

Potencia versus Par Motor

Es una discusión común entre los aficionados el debatir qué es más importante, si un motor que entregue mucho par u otro que tenga una gran cifra de potencia máxima. A menudo se observa que la gente no tiene bien claro lo que es cada concepto. En esta vuestra página intentaremos aclarar qué es cada cosa para evitar falsos mitos.

Veamos lo que nos dice la física:

Tanto el par como la potencia se pueden definir de muchas formas, y cada una de ellas nos aporta una nueva e interesante visión del asunto.

Par motor (M):

El par motor tiene unidades de momento de fuerzas [N*m], de hecho, podemos identificar ambos sin ser en exceso puristas. Todos tenemos más o menos claro lo que es intuitivamente una fuerza en movimientos lineales. Pues un momento de fuerzas o par de fuerzas es el mismo concepto pero para movimientos curvos. Si fuerza es lo que necesitamos para arrastrar un bloque de piedra por el suelo, par sería lo que necesitaríamos para mover la rueda de un molino o una noria (de esas de tracción animal, con el burrito dando vueltas).

¿Cuál es la diferencia entre ambas? Pues que en el primer caso sólo es necesario la fuerza de nuestros músculos, mientras que para mover la rueda de molino, además de fuerza [Newtons] es muy importante la distancia [metros] a la que está aplicada respecto del eje de giro (como intentemos jalar del molino desde donde jala el mulo, nos reventamos en dos minutos, necesitamos compensar nuestra debilidad empujando desde un radio mayor).

$$M = F * l$$

Potencia (P):

Una de las formas de definir potencia, y la más interesante en nuestro caso, es como el producto de dos magnitudes, una es el par (M) y otra es el régimen de giro (n).

$$P = M * n$$

Es esta la mejor definición para el caso de un motor ya que para calcular la curva de potencia en un banco lo que se hace es calcular el par motor a carga máxima para cada régimen de giro y, posteriormente, multiplicar ambas magnitudes para así obtener la curva de potencia.

Aunque estemos muy acostumbrados a utilizar el caballo de vapor (CV) como medida de potencia, la más sencilla es seguir el sistema internacional y utilizar el Watio [W]

Me figuro que a estas alturas estáis aburridos de que os recuerde cosas de vuestros tiempos de bachillerato. Perdonadme, sin esa introducción no podría seguir y he intentado ser lo más breve posible. Vamos ahora a lo que nos importa: ¿qué es lo más importante en una moto, par o potencia? ¿soy tonto por comprarme una bicilíndrica o verdaderamente los que llevan molinillos tetras son unos pardillos que no saben lo que es una moto?

Para eso vamos a recurrir a otro ejemplo campestre. Imaginemos un tractor con la reja bajada, clavada en la tierra y abriendo surcos en ella. Está claro que para hacer avanzar ese arado hace falta una enorme fuerza que venza la

oposición que la tierra hace a ser arañada. Esa fuerza puede venir de una yunta de bueyes que oponga su fuerza a la resistencia del arado. Pero un tractor tiene que vencer esa resistencia no con fuerza lineal, sino con un movimiento rotativo de sus ruedas traseras: el **par**.

El motor habrá de suministrar un par motor tal que sea capaz de arrastrar las rejas. Si no es suficiente, el tractor no se conseguirá mover. Si es mayor que la fricción del arado, el tractor acelerará.

Parece que de todo ello podemos inferir que es el **par motor** lo que vence la resistencia del arado, o en nuestro caso, del asfalto y del aire, para que nuestras motos se disparen carretera adelante.

Pues no, o al menos no exactamente. Imaginémonos el pesado motor de H&D...estooo, de tractor, empujándolo mientras abrimos surcos en la tierra. Y ahora, sustituyámoslo por un motorcillo de Vespino. ¿Imposible? ¿Absurdo? Al menos en teoría no. ¡Para eso está el cambio de marchas! Bastaría con acortar (brutalmente) el desarrollo.. El motor de vespinillo si que lograría permitirnos arar ese sembrado, bastaría con meterle una caja de cambios que multiplicase su **par motor** hasta vencer la resistencia del arado.

Quedémonos por el momento con esta paradoja: un motor de ciclomotor tiene **par** suficiente para arar un prado, basta con acortar convenientemente el desarrollo. volvemos a la definición de **par**: Para mover la rueda de molino (par M) o hacemos mucha fuerza (F) o aumentamos los brazos de la noria para lograr moverla (l).

¿Dónde está el truco? Si claro, para hacer ese portento habríamos de meterle al tractor una caja de cambios del tamaño de una catedral gótica. Pero imaginemos que ése no es el problema, mecanismos sin peso ni rozamiento, sigamos en la pura teoría física de bachillerato. Ciertamente hemos demostrado que un motor de motillo puede arar un campo pero...¿cuánto tardaría en ararlo?

Ahhhhhh! Porque el vespinillo arar lo araría, pero un desarrollo cortísimo haría que el tractor avanzase a velocidades de unos milímetros a la hora.

¿A dónde quiero llegar con este absurdo ejemplo? Que obtener una cifra de par motor es muy sencillo, basta acortar convenientemente el desarrollo. Pero en ese proceso, lo que se mantiene constante es la potencia. A un motor de vespino le puedes sacar, al menos en teoría, par como para mover un tren. Pero lo que no le puedes sacar es **POTENCIA** para hacerlo a una velocidad razonable. Un motor tiene la potencia que tiene, y no hay más historias. Así pues, la magnitud que mejor define un motor es la **potencia**, y no el par.

En resumen: un motor, al estar acoplado a un cambio de marchas, varía su par, pero la potencia se mantiene constante desde la entrada a la salida. Dicho de otra forma, los engranajes transmiten la potencia, pero varían el par y la velocidad de giro, manteniendo eso si su producto constante (y su producto es ni más ni menos que la potencia). Obviando, por supuesto, las pérdidas por rozamiento.

Esto se entenderá mejor echando mano de otra definición de potencia:

$$P = F * v$$

Es decir, **potencia** es el producto de la fuerza por la velocidad. Esta definición nos recuerda que no es lo importante la **fuerza** (F) que logremos desarrollar, ya que a base de acortar el desarrollo podríamos mover el más inmenso arado. Sino a qué **velocidad** (v) podríamos mover ese arado por el campo.

O lo que es lo mismo, cuanto **tiempo** (t) tardaríamos en arar ese prado (**trabajo** W), y aquí ya tenemos otra de las definiciones de potencia: La capacidad de realizar un cierto trabajo en la unidad de tiempo.

$$P = W / t$$

O dicho en palabras que todos entendemos: llegar, llegarías igual a tu destino en una Hayabusa que en una Lambretta pero...¿cuánto tardarías? La respuesta está en la potencia.

Así pues, lo que verdaderamente define una moto es la potencia que tengamos disponible en cada momento. La cifra de par que dé el motor es un dato sin mucho valor, ya que si necesitásemos más par bastaría con cambiarle la corona por una con un diente más.

Lector - Entonces, cuando en una revista me muestran las curvas de una moto, me he de fijar en la de potencia ¿no?

Beggar - Pues no, querido lector, la curva más interesante es la de par.

L - ¿Tú estás tonto o qué? ¿No has dicho que el par no sirve para nada y que lo importante es la potencia?

B - No, no he dicho eso. La cifra concreta del par no tiene mayor interés, ya que es fácilmente modificable. Pero es muy importante apreciar la forma de la curva de par, porque es la que nos dice dónde (a qué régimen) funciona mejor o peor un motor, y qué baches y picos posee. Recordemos que un banco lo que mide es el par motor, y luego la curva de potencia la saca multiplicándolo por el régimen al que lo ha obtenido. En la curva de potencia podemos ver los mismos baches que en la de par, pero suavizados por ese producto, por lo que se nos muestran más disimulados.

Un buen motor sería el que funcionase igual de bien a cualquier régimen, esto es, diese valores de par constantes. Eso nos daría una curva de par horizontal. Entonces, como la potencia es el producto del par con el régimen, si éste es constante:

$$P = M * n$$

La curva de potencia sería una recta inclinada, con un ángulo de inclinación **a** que será mayor para valores de par mayores:

$$\text{Tg } a = y' \rightarrow a = \text{arc tg} (\text{cte} * n)' \rightarrow a = \text{arc tg } M$$

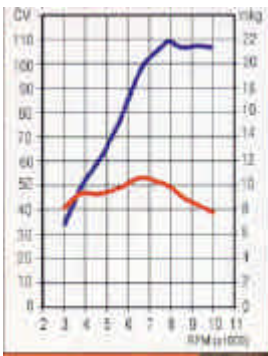
Pero por desgracia, el motor no mantiene sus bríos en todo el recorrido de la aguja del cuentarrevoluciones. A ciertos regímenes el par motor se despeña, como a muy bajos (grandes pérdidas mecánicas para tan poca potencia, llenado inadecuado de los cilindros, ondas de presión desfasadas, rendimiento volumétrico muy pobre por la pérdida de carga en una mariposa cuasi-cerrada...) o muy altos (bloqueo sónico en las válvulas, flotación en los muelles, pérdidas por rozamiento enormes, deficiente llenado y barrido de los cilindros por falta de tiempo...). También hay baches en la curva en la zona intermedia, que corresponden a ondas que no llegan cuando deben o a temas legales (las marcas capan el motor a cierto régimen (sobre las 5000 rpm) en que necesitan pasar la homologación de emisiones y ruido).

Hay zonas de la curva en las que, sin embargo, el motor funciona redondo. Las ondas de presión ayudan a respirar al motor, y se consiguen picos en las curvas de par. Es en esta zona de par máximo donde debemos conducir normalmente, pues corresponden al momento en que el motor tiene su punto óptimo de funcionamiento. Próximo al punto de par máximo está el punto de mínimo consumo, y donde la conducción es más fluida. Cuando atravesamos este punto de par máximo con el gas abierto, lo notamos como una entrada brusca de potencia, un patadón que nos dispara, más severo cuanto más agreste y montañoso sea el relieve de esa curva de par.

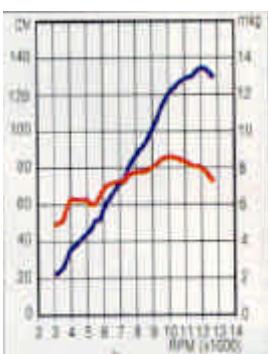
A partir de ese punto de par máximo la curva de par empieza a decaer. Sin embargo, la curva de potencia sigue subiendo, aunque no de forma tan decidida (el patadón ya ha pasado y estamos en la fase molinillo en que los caballos entran, cada vez corre más, pero sin ese aluvión de potencia que comentábamos).

Y ya, en las proximidades del corte de encendido, los valores de par se despeñan, y ni siquiera el incremento de las revoluciones son capaces de compensar este producto (insisto: $P = M * n$), con lo que la curva de potencia empieza a caer. A partir de aquí es inútil querer apurar más el motor, pues cada vez tendremos menos potencia y aumentamos muchísimo el riesgo de una rotura de motor.

Un motor turístico se reflejará en una curva de par alta y plana como la Meseta Castellana. Así, el motor no tendrá puntos flacos y no será preciso utilizar el cambio de marchas a cada paso para mantener el motor girando en la zona buena. La potencia llegará de forma lineal y sin brusquedades (la curva de potencia es rectilínea).



Por el contrario, un motor deportivo da lo mejor de sí en un estrecho margen de revoluciones, ofreciendo una curva de par montañosa, con valles y picos, y con una picuda montaña de par máximo ya a altas revoluciones para lograr una enorme potencia máxima. Sin embargo, será un motor muy poco elástico, en el que tendremos que movernos entre la estrecha franja que existe entre los puntos de par y potencia máxima si queremos sacar lo mejor de él. El agreste relieve de la curva de par se transforma en una curva de potencia en la que se aprecian (a la vista y al enroscar cable) que la potencia va subiendo pero no de manera uniforme, con bruscas entradas y zonas en las que no entra más potencia por más que subamos de vueltas (profundos valles de par), lo que notamos en algunas motos como si se hubiera obturado el conducto de la gasolina por un momento (en verdad lo que no llega es el aire a los cilindros, al motor le cuesta respirar en esas revoluciones), seguidas de otro tirón al lograr atravesar el valle de par y remontar una empinada cuesta de la curva.



Es corriente hablar de qué es lo que notas cuando abres gas. La respuesta es: la potencia (que se transforma en aceleración). El par no se nota ya que no depende del tiempo y, como expusimos en la paradoja del tractor con motor de vespino, podríamos estar arando un prado pero a una velocidad tan mínima que ni percibiríamos el desplazamiento.

Cuando realmente se nos pone el vello corporal de punta es en los incrementos bruscos de potencia (la moto cada vez acelera más). Y ese patadón ocurre cuando las dos componentes de la potencia, las revoluciones y el par, crecen (picos en la curva de par, lo que no quiere decir que sintamos el par, sino sólo su incremento).

Resumamos: **La forma de la curva, la de par. Los valores, los de potencia.** Es en lo que debemos concentrar nuestra atención.

Con miedo a ser pesados, volvemos a repetir la expresión:

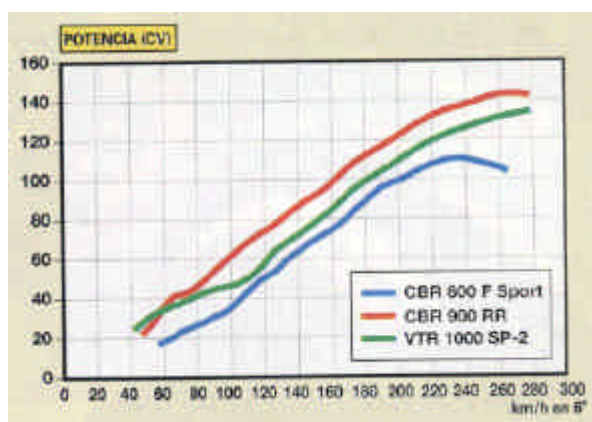
$$P = M * n$$

O lo que es lo mismo, hay dos formas de conseguir potencia: con mucho par (M) o con altos regímenes (n).

Y en principio, la forma de conseguirlo no debiera importarnos lo más mínimo. Lo importante es tener esa caballaría disponible bajo nuestro culo. Al fin y al cabo, que esa potencia se obtenga a base de gran par motor o gran régimen de giro nos da igual, ya que lo que notamos es el efecto de la **POTENCIA**. Si nos suben a una moto con el motor tapado y con los números del cuentarrevoluciones borrados...lo único que sentiríamos es cuánta potencia nos da (que al fin y al cabo es con lo que aceleramos o alcanzamos velocidades máximas).

¿Entonces es igual una bicilíndrica que una tetracilíndrica? No, eso es evidente. Pero no precisamente por tener una más par y la otra mayor régimen de giro, eso son datos técnicos que para conducir no importan nada (repito, son variables a base de jugar con el desarrollo, por ejemplo...cambiando de marcha). Lo que diferencia a una bi y una tetra de la misma potencia máxima es la forma de entregar ésta. La forma de la curva de par, vamos.

Recuerdo un artículo del trágicamente fallecido Cesar Agüi, en el que proponía con genial originalidad que en las curvas de potencia de un vehículo no debería referenciarse la potencia al régimen de giro, dato éste que al conductor le debería importar un bledo, sino a la velocidad en una marcha concreta. El numerito concreto del régimen al que va un motor es algo que no nos incumbe, ya que esa velocidad de giro se verá corregida por un cambio de marchas más o menos desmultiplicado.



Si voy en 6ª a 140 Km/h...¿cuánta potencia tengo disponible en ese momento? ¿y a 190? ¿y a 100? Esas son en definitiva las únicas preguntas que debemos hacernos al comparar el carácter de dos motos. Esa potencia será, después de descontar la consumida en mantener la velocidad, la que nos quede para acelerar con mayor contundencia.

Y olvidar conceptos constructivos como par y régimen que, si bien son importantísimos a la hora de construir una motocicleta, no importan absolutamente nada para conducirla (por mí, pondría los cuentarrevoluciones sin numeritos, solo una esfera graduada y la línea roja).

Beggar

Este artículo está humildemente dedicado a **Cesar Agüi**, un gran ingeniero, periodista y persona.