

EVOLUCIÓN DE LAS RELACIONES DE LA CAJA DE CAMBIOS

DE UNA A ONCE

En los motores térmicos, el régimen de giro es variable entre un mínimo o ralenti, que permite un funcionamiento estable, y un régimen máximo. En ese intervalo, el rendimiento es variable. La caja de cambios es la encargada de obtener en las ruedas el par motor suficiente para que se inicie el movimiento y, una vez en marcha, vencer las resistencias al avance. Pero, ¿cuántas marchas son necesarias?

C. Ramírez Fotos C. R.

La caja de cambios nació con posterioridad al automóvil. En el Motorwagen de Karl Benz (1886) no había más que una relación directa. Esto le impedía subir cuestas y hacía complicado vencer la resistencia al inicio del movimiento e impedir que se calara, para lo que se empleaban un embrague y un volante de inercia. Lógicamente, las primeras cajas de cambios no tardaron en aparecer y contaban, inicialmente, con dos velocidades, una para iniciar la marcha o subir pendientes y otra para circular. El Ford T (1908) empleaba un engranaje planetario para tal fin.

Ya en los años 40 y 50 del pasado siglo, la mayoría de vehículos disponía de un cambio de tres realciones, ya fuera manual o automático. Y aquí es en realidad donde empieza nuestra historia, ya que si el Motorwagen de Benz está considerado como el primer automóvil, el Willys MB supone el nacimiento de los todoterrenos. Estamos hablando de 1941 y de un todoterreno que se crea para responder a un pliego de condiciones de un vehículo militar que requería poder rodar a bajas velocidades de forma sostenida. El propulsor elegido era un cuatro cilindros de gasolina de 2,2 litros de cilindrada que rendía 60 CV, y que estaba acoplado a una caja de cambios de tres velocidades y una tróansfer de dos relaciones.

En los primeros años de la automoción, la potencia de los motores era escasa, y los requisitos de transporte tanto en peso como en velocidad no eran tan exigentes como los actuales. Con los 60 CV de los primeros Jeep, e incluso menos en las versiones diésel (los modelos fabricados por Viasa se conformaban con 47 CV), era suficiente con tres relaciones en la caja de cambios. Una primera marcha corta permitía iniciar la marcha, una segunda más larga servía para transitar por caminos y una tercera permitía economizar combustible y aumentar la velocidad sobre terreno llano y asfaltado.

A finales de los años 70 todos los 4x4 del mercado disponían de cuatro velocidades. Las tres primeras permitían el tránsito por todo tipo de terrenos y la cuarta ofrecía un

mayor desahogo mecánico y una velocidad más elevada, acorde con las mejoras de la red vial.

A mediados de los años 80, la generalización de las cajas de cambio de cinco relaciones permitía multiplicar el régimen de salida respecto al de entrada. La velocidad final que se conseguía era prácticamente la misma que con las cajas de cuatro marchas, pero se obtenía a un menor régimen de giro del propulsor, con la consecuente disminución del consumo, el ruido y el desgaste mecánico.

Con el cambio de siglo se produce un gran desarrollo de la electrónica, la generalización de la sobrealimentación y, en consecuencia, una mejora drástica en el rendimiento de los motores. Cada vez más potentes y con mejor curva de entrega del par motor, los nuevos rendimientos facilitan la generalización de las cajas de seis velocidades. Con las cuatro primeras marchas mejor escalonadas se consigue man-

LA CAJA DE CAMBIOS NACE CON POSTERIORIDAD AL AUTOMÓVIL. PRONTO LAS HABRÁ DE 11 VELOCIDADES

tener el propulsor más tiempo dentro de la zona de máximo rendimiento. La quinta marcha pasa a ser directa y la sexta suele estar sobremultiplicada, como las anteriores quintas velocidades.

Una década después, la lucha contra los consumos y las emisiones obliga a buscar que los motores trabajen al menor régimen posible durante la mayor parte del tiempo. La democratización de las cajas de cambios automáticas permite la aparición de transmisiones con siete, ocho y hasta nueve relaciones, que, junto con cifras de par motor superiores a los 400 Nm, hacen posibles desarrollos de más de 75 km/h cada 1.000 r.p.m.

Pero la cosa no acaba aquí. Ford y general Motors ya han anunciado sus cajas de

RELACIONES CONTINUAMENTE VARIABLES

La solución definitiva para disponer siempre de la relación del cambio adecuada pasa por cajas de cambios de relaciones variables. Desarrolladas en los años 50, nunca han encontrado un hueco relevante en la automoción debido a su limitación para soportar elevadas cifras de par y su consecuente fragilidad, ya que su diseño más habitual emplea dos engranajes cónicos (uno asociado al eje de entrada y otro al de salida) unidos por una polea que se desplaza entre ellos en función del desarrollo deseado. Como las bases de los conos tienen un diámetro variable en función de a qué altura se sitúe la polea, los desarrollos del cambio son igualmente variables aunque el desarrollo de la polea sea siempre el mismo.

Otra manera de obtener una caja de cambios de relaciones continuamente variables es la que presentan algunos 4x4 híbridos. Mediante un engranaje planetario se conectan el motor térmico, el generador y el motor eléctrico. Aprovechando el funcionamiento en paralelo del motor eléctrico y el térmico, se consigue hacer trabajar al motor térmico solo cuando es necesario y fundamentalmente en su régimen de par máximo o en el de potencia máxima.



Las cajas de cambio automáticas han facilitado el crecimiento del número de relaciones.

cambios longitudinales de 10 relaciones, que empezarán a producirse en 2017. En ambas, la séptima es la relación directa, mientras que las tres marchas superiores ofrecen desmultiplicaciones ahorrativas, con una décima de 0,64:1 en el caso de GM, lo que permite una primera marcha 7,39 veces más corta que la décima velocidad. Curiosamente, la caja transversal de nueve velocidades de ZF (montada en los Range Rover Evoque, Jeep Renegade y Honda CR-V) lleva este valor incluso más lejos: hasta 9,81:1.

Pero la cosa no acaba aquí. Muy recientemente, Honda ha anunciado el desarrollo de una caja de cambios transversal automática de triple embrague y 11 relaciones. Aún no sabemos nada sobre su funcionamiento y mucho menos sobre su desmultiplicación, pero si algo nos ha enseñado la historia del automóvil es que quien crea que no habrá una caja de doce velocidades en un futuro es muy probable que se equivoque. En realidad, por mucho que los fabricantes de automóviles presuman de curvas de par constantes en los motores de sus vehículos, la realidad es que siempre hay un régimen de giro concreto en el que el motor consume menos, y cuántas más marchas tengamos, mayor será la posibilidad de rodar a ese régimen, independientemente de la velocidad que queramos mantener.

LA EVOLUCIÓN DE LAS CAJAS DE CAMBIO

En esta tabla y su correspondiente gráfico puedes comparar las relaciones de los diferentes tipos de cajas de cambio en función de su

número de relaciones. Para la caja de dos velocidades hemos tomado los datos del Ford T. Para las de tres, cuatro, cinco y seis velocidades, nos hemos basado en transmisiones montadas por los Jeep Wrangler TJ y JK. Las relaciones de las cajas de siete y nueve velocidades corresponden a transmisiones de Mercedes. La de ocho velocidades es de ZF, mientras que la de diez corresponde a General Motors.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
2 vel.	2,75	1,00								
3 vel.	2,70	1,54	1,00							
4 vel.	4,17	2,27	1,45	1,00						
5 vel.	3,85	2,33	1,45	1,00	0,85					
6 vel.	4,55	2,63	1,72	1,25	1,00	0,84				
7 vel.	4,38	2,86	1,92	1,37	1,00	0,82	0,73			
8 vel.	4,71	3,14	2,11	1,67	1,29	1,00	0,84	0,67		
9 vel.	5,50	3,33	2,32	1,66	1,21	1,00	0,87	0,72	0,60	
10 vel.	4,70	2,99	2,15	1,80	1,52	1,28	1,00	0,85	0,69	0,64

