de todo a la derecha a todo a la izquierda hay que darle tres vueltas al volante. ¿Cuál es la desmultiplicación de la dirección si con esas tres vueltas las ruedas viran un ángulo de 72° ?

31.3 ¿Cuántos grados viran las ruedas delanteras de un camión cuando se le dan dos vueltas al volante ($i_o = 28 : 1$)?

31.4 Para llevar unas ruedas que están viradas 31° a la izquierda y dejarlas 27° a la derecha hay que darle al volante dos vueltas y media. Calcular la desmultiplicación de la dirección.





31.5 En la revisión de la dirección de un turismo con una desmultiplicación $i_o = 16,5 : 1$ se mide un juego en el volante de 35° . Calcular cuantos grados de juego no se pueden evitar en las ruedas delanteras a consecuencia del juego del volante.

31.6 La dirección de un camión tiene una desmultiplicación $i_i = 29,8 : 1$. ¿Cuántos grados hay que girar el volante para que las ruedas delanteras viren 20° ?

31.7 Para llevar un volante de su posición centrada a todo a la derecha hay que darle 1,5 vueltas. La desmultiplicación es $i_o = 16,8 : 1$. ¿Cuántos grados viran las ruedas dirigidas desde la posición recta hasta todo a la derecha?

31.8 Una camioneta tiene una dirección con una desmultiplicación $i_o = 21 : 1$. Calcular cuantos grados hay que girar el volante para que las ruedas viren 35° .

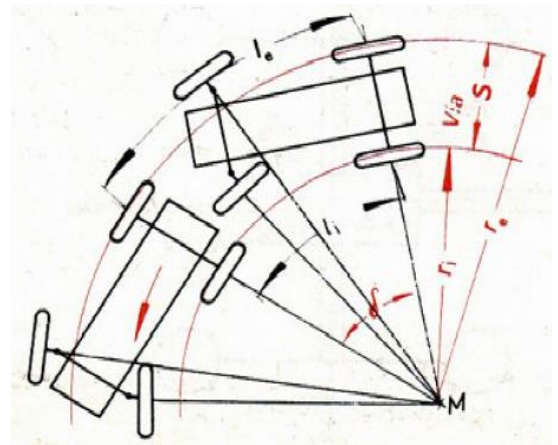
2. Recorrido de las ruedas en las curvas

31.9 Un turismo recorre una curva de 90° con un radio de las ruedas internas de 8 m. El ancho entre ruedas (vía) del vehículo es de 1,35 m. Calcular:

- a) El radio de las ruedas exteriores.
- b) El recorrido de las ruedas interiores.
- c) El recorrido de las ruedas exteriores.
- d) La diferencia entre ambos recorridos de ruedas.

2. RECORRIDO DE LAS RUEDAS EN LAS CURVAS

En las curvas las ruedas de la parte de fuera (exterior) hacen un mayor recorrido que las de dentro (parte interior). El resultado de esto es que las ruedas de fuera giran más de prisa que las de dentro en las curvas (es por ello que las ruedas motrices es necesario el diferencial). El radio r_o de la trayectoria de las ruedas exteriores a la curva es mayor que el radio r_i de las ruedas interiores en el valor S que es el ancho entre ruedas.



$$\text{Longitud recorrida por la rueda exterior} = l_o = \frac{r_o \times \pi \times \delta}{180^\circ} \rightarrow [m]$$

$$\text{Longitud recorrida por la rueda interior} = l_i = \frac{r_i \times \pi \times \delta}{180^\circ} \rightarrow [m]$$

Calcular las longitudes recorridas por las ruedas externas e internas, respectivamente, de un turismo que tiene una vía de 1 250 mm. El radio de la curva externa es de 7 m y el arco recorrido en la curva es de 60° .

$$l_o = \frac{r_o \cdot \pi \cdot \delta}{180^\circ} [m]$$

$$= \frac{7 \text{ m} \cdot \pi \cdot 60^\circ}{180^\circ} = 7,33 \text{ m}$$

$$l_i = \frac{r_i \cdot \pi \cdot \delta}{180^\circ} [m]$$

$$r_i = r_o - S$$

$$= 7 \text{ m} - 1,25 \text{ m} = 5,75 \text{ m}$$

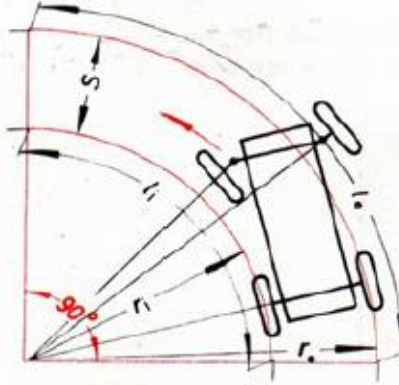
$$l_i = \frac{5,75 \text{ m} \cdot \pi \cdot 60^\circ}{180^\circ} = 6,02 \text{ m}$$

OBSERVACIÓN:

Por lo general, la relación de transmisión de la dirección no es igual a lo largo de todas las vueltas del volante. En la posición centrada del volante (conducción en línea recta) el movimiento de las palancas articuladas (varillaje de la dirección) tiene más desmultiplicación que con el volante bien metido a la derecha o a la izquierda. De esta manera se mantiene fácil el vehículo por su carril en los tramos rectos y se pueden virar las ruedas con mayor rapidez en las curvas cerradas.

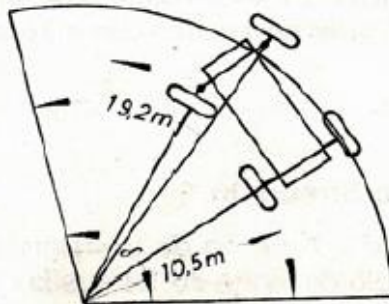
31.9 Un turismo recorre una curva de 90° con un radio de las ruedas internas de 8 m. El ancho entre ruedas (vía) del vehículo es de 1,35 m. Calcular:

- El radio de las ruedas exteriores.
- El recorrido de las ruedas interiores.
- El recorrido de las ruedas exteriores.
- La diferencia entre ambos recorridos de ruedas.



31.10 De las fórmulas para el cálculo de los recorridos de las ruedas exteriores e interiores despejar el ángulo α del arco recorrido.

31.11 Un camión recorre 19,2 m con su rueda trasera interna una trayectoria curva de 10,5 m de radio. ¿A cuántos grados corresponde esa longitud de arco?



3. ANGULO DE CONVERGENCIA

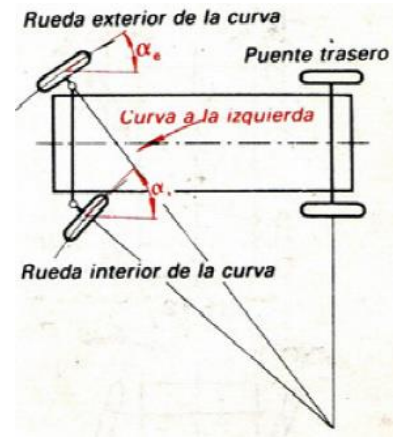
Al tomar una curva la rueda interior delantera ha de estar más virada que la exterior.

La diferencia entre los dos ángulos de viraje α_i y α_o de las ruedas delanteras se denomina ángulo de convergencia.

$$\gamma = \alpha_i - \alpha_o \rightarrow [^\circ]$$

El ángulo de viraje de la rueda exterior en la curva es de 16° ; el de la interior, de 21° . ¿Cuál es el ángulo de convergencia?

$$\begin{aligned} \gamma &= \alpha_i - \alpha_o \text{ [}^\circ\text{]} \\ &= 21^\circ - 16^\circ = \underline{5^\circ} \end{aligned}$$

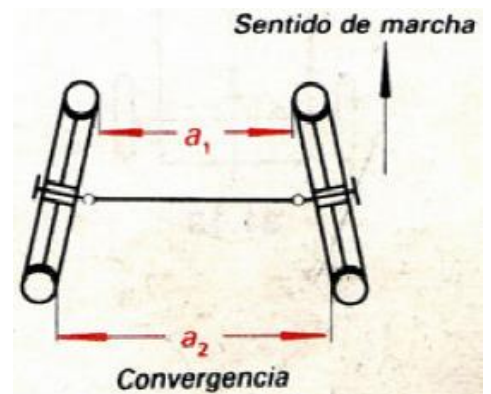


$$\text{Angulo de convergencia} = \text{Angulo de viraje interior de la curva} - \text{Angulo de viraje de la rueda exterior en la curva}$$

4. CONVERGENCIA

En posición recta, las ruedas delanteras no quedan paralelas sino, generalmente, algo metidas hacia dentro por delante (en algunos vehículos van también inclinados hacia afuera).

Esa diferencia de paralelismo de las ruedas delanteras se denomina convergencia. Gracias a ella, el varillaje de la dirección y los neumáticos se mantienen en tensión y se disminuye la tendencia a vibrar de las ruedas delanteras.



$$\text{Convergencia} = \text{Distancia por detrás} - \text{Distancia por delante}$$

$$c = a_2 - a_1 \rightarrow [mm]$$

¿Cuál es la convergencia si $a_2 = 1275$ mm y $a_1 = 1277$ mm?

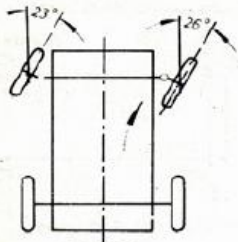
$$\begin{aligned} c &= a_2 - a_1 \text{ [mm]} \\ c &= 1275 - 1277 \\ c &= -2 \text{ mm} \end{aligned}$$

El vehículo tiene convergencia negativa (ver, nota 2).

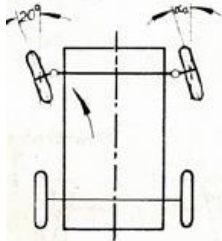
Nota

1. La convergencia se da frecuentemente en grados de ángulo en vez de en mm de diferencia de distancias.

2. Convergencia positiva (+) a_2 es mayor que a_1
- Convergencia negativa (divergencia) (-) a_2 es menor que a_1



31.12



31.13

31.12 Calcular el ángulo de convergencia para el vehículo del dibujo.

31.13 Las ruedas delanteras de un vehículo están viradas hacia la izquierda y se mide en la de la izquierda un ángulo de 20°. ¿Cuántos grados tiene que estar virada la de la derecha si el ángulo de convergencia previsto es de 4° 32'?

31.14 Un camión en una curva lleva la rueda delantera izquierda virada 22° 14' y la otra 17° 23'. Calcular el ángulo de convergencia.

31.15 En un coche accidentado se miden en la rueda izquierda 19° 4' y 20° 12' en la derecha cuando está virado a la derecha.

El fabricante prescribe un ángulo de convergencia de 4°. Comprobar si a consecuencia del accidente se ha doblado el varillaje de la dirección o si está desajustado.

31.16 En la medición del eje delantero de un turismo se tomaron los siguientes valores:

a) Ruedas delanteras viradas a la izquierda

Rueda izquierda 20° 12'

Rueda derecha 17° 15';

b) Ruedas delanteras viradas a la derecha

Rueda izquierda 16° 4'

Rueda derecha 20° 8'

Calcular:

1. El ángulo de convergencia con las ruedas viradas a la izquierda.
2. El ángulo de convergencia con las ruedas viradas a la derecha.
3. La diferencia entre ambos ángulos de convergencia.



2. Convergencia

31.17 Calcular la convergencia del eje delantero del dibujo.

31.18 ¿Cuál y cómo es la convergencia de un vehículo de tracción delantera en el que la distancia entre llantas por delante es de 1 410 mm y por detrás de 1 408 mm?

31.19 Las ruedas delanteras de un vehículo se desgastan demasiado lateralmente de modo desigual y se comprueba por ello la convergencia hallando los siguientes valores:

$$a_1 = 1180 \text{ mm}$$

$$a_2 = 1186 \text{ mm}$$



Según datos del fabricante, la convergencia ha de ser de 3 mm. Calcular:

a) La convergencia real

b) Los valores precisos de a_1 y a_2 para la convergencia correcta.

31.20 En el eje delantero de un autobús quedan las ruedas delanteras paralelas, por lo que las distancias $a_1 = a_2 = 1\ 750$ mm. Sin embargo, debería tener una convergencia de 8 mm. ¿A qué valores habría que ajustar a_1 y a_2 ?

31.21 Rellenar los datos que faltan.

Ejercicio	a)	b)	c)
Ángulo de viraje α	?	40°	30°
Ángulo de giro del volante β	180°	?	720°
Relación de transmisión i_b de la dirección	15,5:1	32,8:1	?

MECANISMO DE LA DIRECCIÓN

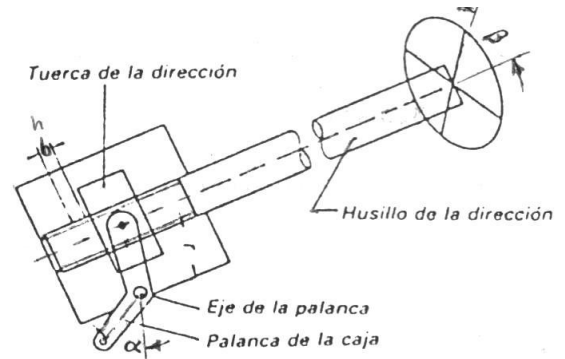
Por medio del mecanismo de la dirección el movimiento de giro del volante se convierte en un movimiento lento oscilatorio de la palanca del mecanismo.

En principio se distingue entre tres clases distintas de cajas de dirección

5. CAJA DE DIRECCIÓN DE TORNILLO

En la dirección por tornillo la dirección del ángulo de la palanca de la caja puede calcularse aproximadamente con la fórmula:

$$\alpha = \frac{h \cdot \beta}{2\pi \cdot r}$$



6. CAJA DE TORNILLO SIN FIN

6.1. Si un sinfín de un hilo gira 360° a la rueda helicoidal

le corresponde un giro de: $\frac{360^\circ}{z}$

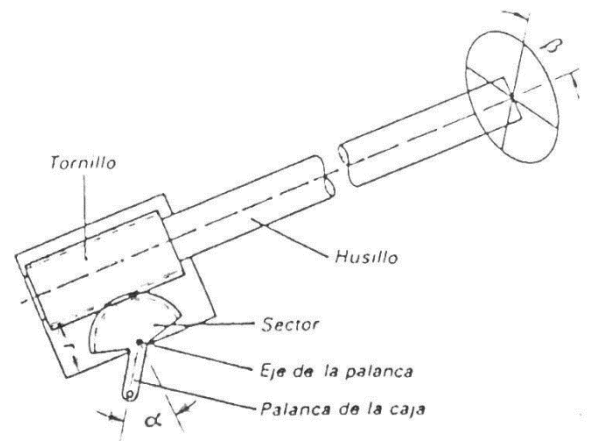
6.2. Si un sinfín de varios hilos gira 360° a la rueda

helicoidal le corresponde un giro de: $\frac{g \cdot 360^\circ}{z}$

6.3. Si un sinfín de varios hilos gira β° a la rueda

helicoidal le corresponde un giro de: $\frac{g \cdot \beta^\circ}{z}$

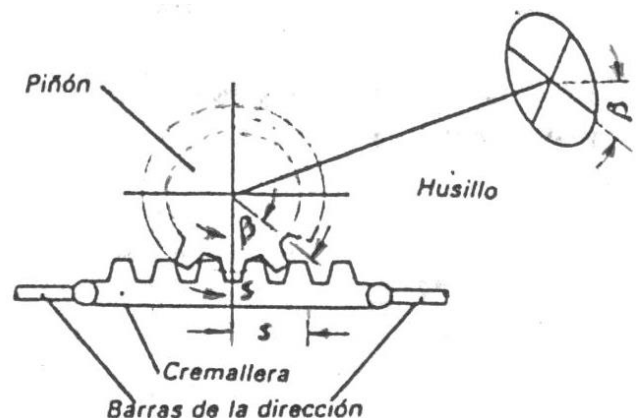
$$\alpha = \frac{g \cdot \beta^\circ}{z}$$



7. DIRECCIÓN DE CREMALLERA

En una vuelta completa del volante ($\beta^\circ = 360^\circ$), la cremallera se desplaza por el perímetro del piñón la cantidad de $Z \cdot p$. Luego para un valor dado del ángulo β° .

$$s = z \cdot p \cdot \frac{\beta}{360^\circ} \rightarrow [mm]$$



Observación

La caja de dirección de tornillo tiene una variante conocida como dirección de husillo y tuerca a bolas.

La caja de dirección de tornillo sin fin, lleva a menudo en lugar del sector un rodillo (dirección de sin fin y rodillo) o solamente un dedo (dirección ZF-Ross).

Ejercicios

31.22 De la fórmula para la desmultiplicación de la dirección de tornillo despejar el ángulo de giro del volante.

31.23 Un turismo lleva una caja de dirección de tornillo y se le gira el volante 60° (40°). Calcular el ángulo recorrido por la palanca de la caja.

Características de la dirección:

$h = 9$ mm (10 mm); $r = 36$ mm (35 mm)

31.24 En una dirección de husillo y tuerca a bolas (variante de la dirección de tornillo), la palanca de la caja, tiene una longitud $r = 45$ mm (50 mm) y se gira 16° (22°). El paso del husillo es de 15 mm (18 mm). ¿Cuántos grados se habrá girado el volante?

31.25 Una furgoneta lleva una caja de dirección de tornillo sin fin. El sector (la rueda helicoidal a que corresponde es de $z = 20$) engrana en un sin fin de un solo hilo. Calcular el ángulo que gira la palanca de la caja al girar el volante 120° (104°).

31.26 De la fórmula para la desmultiplicación de la dirección de tornillo sin fin despejar el ángulo de giro del volante.

31.27 Un camión lleva una caja de dirección de sin fin de un solo hilo. La palanca de la caja, y con ella la rueda helicoidal (de 32 dientes) gira 8° (14°). Calcular el giro del volante.

31.28 La dirección de cremallera de un coche de carreras consta de un piñón de 19 (21) dientes. El paso de la cremallera (y del piñón) es de 4,71 mm (3,14 mm). ¿Cuántos milímetros se desplaza la cremallera cuando el husillo gira 55° (30°)?

31.29 De la fórmula de la desmultiplicación de la dirección de cremallera despejar el ángulo de giro del volante.

31.30 Un turismo lleva una dirección de cremallera de paso igual a 6,28 mm (4,71 mm) y un piñón de 18 (20) dientes. ¿Cuántos grados hay que girar el volante para que la cremallera se desplace 3,14 mm?