



1

**La transmisión
en los vehículos**

para empezar...

Se conoce como transmisión el conjunto de órganos mecánicos que se encargan de transmitir el giro del motor hasta las ruedas.

Desde la invención de los vehículos autopropulsados hasta el día de hoy se han empleado infinidad de mecanismos y dispositivos para conseguir transmitir y optimizar la potencia del motor.

Las primeras transmisiones empleaban cadenas dentadas y piñones acoplados directamente en el motor y en la rueda. Actualmente, se utilizan cambios y diferenciales gestionados electrónicamente y capaces de optimizar al máximo la potencia y el par del motor.

Los elementos mecánicos que forman parte de la transmisión son: el embrague, la caja de cambios, el grupo reductor, el diferencial y los árboles de transmisión. No obstante, en función del tipo de vehículo, los fabricantes optan por diferentes esquemas de construcción.

En esta unidad estudiaremos la transmisión de movimiento y los principios físicos que intervienen en este proceso en los vehículos ligeros, motocicletas, vehículos industriales y agrícolas.

qué sabes de...

1. ¿Qué elementos intervienen en la transmisión de un automóvil?
2. ¿Podrá funcionar un vehículo que acople directamente la rueda al motor? ¿Qué problemas se podrán ocasionar?
3. ¿Qué conjuntos mecánicos forman la cadena cinemática de la transmisión del giro del motor hasta las ruedas? Realiza un croquis y explica la misión de cada conjunto.
4. ¿Cuántos tipos de transmisiones se emplean en motocicletas?
5. ¿Qué importancia tiene la colocación del motor en el diseño de la transmisión? Realiza un croquis de un diseño que tu conozcas.

y al finalizar...

- Conocerás la misión de la transmisión y los conjuntos mecánicos de que se compone.
- Estudiarás las fuerzas que se oponen al movimiento de los vehículos.
- Calcularás el valor aproximado de las resistencias y fuerzas en la dinámica de los vehículos.
- Conocerás los diferentes tipos de transmisiones empleadas en distintos vehículos.
- Identificarás los conjuntos mecánicos que intervienen en cada tipo de transmisión.

... vamos a conocer

1. Misión de la transmisión
2. La transmisión en los automóviles
3. La transmisión en los vehículos industriales
4. La transmisión en los vehículos agrícolas
5. La transmisión en motocicletas y ciclomotores
6. Transmisiones hidráulicas
7. La transmisión en los vehículos híbridos

PARA PRACTICAR

Identificar los conjuntos que forman la transmisión de un vehículo

1. Misión de la transmisión

La transmisión de los vehículos está formada por diferentes órganos mecánicos: el embrague, la caja de cambios, el grupo reductor, el diferencial, etc. (figura 1.1). Tiene como misión transmitir el giro del motor hasta las ruedas adaptando el par motor a las necesidades de conducción del vehículo.

Cuando un vehículo se encuentra circulando está sometido a unas condiciones de marcha que dependen del tipo de carretera, pendientes a superar, resistencia del aire, carga a soportar, velocidad, etc.

Estas condiciones repercuten en el estado de marcha del vehículo, de tal manera que éste debe ser capaz de poder adaptar su par de transmisión a las citadas condiciones por medio de diferentes mecanismos.

La transmisión cumple tres objetivos:

- Acopla o desacopla el giro del motor. Función realizada por el embrague.
- Reduce o aumenta el par de salida del motor por medio de la caja de cambios.
- Transmite el par desde la salida de la caja de cambios hasta las ruedas a través de los árboles de transmisión, diferenciales, grupos cónicos y semiárboles.



↑ **Figura 1.1.** Conjunto motor, cambio y transmisión del Audi Quattro.

1.1. Dinámica de los vehículos

Un vehículo, en su desplazamiento, está sometido a una serie de resistencias que se oponen a su movimiento. Para vencer estas resistencias y las fuerzas que generan, el vehículo ha de disponer de un sistema de transmisión adaptado que tenga en cuenta factores como: su masa, su coeficiente aerodinámico, su resistencia a la rodadura, etc.

Las resistencias más importantes que se oponen a la transmisión de movimiento de un vehículo son las siguientes (figura 1.2):

- Resistencia a la rodadura, R_r .
- Resistencia del aire, R_a .
- Resistencia por pendiente, R_p .
- Resistencia por rozamiento mecánico, R_{rm} .
- Resistencia por inercia, R_i .

Para que el vehículo se desplace, la suma de todas estas resistencias, «fuerzas», debe ser inferior a la fuerza de empuje (F_e) que proporcione el motor y transmita a los conjuntos mecánicos de la transmisión.

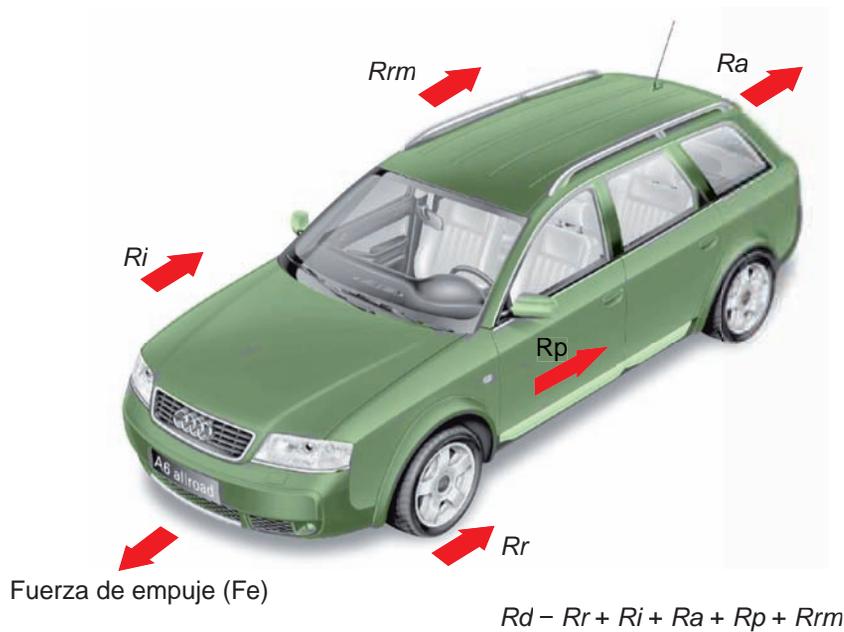
$$R_r + R_a + R_p + R_{rm} + R_i < F_e$$

(F_e) = fuerza de empuje

La resistencia al desplazamiento (R_d) del vehículo se calcula sumando todas las fuerzas que se oponen al movimiento. Esta será:

$$R_d = R_r + R_a + R_p + R_{rm} + R_i$$

El resultado es una fuerza que se opone al desplazamiento del vehículo (F_d).



↑ **Figura 1.2.** Fuerzas y resistencias que afectan al vehículo en su desplazamiento.

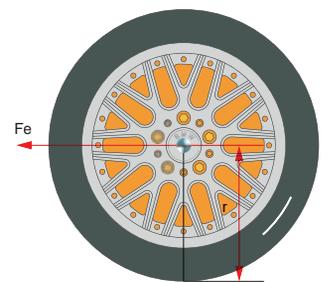
Para conseguir el desplazamiento, el vehículo tiene que generar una fuerza de empuje (F_e) en el eje motriz, mayor que la fuerza de resistencia al desplazamiento (F_d). Si estas fuerzas fuesen iguales el vehículo permanecería en reposo.

$$F_e > F_d$$

El par transmitido (C_m) es igual a la fuerza de empuje (F_e) multiplicada por el radio de la rueda motriz (figura 1.3).

$$C_m = F_e \cdot r$$

r = radio de la rueda



↑ **Figura 1.3.** Fuerza de empuje.

ACTIVIDADES PROPUESTAS

1. ¿Cómo crees que puede influir la resistencia del aire en el movimiento de un vehículo?

Resistencia del aire

Un vehículo en su desplazamiento encuentra una resistencia provocada por el choque contra el aire. Es la denominada «Fuerza del aire».

$$\text{Fuerza del aire (Fa)} = ps \cdot s \cdot cx$$

Siendo:

s = superficie sobre la que incide el aire en m^2

cx = coeficiente aerodinámico del vehículo

ps = presión resistente en el vehículo en kgf/m^2

La resistencia al aire depende en gran medida de la velocidad del vehículo (v) y de la velocidad y dirección del viento (Vu).



↑ **Figura 1.5.** Prueba en túnel de viento del cx de un Audi A8.

Esta resistencia es difícil de calcular, por ello, se emplean túneles de viento (figura 1.6) que permiten conocer de manera aproximada la fuerza que el aire ejerce contra el desplazamiento del vehículo y la potencia que este necesita para vencerla (kW o CV).

Coeficiente aerodinámico	Velocidad del vehículo		
	40 km/h	80 km/h	120 km/h
cx 0,4	<1 CV	8,5 CV	28,5 CV
cx 0,2	0,4 CV	4 CV	13,6 CV

↑ **Tabla 1.2.** Pérdidas de potencia por la resistencia del aire según el cx y la velocidad.

En vehículos comerciales que tienen gran volumen se diseñan y montan alerones especiales para aminorar al máximo el cx (figura 1.6).



Consumo

El coeficiente de resistencia a la rodadura « μr » interviene de manera importante en el consumo de combustible del vehículo. A mayor coeficiente, mayor consumo de combustible.



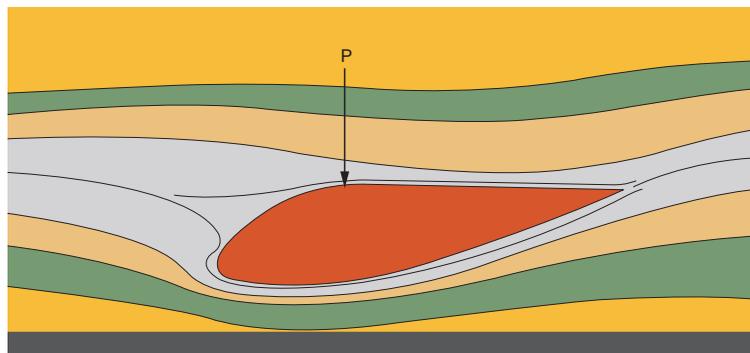
Coeficiente aerodinámico

Cx es el coeficiente aerodinámico. Este depende del diseño de la carrocería del vehículo. Por ejemplo: un Seat León tiene un cx de 0,32, y el Toyota Prius, de 0,26.

Un alerón es capaz de crear una presión hacia el suelo gracias a la diferencia de presión entre sus capas superior e inferior. Esta se produce por la diferencia de la velocidad de las partículas de aire que rodean el alerón.



↑ **Figura 1.6.** Kit aerodinámico de una cabeza tractora.



↑ **Figura 1.7.** Carga aerodinámica sobre un alerón.

ACTIVIDADES PROPUESTAS

2. ¿Puede influir la aerodinámica del vehículo en el consumo de combustible? Razona tu respuesta.

ACTIVIDADES RESUELTAS

Calcula la fuerza que supone la resistencia a la rodadura de un turismo (Seat León 1.9 TDI) que tiene de masa ± 1.300 kg y se desplaza por una carretera de asfalto. Calcula la resistencia también cuando se desplaza sobre un camino de arena.

Solución:

- En primer lugar se debe hallar el peso del vehículo. Este será:
 $\text{Peso} = \text{masa} \cdot \text{gravedad}$
 $P = 1.300 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \quad P = 12.740 \text{ newton}$
- Una vez hallado el peso del vehículo (P), para hallar la fuerza de la resistencia a la rodadura (F_{rd}), sustituimos los valores que conocemos, masa y coeficiente de resistencia a la rodadura, en la fórmula:
 El coeficiente de resistencia a la rodadura en asfalto es 0,013, por lo tanto:
 $F_{rd} = P \cdot \mu_r \quad F_{rd} = 12.740 \text{ N} \cdot 0,013 = 165,62 \text{ newton en asfalto}$
- Para hallar la resistencia a la rodadura sobre arena de este mismo vehículo, se multiplica por su coeficiente 0,15 (tabla 1.1):
 $F_{rd} = 12.740 \text{ N} \cdot 0,15 = 1.911 \text{ newton}$

Por lo tanto, podemos deducir que la fuerza que se opone al desplazamiento en la rodadura sobre arena es 11,5 veces mayor que sobre asfalto.

Resistencia por pendiente

La fuerza que origina la resistencia en un vehículo al subir una pendiente, depende del ángulo de la pendiente a superar. Al subir, parte del peso del vehículo empuja contra el sentido de la marcha y genera una fuerza que se opone a la fuerza que el vehículo dispone para desplazarse, por lo que el conductor se ve obligado a cambiar a una velocidad más corta para aumentar la fuerza de empuje.

La fuerza generada al superar pendientes depende del peso del vehículo y del ángulo de la pendiente α :

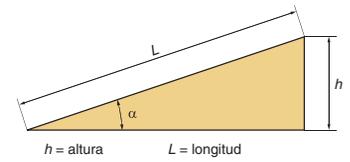
$$F_p = p \cdot \text{sen } \alpha$$

La pendiente de una carretera o camino está determinada por la relación que existe entre la altura superada y la longitud recorrida (figura 1.8).

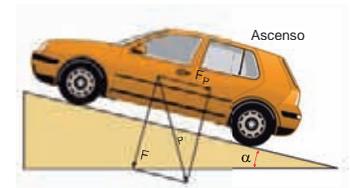
$$\text{sen } \alpha = \frac{h}{L}$$

$$\text{sen } \alpha \cdot 100 = \text{pendiente en } \%$$

La fuerza que produce la masa del vehículo por la gravedad (p) la soportan principalmente los neumáticos. En los ascensos o descensos esta fuerza se descompone en dos, una que es soportada por los neumáticos y otra que empuja al vehículo en sentido contrario al de la marcha en el ascenso (figura 1.9).



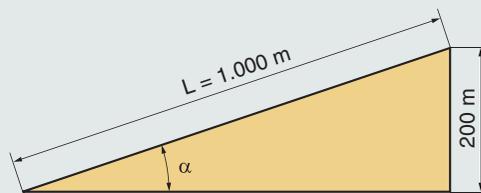
↑ **Figura 1.8.** Ángulo de una pendiente.



↑ **Figura 1.9.** Ascenso del vehículo.

ACTIVIDADES RESUELTAS

Calcula la pendiente en porcentaje que tiene una subida que asciende 200 metros cada kilómetro, y la fuerza que se opone al ascenso en un todo terreno Nissan Patrol GR de 1.835 kg de masa.



↑ **Figura 1.10.**

Solución:

- Hallamos el porcentaje de la pendiente a través del cálculo del seno del ángulo.

$$\text{sen } \alpha = \frac{h}{l} \quad \text{sen } \alpha = \frac{200 \text{ m}}{1.000 \text{ m}} = 0,2$$

Por lo tanto, la pendiente será:

$$\text{sen } \alpha \cdot 100 = 0,2 \cdot 100 = 20 \%$$

- Para averiguar la fuerza por pendiente, hallar el peso del vehículo (p), multiplicando la masa del mismo por la gravedad:

$$p = m \cdot g \quad p = 1.835 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 17.983 \text{ newton}$$

- Por tanto, la fuerza por pendiente será igual a:

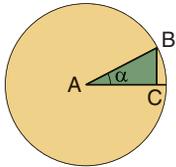
$$F_p = p \cdot \text{sen } \alpha ; \quad F_p = 17.983 \text{ N} \cdot 0,2 = 3.596,6 \text{ newton}$$



Sen α

En un triángulo rectángulo, el seno de un ángulo agudo α , es igual a la longitud del cateto opuesto al ángulo dividida entre la longitud de la hipotenusa y se designa por $\text{sen } \alpha$.

$$\text{sen } \alpha = \frac{BC}{AB}$$



↑ **Figura 1.11.**



Básico

La aceleración de la gravedad es igual a $9,8 \text{ m/s}^2$.

Resistencia por rozamientos mecánicos y potencia útil en el eje

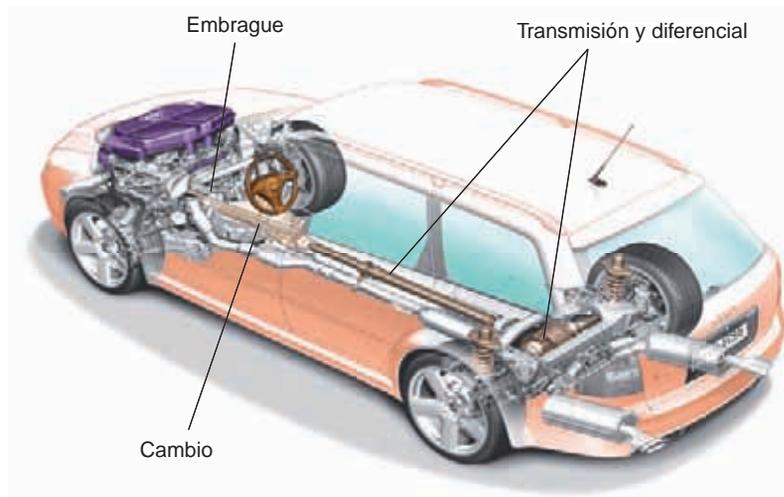
La resistencia por rozamiento se conoce también como el rendimiento mecánico de un conjunto. La resistencia por rozamiento se genera como consecuencia de la fricción entre piezas y conjuntos mecánicos de la transmisión, en el embrague, en la caja de cambios, en el grupo diferencial y en las transmisiones (figura 1.12). Supone del orden de un 5 a un 10 % de la potencia útil en un vehículo ligero de dos ruedas motrices, y del 10 al 15 % en vehículos 4x4. El resto de potencia, hasta alcanzar el valor del 100 %, se conoce como el rendimiento mecánico del conjunto.

Por ejemplo: un vehículo 4x4 con una resistencia por rozamientos mecánicos del 14 % en la transmisión, podrá ofrecer un rendimiento mecánico (η_m) del 86 %.

$$\eta_m = 100 - 14 = 86 \%$$

La potencia útil en el eje motriz de un vehículo es el resultado de multiplicar el rendimiento mecánico del conjunto (η_m), por la potencia aplicada en el embrague o potencia al freno (W_f).

$$W = W_f \cdot \eta_m$$



↑ **Figura 1.12.** Pérdidas por rozamientos mecánicos.

ACTIVIDADES RESUELTAS

Calcula la potencia útil en el eje motriz que ofrece un vehículo con una potencia al freno (W_f) de 150 CV y unas pérdidas por rozamientos mecánicos de la transmisión del 9 %.

Solución:

- En primer lugar hallaremos el rendimiento mecánico η_m :

$$\eta_m = 100 \% - 9 \% = 91 : 100 = 0,91 \%$$

- Así pues, la potencia útil (W) será:

$$W = W_f \cdot \eta_m$$

$$W = 150 \text{ CV} \cdot 0,91 = 136,5 \text{ CV}$$

La potencia perdida por rozamientos es aproximadamente de 13,5 CV.

Resistencia por inercia

La resistencia por inercia se produce cuando hay un cambio en la velocidad del vehículo. Se genera por una fuerza que se opone al aumento o disminución de velocidad del vehículo. Ocurre tanto en aceleraciones como en deceleraciones. Por ejemplo, al frenar un vehículo, la fuerza de la inercia sigue empujando al vehículo hasta que se para.

Al aumentar la velocidad, se produce una aceleración. La fuerza que genera la resistencia a la inercia es igual a la masa del vehículo por la aceleración producida.

$$F_i = m \cdot a$$



↑ **Figura 1.13.** Impulsión de un vehículo en miniatura.



Aceleración

La aceleración es igual al incremento de velocidad partido por el tiempo que dura la aceleración.

$$a = \frac{\Delta v}{t} = \text{m/s}^2$$

ACTIVIDADES RESUELTAS

Calcula la fuerza de inercia que se opone al desplazamiento de un Seat León que tiene de masa 1.377 kg y que realiza una aceleración de 0,41 m/s²:

Solución:

$$F_i = m \cdot a$$

$$F_i = 1.377 \text{ kg} \cdot 0,41 \text{ m/s}^2 = 564,54 \text{ newton}$$

Calcula la aceleración que se produce al incrementar 15 km/h en 10 segundos:

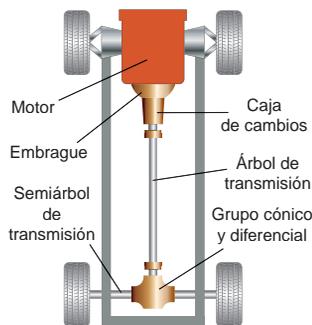
Solución:

– En primer lugar, se deben pasar los kilómetros por hora a metros por segundo.

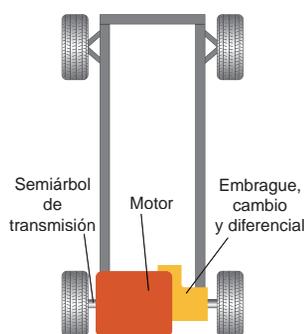
$$\frac{15 \cdot 1.000 \text{ m}}{3.600 \text{ s}} = \frac{150 \text{ m}}{36 \text{ s}} = 4,16 \text{ m/s}$$

– Y la aceleración será igual a:

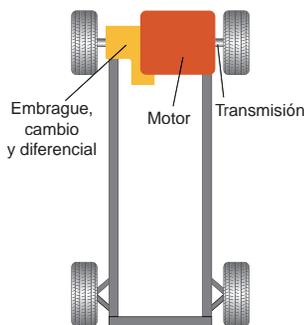
$$\alpha = \frac{\Delta v}{t} = \frac{4,16 \text{ m/s}}{10 \text{ s}} = 0,41 \text{ m/s}^2$$



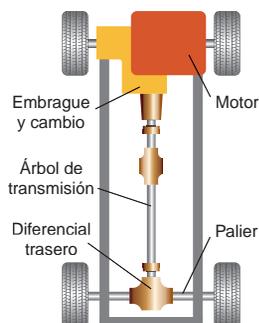
↑ **Figura 1.14.** Motor delantero longitudinal y propulsión trasera.



↑ **Figura 1.15.** Motor trasero y propulsión trasera.



↑ **Figura 1.16.** Motor delantero y tracción delantera.



↑ **Figura 1.17.** Tracción total.

2. La transmisión en los automóviles

El tipo de transmisión que tiene un automóvil depende de factores como la posición del motor y del eje o ejes que reciban la transmisión motriz.

Si el eje delantero es el que recibe la transmisión de movimiento, se denomina «tracción delantera», mientras que si es el eje trasero, se denomina «propulsión o tracción trasera». Si los dos ejes son motrices opcionalmente, o fijos, el vehículo se denomina de «propulsión o tracción total», o lo que comúnmente llamamos 4x4.

Las combinaciones entre motor y ejes motrices configuran el tipo de transmisión. Los elementos de la transmisión para las distintas configuraciones emplean los mismos principios de funcionamiento pero en su construcción serán distintos.

2.1. Motor delantero y propulsión trasera

La configuración de transmisión más empleada durante mucho tiempo ha sido motor delantero longitudinal y propulsión trasera (figura 1.14). La cadena cinemática sigue el movimiento desde el motor pasando por el embrague, caja de cambios, árbol de transmisión, grupo cónico y diferencial, y palieres o semiárboles de transmisión, hasta llegar a las ruedas.

Ejemplos de este sistema de transmisión son: Seat 131, BMW series 3 y 5, Mercedes Benz Clase C, etc.

2.2. Motor trasero y propulsión trasera

Este sistema de tracción ha sido empleado desde los utilitarios más sencillos como el Seat 600, Seat 850, Renault 8, hasta vehículos deportivos como el Ferrari 308, Porsche 928, Boxter, etc. (figura 1.15).

La posición del motor puede ser longitudinal o transversal y la cadena cinemática de transmisión de movimiento se realiza desde el motor pasando por el embrague, caja de cambios y diferencial, que forman un conjunto, y los árboles de transmisión.

2.3. Motor delantero y tracción delantera

Motor delantero y tracción delantera es una configuración que se utiliza en automóviles de mediana cilindrada. Elimina elementos mecánicos como el árbol de transmisión y permite agrupar la caja de cambios, el grupo cónico y el diferencial en un solo conjunto.

En esta configuración el motor puede ser montado en posición longitudinal como, por ejemplo, el Audi A4, o transversal como, por ejemplo, el Citroën Xantia, Seat Alhambra, VW Touran, etc. (figura 1.16).

2.4. Motor delantero o trasero y tracción total o 4x4

La tracción total o a las cuatro ruedas (4x4) es capaz de repartir el par de giro del motor a las cuatro ruedas (figura 1.17). Soluciona los inconvenientes de la

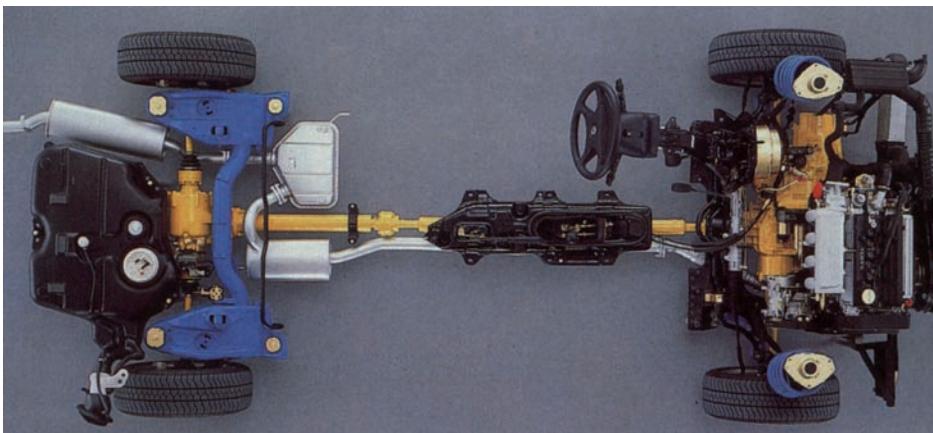
tracción delantera y de la propulsión trasera repartiendo por igual o en diferentes proporciones el porcentaje de transmisión entre ejes.



↑ **Figura 1.18.** Porsche Boxter con motor trasero y propulsión trasera.

La tracción total puede ser permanente como en el BMW X3 o en turismos como el Lancia Delta Integrale (figura 1.19), o puede permitir la selección de 4x4 o 4x2 en función del tipo de terreno por el que se vaya a circular. Esta última configuración usada por vehículos todo terreno como el Suzuki Vitara, Toyota Land Cruiser, etc., se utiliza para aligerar la transmisión sobre pavimentos en buen estado y en trayectos de carretera en los que la tracción 4x4 no sea necesaria.

Los vehículos con tracción total pueden montar el motor tanto en la parte delantera como en la central, y la cadena de transmisión desde este es la siguiente: embrague, cambio, caja de reenvío, árboles de transmisión o conjuntos cardán, diferenciales central, delantero y trasero y semiárboles.



↑ **Figura 1.19.** Transmisión integral 4x4 de Lancia.



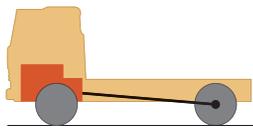
Citroën

La tracción delantera en lo automóviles fue inventada por André Citroën en el año 1934. Este fue el fundador de la compañía automovilística Citroën del grupo francés PSA.

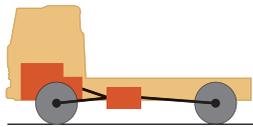
3. La transmisión en los vehículos industriales

En vehículos industriales como, por ejemplo, los camiones, se identifica el tipo de transmisión por números; por ejemplo: 4x2, 4x4, 6x2, 6x4, 6x6, etc. El primer número indica el número de ejes multiplicado por dos, y el segundo hace referencia a las ruedas motrices (figura 1.20).

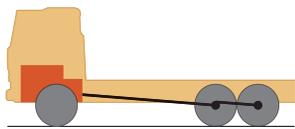
La cadena cinemática es muy parecida a la del resto de vehículos pero con la particularidad de una mayor robustez y un considerable mayor tamaño, y la forman: motor, embrague, cambio, árbol de transmisión y puente trasero (diferencial, grupo cónico y palieres) (figura 1.21).



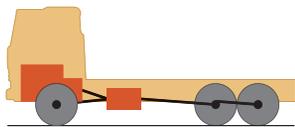
Combinación 4 x 2



Combinación 4 x 4

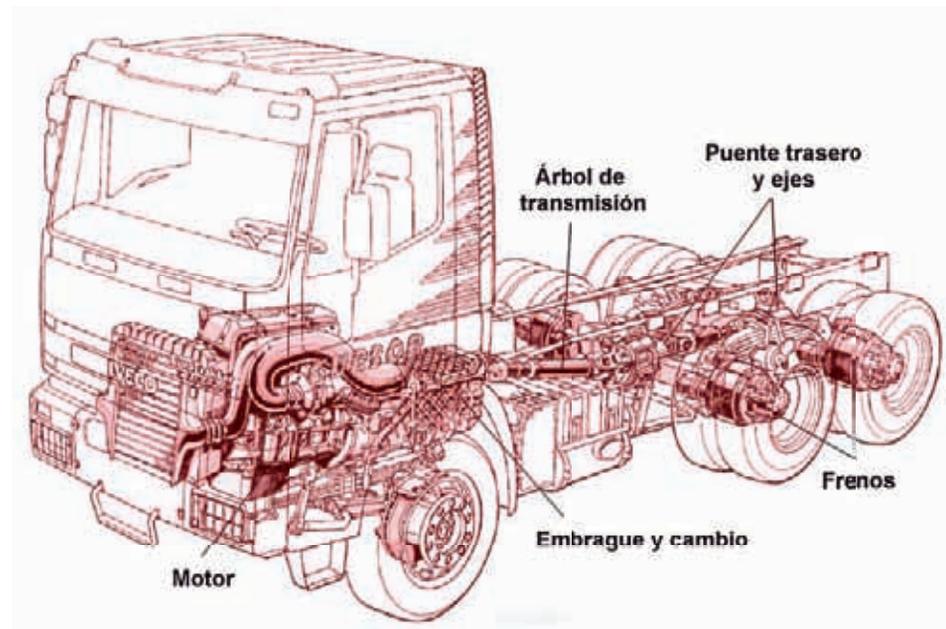


Combinación 6 x 4



Combinación 6 x 6

↑ **Figura 1.20.** Transmisión en camiones.



↑ **Figura 1.21.** Cadena cinemática 6x4.

4. La transmisión en los vehículos agrícolas

Los vehículos agrícolas emplean generalmente dos ruedas motrices 4x2. El eje trasero se utiliza para la tracción y es de mayor dimensión, se disminuye la relación de transmisión y aumenta la superficie de contacto con el suelo, mientras que el eje delantero, de menores dimensiones, tiene la misión de guiar el vehículo. Actualmente, y con la incorporación de motores más potentes, se están imponiendo los vehículos agrícolas 4x4, que poseen la ventaja de mejor tracción en cualquier tipo de terreno.

Existen también vehículos agrícolas e industriales denominados «orugas». En estos, la transmisión se realiza a través de una cadena especial que combina transmisión y dirección.

La transmisión 4x2 utilizada en los vehículos agrícolas es similar a la empleada en los automóviles y camiones. Las principales diferencias radican en que no emplean árbol de transmisión y en que los órganos de transmisión forman el chasis del vehículo.

La cadena cinemática de los vehículos agrícolas está formada por el embrague de fricción o multidiscos bañados en aceite, cambio manual o semiautomático, conjunto de grupo cónico y diferencial y los semiárboles (figura 1.23).



↑ **Figura 1.23.** Transmisión 4x4 de un tractor agrícola.

5. La transmisión en motocicletas y ciclomotores

En motocicletas y ciclomotores es necesaria una transmisión que sea pequeña y ligera, permita un fácil montaje y desmontaje y un bajo mantenimiento. Por ello, el motor, el embrague y la caja de cambios forman un conjunto. Desde la salida de la caja de cambios hasta la rueda motriz se emplean piñones y cadena.

5.1. La transmisión en motocicletas

El diseño de las motocicletas sitúa el motor entre las dos ruedas y la propulsión en la rueda trasera. El poco espacio disponible obliga a formar un conjunto mecánico con el motor, el embrague y la caja de cambios.

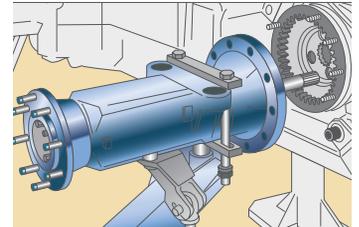
La transmisión desde la salida del cambio hasta la rueda se realiza en la mayoría de los modelos por piñones y coronas dentadas y cadena (figura 1.24).

En algunos modelos de motocicletas se sustituye la cadena por una correa dentada, lo que ofrece una mayor suavidad y menor mantenimiento. Esta transmisión la usa el fabricante americano Harley Davidson en sus motocicletas. Este



Transmisión en tractores

En la mayoría de tractores modernos, se montan en los semiárboles traseros trenes epicicoidales reductores que permiten colocar los dispositivos de frenado.



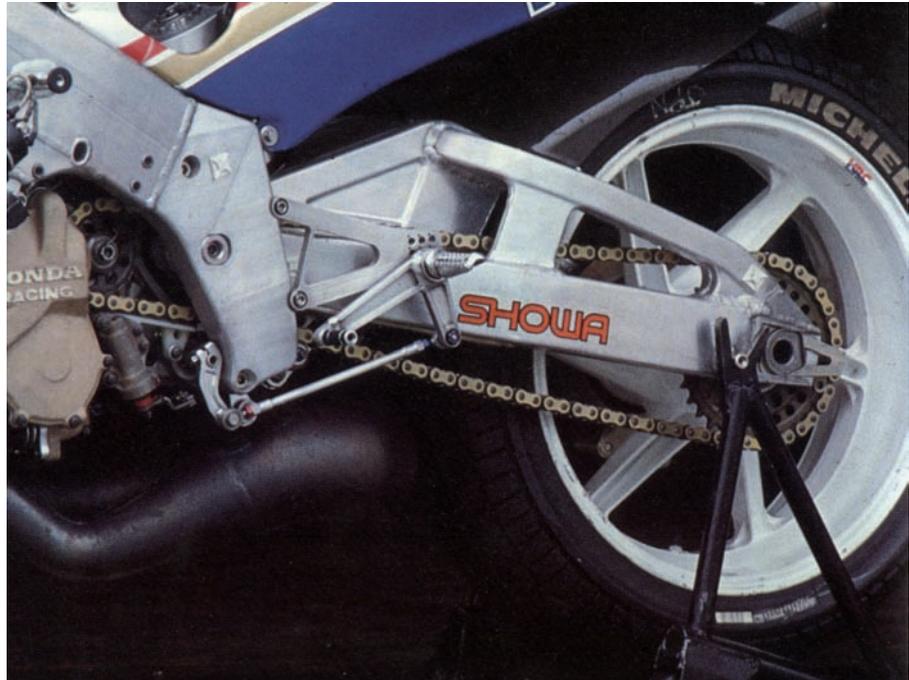
↑ **Figura 1.22.**



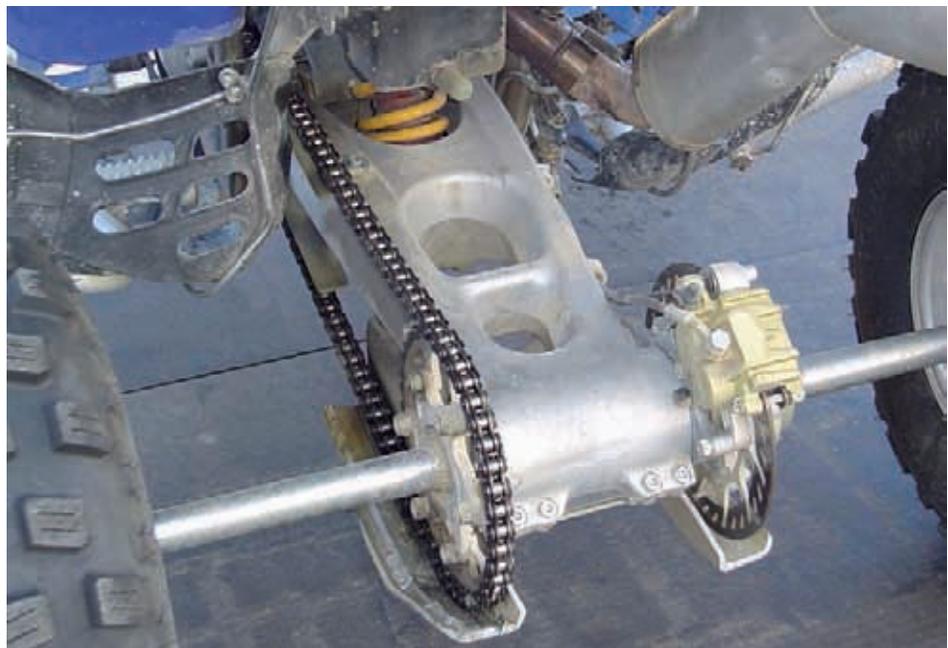
Prototipo curioso

En la edición 2004 del París-Dakar, un prototipo de motocicleta de tracción a las dos ruedas se impulsó en varias etapas. Ésta disponía de una transmisión por cadena a la rueda trasera y una transmisión hidráulica unida a un motor hidráulico acoplado en el eje delantero.

sistema de transmisión es similar al empleado en las distribución de algunos motores.



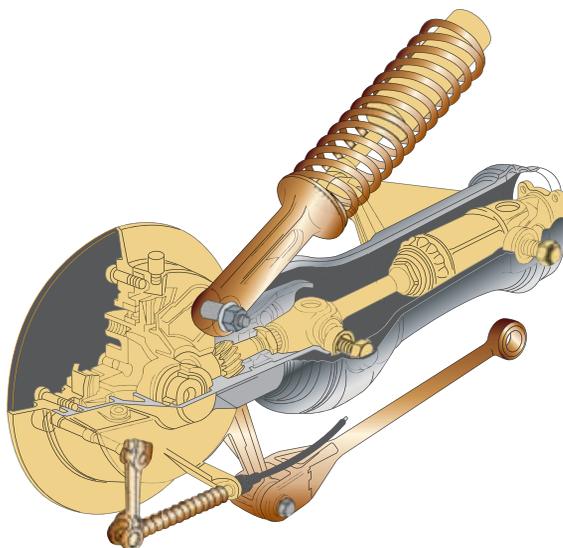
↑ **Figura 1.24.** Transmisión por cadena.



↑ **Figura 1.25.** Transmisión de un Quad.

En motocicletas de altas prestaciones, como por ejemplo BMW, se emplea un tipo de transmisión formado por árbol y cardán, denominado «Paralever» (figura 1.26).

Este mecanismo es más sofisticado y complejo que la sencilla transmisión por cadena, con la ventaja de resultar más fiable y duradero.

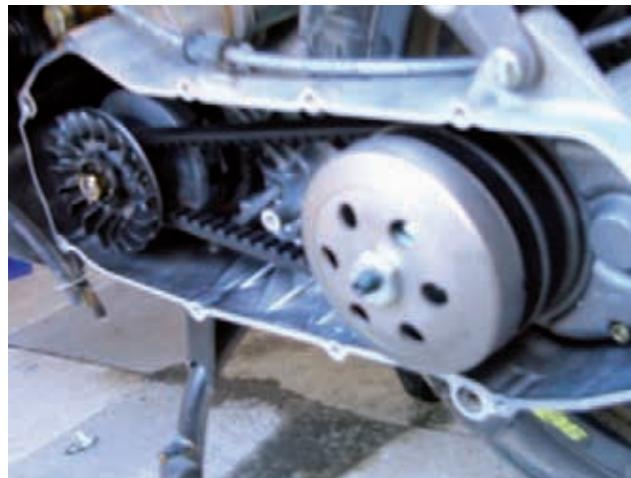


↑ **Figura 1.26.** Sistema de transmisión por cardán de BMW, Paralever.

5.2. La transmisión en ciclomotores

Los ciclomotores y *scooter* están diseñados pensando en la comodidad y el fácil acceso del conductor. Por ello, es desplazado el grupo motor y cambio a la parte trasera o inferior del mismo. La transmisión en estos vehículos consta principalmente de dos partes:

- Por un lado, el motor transmite el movimiento a un variador que acopla y desacopla este de la transmisión. A su vez, el variador es capaz de transformar la relación de transmisión a través de una correa trapezoidal y dos poleas, una de ellas de tamaño variable.
- Por otro, a la salida del variador existe una transmisión por cadena que envía el movimiento a la rueda.

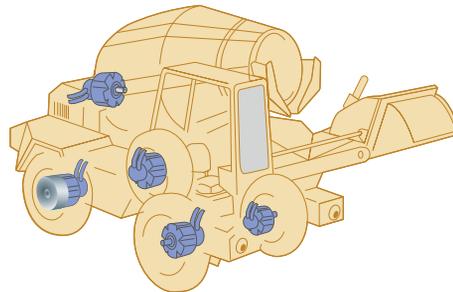


↑ **Figura 1.27.** Transmisión y variador de un ciclomotor.

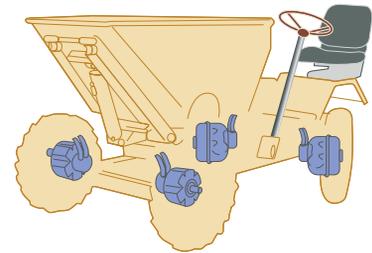
6. Transmisiones hidráulicas

Las transmisiones hidráulicas, por su gran versatilidad, se emplean en vehículos especiales dedicados a la construcción, como miniescavadoras, telescopios, etc.

El sistema de transmisión dispone de un motor que acciona una bomba de aceite de caudal variable y un conjunto de válvulas distribuidoras, que, unidas por medio de unas canalizaciones, permiten la llegada de caudal hasta un motor hidráulico. Este, una vez que recibe el caudal hidráulico, transmite el movimiento de giro a la rueda.



Autobetonier



Dúmper

↑ **Figura 1.28.** Transmisión hidráulica.

7. La transmisión en los vehículos híbridos

Los vehículos híbridos equipan dos motores con un sistema de transmisión común. Aprovechan las ventajas de ambos motores (la potencia del motor de combustión y el bajo consumo de los motores eléctricos) mediante la gestión de los sistemas de control electrónicos inteligentes.

El sistema Hybrid Synergy Drive (HSD) de Lexus tiene en cuenta en su funcionamiento tres aspectos clave:

- La gestión de la energía del motor.
- Control de potencia.
- Control de freno regenerativo.

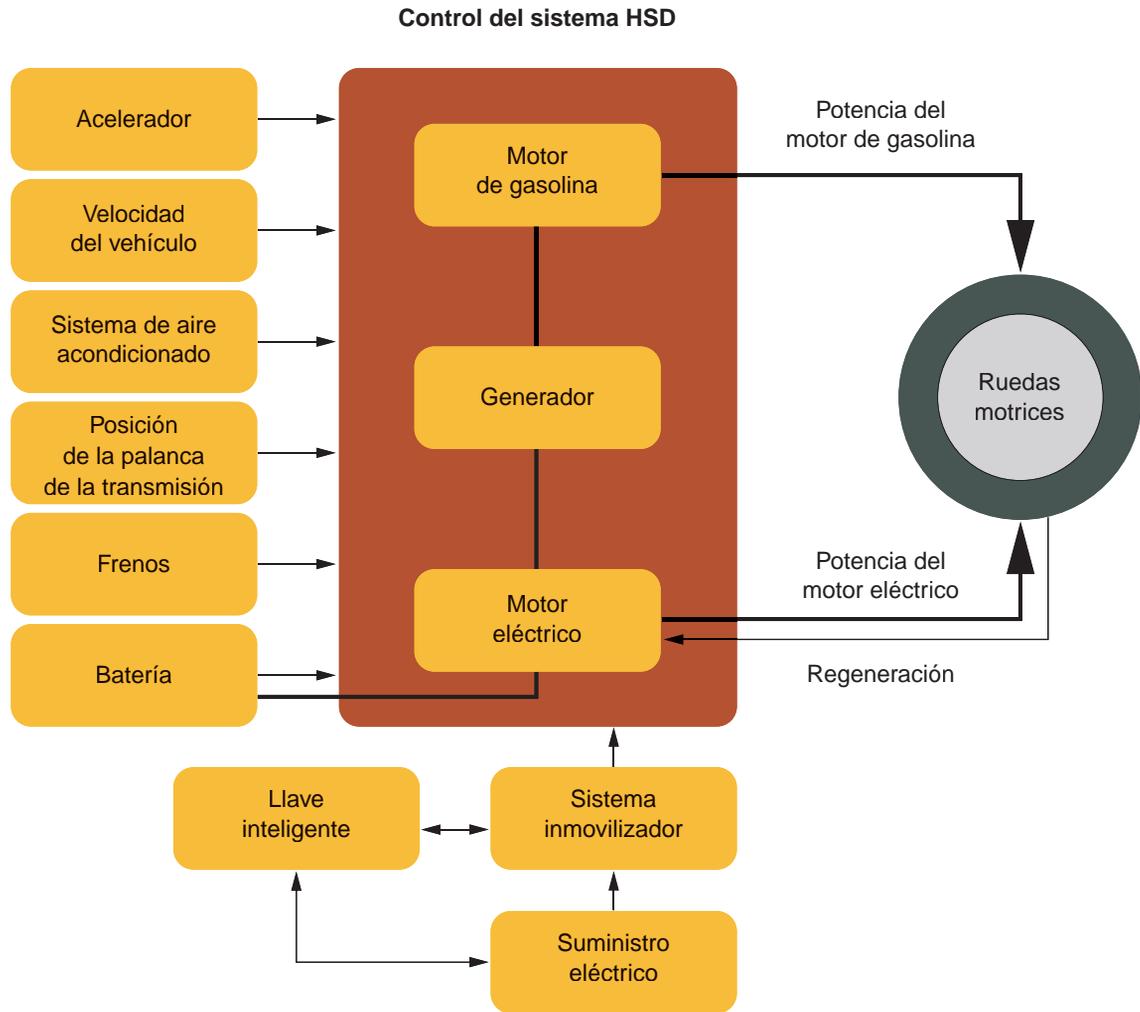
La gestión de la energía está controlada por la unidad electrónica inteligente que determina el motor que debe estar en funcionamiento.

Al arrancar el vehículo se pone en funcionamiento el motor eléctrico. Si el conductor requiere mayor potencia, la UEC envía una señal al motor de gasolina que lo pone en funcionamiento calculando al mismo tiempo las revoluciones que necesita para obtener dicha potencia.

La potencia total del sistema (HSD) la proporciona el funcionamiento en conjunto de los dos motores. En condiciones de repetidas paradas, circulando por ciudad, el motor de gasolina puede llegar a no ponerse en funcionamiento.

El conjunto dispone de un sistema de freno de control electrónico que decide si se emplea el sistema de frenado hidráulico tradicional o un freno regenerativo que recupera energía y carga las baterías del motor eléctrico.

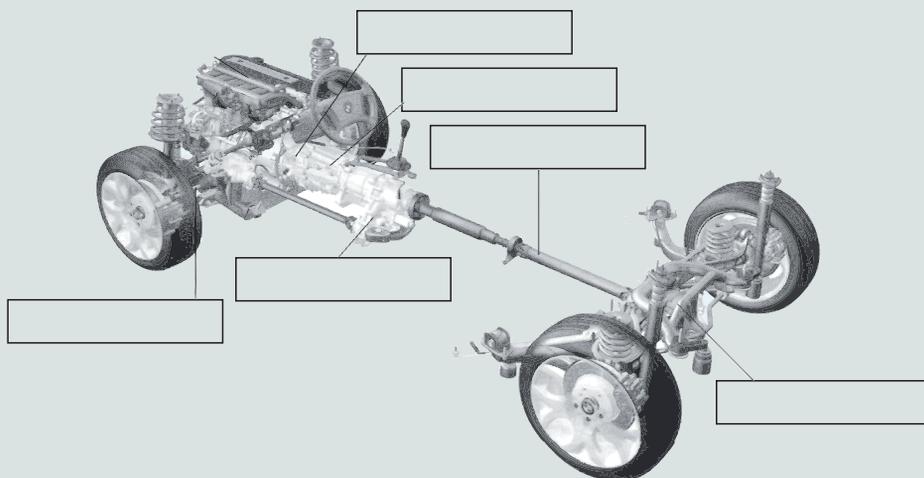
En el núcleo del dispositivo de reparto de energía hay una caja de cambios de engranajes epicicloidales compacta que controla la interacción entre el motor de gasolina y el motor eléctrico. El cambio es muy ligero y contiene menos partes móviles que una caja de cambios manual.



↑ **Figura 1.29.** Control electrónico del vehículo híbrido.

ACTIVIDADES FINALES

- 1. Enumera las misiones más importantes que realiza la transmisión.
- 2. Calcula la resistencia a la rodadura de un turismo que tiene de masa 950 kg y se desplaza por un camino de tierra. Calcula esta resistencia también cuando se desplaza sobre una carretera asfaltada.
- 3. ¿El motor se considera parte de la transmisión? Razona la respuesta.
- 4. Explica cómo afectan a la marcha de un vehículo las resistencias siguientes:
 - Resistencia a la rodadura.
 - Resistencia del aire.
 - Resistencia por pendiente.
 - Resistencia por rozamiento mecánico.
 - Resistencia por inercia.
- 5. Calcula la potencia útil en el eje motriz de un vehículo que ofrece una potencia al freno (W_f) de 110 CV y unas pérdidas por rozamientos mecánicos de la transmisión del 15 %.
- 6. Calcula el par transmitido (C_m) en un vehículo que dispone de una rueda de 360 mm de diámetro, sabiendo que la fuerza de empuje en 1ª velocidad al eje motriz es de 3.000 newton.
- 7. Explica en qué medida afecta el coeficiente aerodinámico «cx» en el consumo de combustible y la manera de disminuirlo.
- 8. ¿Qué tipo de transmisión es la más empleada en los automóviles? ¿Por qué crees que es la más empleada?
- 9. Explica en qué medida condiciona la posición del motor en las transmisiones de los vehículos.
- 10. Nombra los distintos componentes de la transmisión.



← Figura 1.30.

PARA PRACTICAR

Identificar los conjuntos mecánicos que forman la transmisión de un vehículo

OBJETIVO

Localizar en un vehículo el embrague, la caja de cambios, el árbol de transmisión y el puente trasero.

PRECAUCIONES

- Antes de subir el vehículo en el elevador, colocar bien las patas en los puntos de elevación del vehículo.

DESARROLLO

1. Localizar la posición del embrague, que se encuentra entre el motor y la caja de cambios (figura 1.31).
2. Detrás del embrague y junto al embrague se encuentra la caja de cambios (figura 1.32).



↑ **Figura 1.31.** Posición del embrague.



↑ **Figura 1.32.** Caja de cambios.

3. En la caja de cambios se une el árbol de la transmisión (figura 1.33).
4. El árbol de transmisión se acopla al estriado del piñón de ataque del grupo cónico trasero (figura 1.34).



↑ **Figura 1.33.** Árbol de transmisión.



↑ **Figura 1.34.** Puente trasero.

HERRAMIENTAS

- Elevador de vehículos

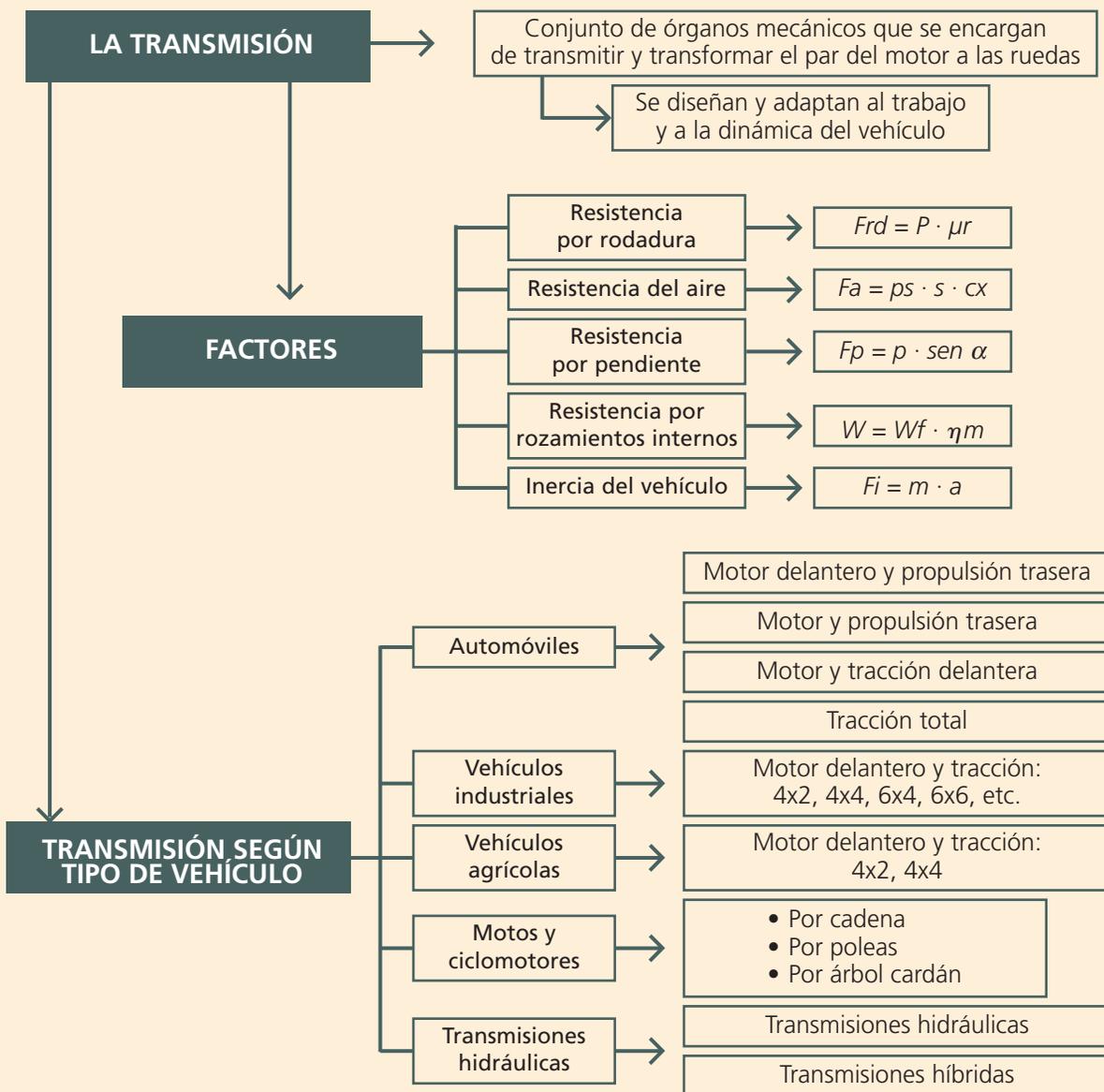
MATERIAL

- Vehículo con tracción trasera.

EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

- 1** Se conoce como transmisión:
- a) El conjunto de caja de cambios, diferencial y transmisiones.
 - b) El conjunto de órganos mecánicos que generan el par motor.
 - c) El conjunto de órganos mecánicos que transmiten el giro del motor hasta las ruedas.
 - d) El conjunto motor y la caja de cambios.
- 2** En un automóvil con motor delantero y propulsión trasera, la cadena cinemática es:
- a) Embrague, caja de cambios, árbol de transmisión, grupo cónico, diferencial y semiárboles.
 - b) Embrague, caja de cambios, grupo cónico, diferencial y semiárboles.
 - c) Caja de cambios, embrague, árbol de transmisión y semiárboles.
 - d) Embrague, caja de cambios, árbol de transmisión y semiárboles.
- 3** La resistencia a la rodadura depende de los factores siguientes:
- a) Peso que soporte la rueda y dimensiones del neumático.
 - b) Tipo de terreno por el que se desplace el vehículo y dimensiones del neumático.
 - c) Peso que soporte la rueda y tipo de terreno por el que se desplace.
 - d) Peso que soporte la rueda, tipo de terreno por el que se desplace y dimensiones del neumático.
- 4** El coeficiente aerodinámico, c_x , está relacionado con:
- a) La potencia del modelo.
 - b) El diseño de la carrocería.
 - c) El peso soportado.
 - d) El tipo de transmisión que equipó el modelo.
- 5** La resistencia por inercia se produce:
- a) En las aceleraciones y deceleraciones.
 - b) Solamente al acelerar.
 - c) Solamente en las deceleraciones.
 - d) En los descensos pronunciados.
- 6** ¿Qué transmisión equipa un vehículo con motor delantero y tracción trasera?
- a) 4x4.
 - b) 6x4.
 - c) 4x2.
 - d) 2x2.
- 7** Generalmente, ¿qué vehículo equipa una transmisión por piñones y cadena?
- a) Tractor.
 - b) Camión.
 - c) Moto.
 - d) Retroexcavadora.
- 8** ¿En qué unidad de medida se mide el peso de un vehículo?
- a) Kilogramos.
 - b) Newton.
 - c) Bares.
 - d) Gramos.
- 9** ¿Qué órgano permite acoplar y desacoplar el motor de la transmisión?
- a) El embrague.
 - b) El diferencial.
 - c) El árbol de transmisión.
 - d) El La caja de reenvío.
- 10** ¿Qué dos tipos de motores emplea la transmisión híbrida (HDS)?
- a) Un motor Diesel y otro de gasolina.
 - b) Un motor eléctrico y otro de gasolina.
 - c) Un motor Diesel y otro eléctrico.
 - d) Dos motores eléctricos.

EN RESUMEN



AMPLÍA CON...

• Manuales de reparación de los fabricantes.

• Guías de tasaciones de vehículos.

• www.ZF.com

• www.valeo.es

• www.luk.com