

LA TRANSMISION

RELACIONES DE CAJA Y DIFERENCIAL

- BREVE DESCRIPCION DE LA TRANSMISION EN UN AUTO DE TRACCION TRASERA
 - VELOCIDAD DE ROTACION: Necesidad de reducirla
 - PRIMERA ETAPA EN LA REDUCCION: Caja de cambios
 - SEGUNDA ETAPA EN LA REDUCCION: El diferencial
 - ¿Por qué se dice que una relación es mas "corta" ó mas "larga" que otra?
 - ¿Por qué si con una relación mas larga el auto tiene mas velocidad, a veces es necesario "acortar" la relación?
 - VELOCIDAD Y ACELERACION : Concepto
 - ¿Si necesitara desarrollar mucha velocidad, podría seguir "alargando" indefinidamente la relación del diferencial?
 - LA ELECCIÓN
 - RELACIONES DE CAJA:
 - ¿Por qué la conveniencia de relacionar una caja?
 - Casos ejemplo
 - FÓRMULAS Y CÁLCULOS PRÁCTICOS
-

BREVE DESCRIPCION DE LA TRANSMISION EN UN AUTO DE TRACCION TRASERA

El motor funciona y entrega su potencia mediante un movimiento rotativo en el cigüeñal.

Ese giro del motor es el que se aprovecha para transmitirlo a las ruedas de un auto y hacer que el mismo se mueva.

Desde la salida del motor (cigüeñal), hasta llegar a las ruedas, el movimiento "pasa" por los elementos que permiten transmitirlo:

- Embrague
- Caja de cambios
- Cardan
- Diferencial
- Palieres

A todo este conjunto se lo denomina **TRANSMISION**.

VELOCIDAD DE ROTACION: Necesidad de reducirla

Ahora bien, el movimiento desde el cigüeñal no se debe transmitir directamente a las ruedas y veremos el por qué.

La potencia de un motor aumenta con el número de rpm hasta que se alcanza lo que se llama "velocidad de régimen".

¿Por qué no sigue aumentando la potencia indefinidamente?

Porque a medida que crecen las rpm, también crece la cantidad de explosiones. (Recordar que se produce una explosión por cada dos vueltas de cigüeñal).

Cuando las rpm superan la mencionada "velocidad de régimen" llega un momento en que al girar muy rápido el cigüeñal, la duración del llenado de los cilindros es muy pequeña, y eso hace que la fuerza de la explosión disminuya y por ende disminuye la potencia que entrega el motor.

¿Por qué es necesario que el auto disponga de caja de cambios y de diferencial "relacionado"?

Si un auto vá por un camino horizontal a la máxima velocidad que le permite su motor, al abordar una subida no podrá subirla a la misma velocidad que en el llano, ya que el esfuerzo de subir la pendiente absorberá parte de la potencia del motor.

Al igual que le ocurriría a un ciclista, al que el trabajo de subida le obliga a pedalear más despacio, el motor del auto girará cada vez con menos rapidez, desarrollando sucesivamente menos potencia hasta hacer –si la subida fuere lo suficientemente larga y pronunciada- que el auto se pare si ya no le alcanza la potencia del motor. Las resistencias al avance que se presentan, pueden terminar por consumir toda la potencia de un motor. Y eso es lo que ocurriría si desde el cigüeñal directamente se transmitiera su movimiento a las ruedas traseras, pues las resistencias que éstas sufren se aplicarían directamente a frenar el giro de aquel.

Mediante los mecanismos de la caja de velocidades y de corona-piñon del diferencial, la rotación del cigüeñal se transmite a las ruedas de tal forma que, cuando el auto vá despacio porque el motor agota su fuerza (en una subida, por ej.), es posible alterar la transmisión (bajando un cambio) para lograr que aún yendo despacio el auto, su motor vuelva a girar rápido dando la potencia necesaria para subir.

Y por eso se utilizan en el auto sistemas de transmisión- reducción por medio de engranajes.

En la caja de cambios hay un grupo de reducción y en el diferencial, otro.

PRIMERA ETAPA EN LA REDUCCION: Caja de cambios

Tomaremos como ejemplo un Ford Falcon. Su caja de cambios tiene cuatro marchas, y está definida por las relaciones entre sus engranajes.

Por ejemplo una de las cajas de Falcon posee las siguientes relaciones

- 1º marcha 3,11:1
- 2º marcha 2,20:1
- 3º marcha 1,47:1
- 4º marcha 1:1

Dependerá de la marcha en la que avance el auto, el lograr las diferentes reducciones

En primera marcha el motor gira 3,11 veces para lograr un giro a la salida de la caja. Por eso se la denomina relación 3,11 a 1. En este caso en la caja se produce una importante reducción. Con esto se logra fuerza y no velocidad. Por eso se usa la primera marcha para arrancar ó en una subida.

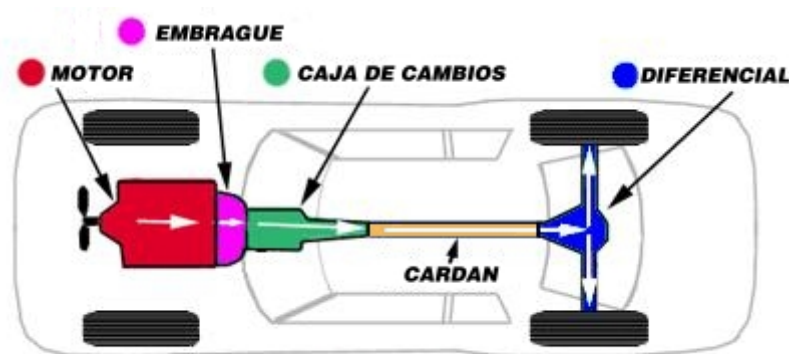
En segunda marcha el motor gira 2,20 veces para lograr un giro a la salida de la caja. Por eso se la denomina relación 2,20 a 1

En tercera marcha el motor gira 1,47 veces para lograr un giro a la salida de la caja. Por eso se la denomina relación 1,47 a 1

En cuarta marcha el motor gira 1 vez para lograr un giro a la salida de la caja. Por eso se la denomina relación 1 a 1. Como puede verse la cuarta marcha es directa, o sea tiene relación 1:1. Quiere decir que por cada giro del motor, a la salida de la caja hay también un giro de motor. No hay reducción allí. Todo lo que gire el motor se transmite a la salida de la caja. Poca fuerza y mucha velocidad.

SEGUNDA ETAPA EN LA REDUCCION: El diferencial

La salida de la caja de cambios se comunica con el diferencial a través de un eje llamado cardan. No hay reducción de velocidades de giro apreciables aquí.



Al llegar el movimiento de rotación del cardan al diferencial, se produce la segunda reducción. Y ocurre a través del conjunto Corona-Piñón del diferencial.

Quien haya observado el funcionamiento de una bicicleta con cambios habrá notado que con ella se puede viajar a poca velocidad pero pedaleando mucho y con poco esfuerzo ó viajar a mucha velocidad pedaleando poco y con mucho esfuerzo.

En el primero de los casos la bicicleta vá con plato chico y piñón grande, y en el segundo al revés, plato grande y piñón chico.

Por supuesto que esos son los dos extremos. Las bicicletas tienen en general 21 cambios que no son otra cosa que 21 combinaciones diferentes entre dientes de plato y piñón. Es obvio que si uno pretende subir una cuesta elegirá la opción de pedaleo liviano, pues de lo contrario le será casi imposible subir. En cambio, al bajar la cuesta, la opción lógica al no necesitar vencer resistencias, es la del pedaleo mas pesado que brindará gran velocidad.

En los diferenciales hay también engranajes que cumplen esa función llamados Corona y Piñón.

El Piñón vendría a representar el plato de la bicicleta y la Corona el Piñón de la bicicleta.

RELACION DE DIFERENCIAL: De la división entre la cantidad de dientes de la corona y el piñón surge lo que se conoce como Relación de Diferencial expresada por un número referido a la unidad.

Por ejemplo si la corona tiene 46 dientes y el piñón tiene 13 dientes, diremos que la relación es de 3,54 a 1 (aunque en realidad la división dá 3,538 ,por redondeo se dice directamente 3,54). Esto quiere decir que por cada 3,54 giros que "trae" el cardan hasta allí, a las ruedas llega solo 1 giro. Por eso se dice 3,54 a 1.

Sigo tomando como ejemplo al Falcon.

La 3,54 es la relación mas "corta" que trajeron los Falcon de fábrica y nunca equipó a los Sprint.

Ford las ponía en los Falcon con motor 188" (el motor chico 3.0). Está compuesta por una Corona de 46 dientes y un Piñón de 13 dientes

La relación que le sigue (en los Falcon de fábrica) fué la 3,31 (Corona 43 y Piñón 13). Esta relación venía con los motores 221" y se la considera mas "larga" que la anterior.

¿POR QUE SE DICE QUE UNA RELACION ES MAS "CORTA" O MÁS LARGA QUE OTRA?

Se lo explica simplemente mostrando qué efecto se produce con la utilización de una u otra.

Es decir calculando a cuantas rpm girarían las ruedas si la relación de diferencial fuera 3,54 y a cuántas si la relación fuera 3,31?

Supongamos que el auto viene en 4º marcha a 5000 rpm. Como se ha dicho, no se produce reducción de velocidad de giro en la caja de cambios y por lo tanto, al diferencial llegan esas mismas 5000 rpm.

Si la relación de diferencial fuera la 3,54 a 1 debe efectuarse la división entre 5000 rpm y 3,54. Esto dá como resultado que las ruedas girarían a 1412 rpm.

Si la relación fuera la 3,31 a 1, se hace la división entre 5000 y 3,31 y dá como resultado que las ruedas girarían a 1510 rpm.

Conclusión: Con la 3,54 a 5000 rpm las ruedas giran a 1412 rpm y con la 3,31 a 1510 rpm. Es decir que a un mismo número de revoluciones del motor, con la 3,54 irá mas despacio que con la 3,31. O dicho de otra forma con la 3,54 hay más reducción que con la 3,31. Por eso se dice que la 3,54 aunque mayor en número, es "corta" y la 3,31 "larga".

¿POR QUÉ SI CON UNA RELACION MAS LARGA EL AUTO TIENE MAS VELOCIDAD, A VECES ES NECESARIO "ACORTAR" LA RELACIÓN?

Es decir: ¿Por qué a veces se usa la 3,54 si con la 3,31 el auto vá mas rápido?

La respuesta es que para que el auto alcance velocidad, primero tiene que acelerar.

A veces, es más importante la aceleración que la velocidad. Otras veces es al revés.

Y muchas otras veces (la mayoría), importan las dos cosas.

Y son dos cosas bien distintas...

VELOCIDAD Y ACELERACION

Que es velocidad? La rapidez con que un móvil recorre una distancia

Que es aceleración? La rapidez con que un móvil varía su velocidad.

Un auto puede:

- movilizarse a una gran velocidad y su aceleración puede tener valor cero. Por ejemplo, un auto que vá constantemente a 160 km/h, tiene aceleración cero, ya que no varía su velocidad en el tiempo.

- O en un determinado momento movilizarse con una gran aceleración mientras vá a una baja velocidad. Es el caso de un auto en una largada en la que parte de cero, y llega muy rápidamente a 100 km/h. Hubo allí una gran variación de velocidad en corto tiempo y por lo tanto, se dice que tiene una gran aceleración (y no se dice que tiene una gran velocidad).

Aclarando aún más:

La recta de atrás del Guarnieri tiene 700 metros desde la salida de los mixtos hasta el frenaje. En la mitad del tramo hay un curvón.

Hay en ella dos tramos bien definidos :

1° Tramo desde la salida del mixto hasta despues del curvón (350 metros) y

2° Tramo desde la salida del curvón hasta el frenaje (restantes 350 metros).

Qué pasa en cada uno de los tramos?

1° Tramo: Un TC4000 sale de los mixtos a supongamos 100 km/h. Desde ese lugar hasta despues del curvón su velocidad sube de los 100 km/h a 155 km/h.

Aumentó en 55 km/h en 350 metros. Hubo una rápida variación de velocidad y por lo tanto mucha aceleración.

2° tramo: Desde la salida del Curvón hasta el frenaje pasa de 155 km/h a 170 km/h. **Aumentó 15 km/h en 350 metros. Hubo poca variación de velocidad, es decir poca aceleración.**

Es común escuchar entre los "parcializadores" de tiempos en el autódromo: "Ehhh!!! como acelera ese auto" después de tomar el parcial de la recta de atrás de punta a punta.

En realidad, aceleración destacable hubo solo en la primera parte del tramo, ya que en toda la recta se produjeron dos efectos:

1º) una gran aceleración (variación de velocidad) desde la salida del mixto, hasta después del curvón, y

2º) una gran velocidad casi constante (con casi nada de aceleración), desde la salida del curvón hasta el frenaje.

Una vez aclarado esto, volvamos a la pregunta: ¿Por qué a veces se usa la 3,54, si como se vió, con la 3,31 el auto vá mas rápido?

Para entenderlo, tomo nuevamente a la bicicleta como ejemplo.

En la bicicleta el motor son las piernas del pedalista que con su pedaleo a la mayor cantidad de vueltas posible, logra la máxima velocidad.

Sabemos que un ciclista tiene una determinada fuerza (HP) en las piernas. Si tiene que "picar" con la bicicleta no le conviene tener una relación larga (plato grande y piñón chico) pues con ella, la pedaleada desde cero sería muy pesada. Es decir la bicicleta, tardaría en alcanzar velocidad.

En cambio, si pusiera un plato mas chico y un piñón mas grande, la pedaleada se haría mas liviana y enseguida alcanzaría un alto número de revoluciones de pedaleo. Y también un "techo" en la velocidad.

Uno puede pedalear "a mil por hora" y la bicicleta no irá rápido. En ese momento se requiere hacer el cambio de relación plato-piñón. Al hacerlo la pedaleada se hace mas pesada pero como ya venía embalado no hay tanta resistencia a vencer, y la velocidad cambia sustancialmente.

Con el auto pasa algo similar.

Si el circuito tiene rectas cortas y curvas de baja velocidad, con una relación de diferencial larga, al auto le costará mucho alcanzar velocidad.

Llegará a la siguiente curva y no habrá tenido "tiempo" de desarrollar la velocidad que hubiera alcanzado si hubiera tenido mas recta.

En un caso así es mas importante que el auto alcance rápidamente velocidad, aunque esta no sea tan alta. Hay que "acortarlo" de relación, es decir usar una mayor diferencia entre el número de dientes de la Corona y el del Piñón. (Por ejemplo, usar una 3,54:1 de 46 dientes de Corona y 13 de Piñón)

Por el contrario, si el circuito tuviera largas rectas, importaría mucho más la velocidad máxima que pudiera alcanzar aunque no fuera capaz de alcanzarla rápido. Habría que "alargarlo" de relación, es decir usar una menor diferencia entre el número de dientes de la Corona y el del Piñón. (Por ejemplo, usar una 3,31:1 de 43 dientes de Corona y 13 de Piñón).

¿Si necesitara desarrollar mucha velocidad, podría seguir "alargando" indefinidamente la relación del diferencial?

Llegaría un momento en que el motor no tendría la fuerza necesaria para mover el auto. (Ver el principio del Instructivo)

LA ELECCION

Nunca es fácil la elección, porque los circuitos en general tienen las dos cosas, sectores trabados y sectores de alta velocidad.

Hay que encontrar la combinación justa entre aceleración y velocidad.

Al salir "de abajo" necesita estar corto de relación y al alcanzar velocidad le convendría estar largo de relación.

En el auto no es posible cambiar la relación de diferencial mientras está en marcha (como en la bicicleta). Pero al auto lo ayuda el disponer de una caja de cambios mediante la cual se puede ir cambiando de relación durante la marcha.

No obstante la ayuda de la caja de cambios, siempre importa la relación de diferencial que se usa.

Y siempre la elección es una situación de compromiso: en algunos lados se pierde, para ganar en otros. El logro está en conseguir que lo que se gana sea mas incidente en el tiempo de vuelta que lo que se pierde.

Por eso, se dá el hecho de que cuando en una categoría se liberan las relaciones, ganan los mas experimentados que saben como lograr esto en el menor tiempo posible.

RELACIONES DE CAJA

¿Por qué la conveniencia de relacionar una caja?

Cuando se compite en pistas, se pretende que el auto acelere -obviamente- lo mas rápido posible.

Para lograrlo, -si los reglamentos técnicos lo permiten-, es ventajoso "relacionar" las cajas de cambio, es decir cambiar los engranajes de las marchas de la caja de cambios. Se dice que las marchas se "alargan" cuando es posible desarrollar mas velocidad a la misma cantidad de vueltas y se "acortan" cuando ocurre lo contrario.

Las relaciones de caja son expresadas mediante números que resultan justamente de relacionar entre sí las cantidades de dientes de los engranajes conductores y conducidos de la caja.

Así, a manera de ejemplo, dos de las cajas de cambio con que vinieron equipados los Ford Falcon, tienen las siguientes relaciones

| | Caja N° 1 | Caja N°2 |
|----------------|------------------|-----------------|
| Primera | 2,78 | 2.85 |

| | | |
|----------------|-------------|-------------|
| Segunda | 1,93 | 2,02 |
| Tercera | 1,36 | 1,35 |
| Cuarta | 1 | 1 |

Estos números, permiten analizar las características de una caja de cambios. Y predecir -sin necesidad de colocarla en el vehículo- por ejemplo, si la primera es "corta" o "larga", si la segunda está "lejos" de la tercera, o cuanta "caída" de rpm se producirá al pasar de tercera a cuarta.

Mediante la aplicación de sencillas fórmulas matemáticas, se podrá determinar por ejemplo que "tirando" 5000 rpm, con la 1º marcha de relación 2,78 el auto desarrollará 57,3 km/h, mientras que con la 2,85 (mas "corta") llegará solo a 55,9 km/h. O que la caída de vueltas entre 2º y 3º usando la Caja Nº1 será de 1477 rpm, mientras que utilizando la Caja Nº2 será de 1659 rpm.

CASOS EJEMPLO

Los siguientes son dos casos ejemplo en que se plantea la necesidad de relacionar la caja

1º caso): supongamos que el límite de rpm de un motor se encuentra en las 7000 rpm.

Los autos tienen una velocidad en curva que les es propia, es decir que puede ocurrir que transitando una curva de 2º por ejemplo, el motor se cargue tanto de vueltas que haga necesario pasar a 3º o levantar un poco el acelerador dejándolo al motor "flotando" para no pasarse de vueltas. Este es un caso en el que -si fuera posible- habría que "relacionar" la caja, "alargando" la 2º marcha, de manera que la curva pudiera transitarse sin tener que hacer un cambio en el medio y sin pérdidas de tiempo.

2º caso): Sabiendo que los motores tienen una gama de potencia utilizable solo en un determinado rango de rpm, (por ejemplo entre 5000 y 7000 rpm) es necesario que la aguja del cuentavueltas no baje de las rpm del límite inferior (5000 en el caso del ejemplo). Puede ocurrir que al transitar una curva de 3º (por ej.) la velocidad en curva del auto haga que al momento de salir de ella el motor esté en 4800 y no en las 5000 rpm recomendadas. Será éste el caso en que habrá que "acortar" la 3º marcha para que a una misma velocidad el motor vaya a mas rpm y pueda acercarse al límite inferior del rango óptimo al salir de la curva, lo cual le permitirá acelerar en la recta aprovechando en un 100% la potencia que entrega el motor. Ahora bien, también hay que decir que "acortando" una marcha, se la deja mas "lejos" de su inmediata superior, con lo que la caída de vueltas al pasar de una marcha a la siguiente, será mayor.

Tal como ocurriera cuando se analizó el caso de las relaciones de diferencial, aquí también llegaremos rápidamente a la conclusión de que relacionar una caja plantea necesariamente una solución de compromiso en la que se perderá en algunos lugares para ganar en otros.

Los cálculos prácticos planteados en la sección de "FORMULAS Y CÁLCULOS PRÁCTICOS" ayudaran a clarificar aún mas estos conceptos.