

LA POTENCIA DE LOS MOTORES

Ante la carencia de un procedimiento común para determinar la potencia de los motores de los tractores agrícolas, se pueden fijar unos coeficientes que permiten establecer equivalencias aproximadas, para que los valores publicados puedan relacionarse con los ofrecidos por los modelos más antiguos.

En diferentes ocasiones se ha abordado, en las páginas de **agrotécnica**, el análisis de los procedimientos que se utilizan para la medida de la potencia en los motores de los tractores.

Con la implantación de una normativa de emisiones contaminantes más estricta, y dada la vinculación de las emisiones a la potencia desarrollada por el motor, estos ensayos conviene realizarlos de manera simultánea, por lo que la información comercial ofrece, preferentemente, estos resultados, indicando al mismo tiempo la norma que se ha utilizado para determinarla.



Aunque sólo aproximadamente, se pueden fijar unos coeficientes que permiten establecer equivalencias, de manera que los valores difundidos puedan relacionarse con los que ofrecían los modelos más antiguos

La medida de la potencia

Desde que aparecen los primeros motores, se elaboran pro-

cedimientos de ensayo para valorar sus prestaciones: potencia y eficiencia en la transformación de la energía química del combustible en energía mecánica, para las diferentes condiciones de funcionamiento.

Un indicador interesante es el de la potencia 'máxima' que pueden conseguir, pero también la potencia 'nominal', que es la que, teóricamente, podrían suministrar en trabajo continuo al régimen de funcionamiento má-

ximo recomendado por el fabricante.

En los motores de diseño convencional, durante muchos años, se han hecho coincidir estos valores, pero en los últimos tiempos la potencia máxima, al menos en muchos motores de los tractores agrícolas, se obtiene a un régimen menor que el establecido como 'nominal'. Aparecen los motores de 'potencia constante', en los que se sacrifica parte de la potencia máxima, que podría conseguirse con la cilindrada disponible, para obtener una curva de potencia casi horizontal en un intervalo de revoluciones muy amplio, lo cual reduce las intervenciones en el cambio de marchas del tractor y permite obtener igual potencia en regímenes de funcionamiento diferentes.

Esto lo puede valorar el usuario, pero penaliza al fabricante en el momento de la ho-

mologación si se impone la utilización de la potencia nominal como referencia, ya en no pueden considerarse iguales dos motores de 100 CV, en los que uno de ellos los 100 CV se mantienen entre 1 800 y 2 200 rev/min y el otro sólo da esta potencia a 2 200 rev/min.

En consecuencia, un motor moderno sólo puede entenderse sobre la base de sus curvas características, que ponen de manifiesto la evolución de la potencia con el régimen de funcionamiento, y otro aspecto muy importante, la variación del consumo de combustible en cada punto de funcionamiento del motor.

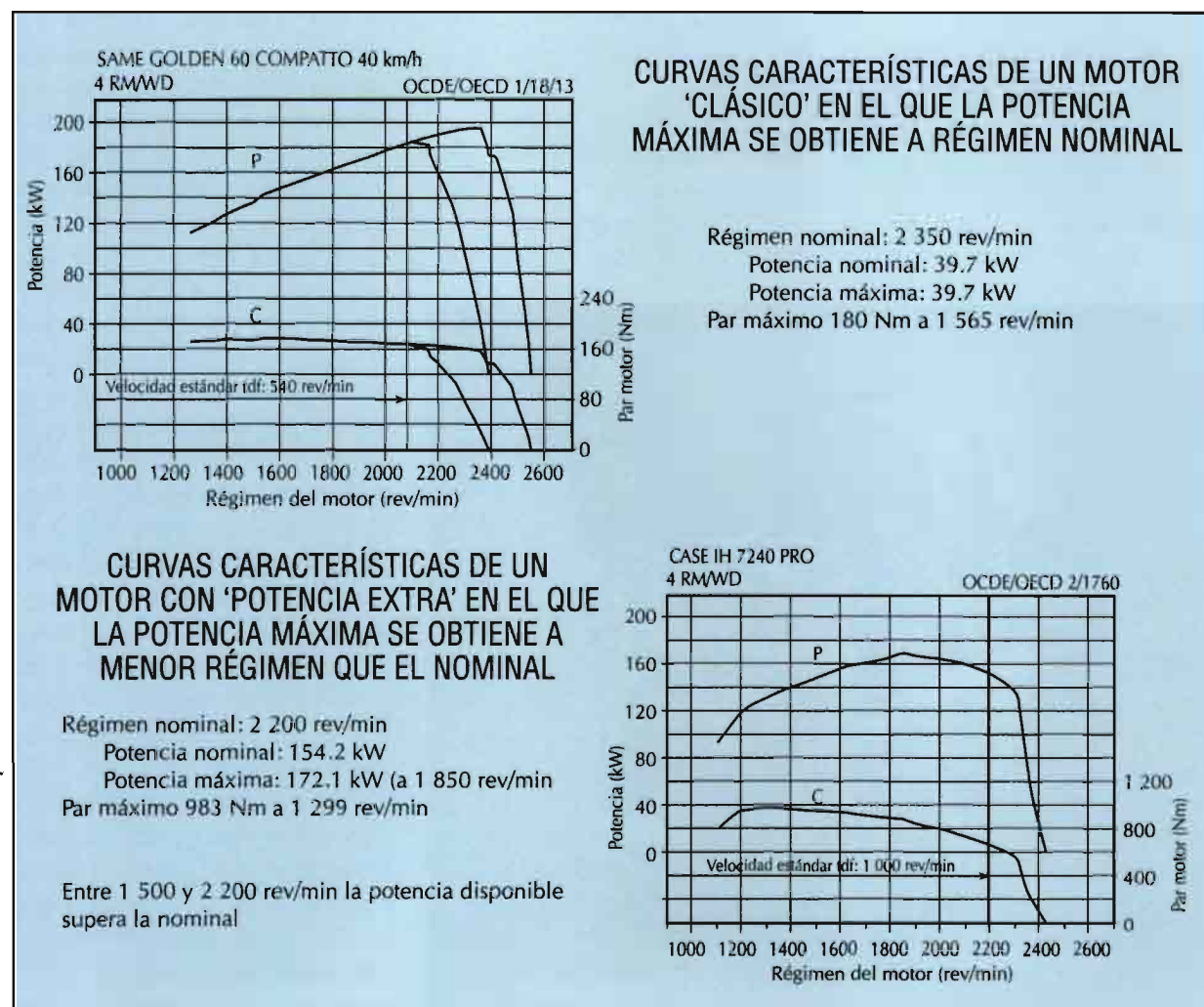
El consumo específico, normalmente expresado en g/kWh, o g/CVh, indica claramente la eficiencia de un motor, o sea, el trabajo que puede realizar (kWh o CVh) por cada gramo de combustible consumido.

Normas de ensayo de la potencia de los motores

Ha sido tradicional, en las diferentes asociaciones encargadas de la elaboración de normas técnicas, preparar normas específicas para el ensayo de los motores, adaptadas a sus condiciones de funcionamiento.

Esto tenía sentido, ya que en algunas máquinas el motor funciona de manera continua, hasta 24 horas sin detenerse, mientras que en otras la potencia máxima sólo se necesita en periodos muy cortos que pueden ser inferiores a un minuto.

De aquí la gran variedad de procedimientos de ensayo disponibles en cada una de las Asociaciones de Normalización: SAE, DIN, BS, CUNA, ... La Organización Internacional de Normalización ISO, ha intentado elaborar normas técnicas de compro-



miso, de manera que se facilitaran los intercambios a escala internacional.

Pero, además, hay otro organismo internacional que también interviene en esto: para unificar las condiciones de circulación vial en Europa, hace años que se creó, dependiente de las Naciones Unidas y con sede en Ginebra, el organismo conocido con las siglas ECE, que establece los 'Reglamentos' aplicables en los países, elaborados con representación gubernamental de los países integrados en esta organización. Dado que los motores forman parte de los vehículos 'de motor' que circulan por las vías públicas, el Reglamento correspondiente está presente, y es conocido como ECE R24.

A diferencia de las normas técnicas nacionales e internacionales, que no son de obligatorio cumplimiento, a no ser que una legislación específica las incorpore a un texto legal, los 'Reglamentos de Ginebra' sí son obligatorios en los países que los adoptan, publicándose en su Boletín Oficial.

Por si con este abanico de opciones no hubiera suficiente, también la Unión Europea tiene que intervenir. Parece ser que la

racionalidad se impone y las soluciones que se siguen, al menos en lo que se refiere a los tractores agrícolas, son los de aceptar los Reglamentos de Ginebra, como anteriormente lo hacían los Países Miembros, o las normas ISO apropiadas, salvo en el caso de que se requiriera una norma especial que se en-

LA POTENCIA 'NETA' O 'REAL' ES LA QUE SE OBTIENE CUANDO EL MOTOR MANTIENE TODOS SUS ELEMENTOS

carga al Comité Europeo de Normalización, aunque también aparecen Directivas que incorporan requisitos técnicos similares a los de las Normas y Reglamentos.

■ Un poco de claridad

Cuando la medida de la potencia de un motor se realiza si-

guiendo una determinada norma, deben de incorporarse a la cifra de potencia obtenida las siglas de la norma utilizada. Así se expresa 90 CV DIN, o SAE. Lo más correcto sería incluir la referencia completa de la norma utilizada, ya que la misma organización de normalización suele tener varias normas aplicables a situaciones diferentes, pero esto a veces se oculta porque conviene.

Las mayores diferencias entre los procedimientos utilizados se derivan de que, en determinadas normas, la medida se realiza después de retirar del motor elementos que consumen potencia durante el funcionamiento, como filtro de aire, silenciador de escape, ventilador y alternador. De esta manera se obtiene una potencia definida como 'bruta'. Tiene cierto sentido esta forma de actuar, ya que los motores se equipan con elementos diferentes según las condiciones de funcionamiento esperadas.

Por el contrario, otros procedimientos de ensayo exigen que se mantengan en su lugar los elementos que el motor necesita en condiciones de trabajo, obteniéndose de esta manera la potencia 'neta' o 'real', también designada a veces como efectiva. En el límite, el Código OCDE para ensayo de tractores todavía va a más, ya que el ensayo del motor se realiza en la toma de fuerza, por lo que las condiciones de funcionamiento están penalizadas por el sistema hidráulico y los componentes de la transmisión, con lo que la potencia obtenida será siempre algo menor.

Indiscutiblemente esto genera confusión entre los usuarios y dificulta la realización de comparaciones, por lo que conviene analizar las diferencias existentes entre los distintos procedimientos, para clarificar el mercado.

Resumiendo de una manera esquemática lo que cada norma de ensayo ofrece, tenemos:



• SAE J1995

Es una norma de ensayo en la que la potencia se mide en el motor prácticamente sin accesorios, ya que faltan filtro del aire, silenciador de escape, alternador y ventilador, por lo que el valor de potencia obtenido es más alto del que se puede obtener con el motor puesto en el vehículo; hay que definir la potencia obtenida como 'bruta'.

• ISO 14396

Es un documento de nueva elaboración, que sustituye a la ISO 2288 (anulada), que permitía la medida de la potencia neta de los motores para los agrícolas.

Hay que destacar que ha sido un documento elaborado para evaluar las emisiones contaminantes de los motores, e inicialmente publicado como Informe Técnico (TR), que ya ha sido aprobado como norma ISO. Ha sido admitida en la homologación de tipo CE, por lo que se utiliza en las referencias de características ofrecidas por los fabricantes de tractores, ya que es uno de los procedimientos que se establece para controlar las emisiones gaseosas de los motores de vehículos extraviarios.

Al motor se le retiran, durante los ensayos, tanto el radiador como el ventilador, por lo que permite ofrecer una potencia más elevada; asimismo se utiliza una presión atmosférica de referencia de 0.99 bar. Los valores obtenidos hay que designarlos como potencia 'bruta'.

• SAE J1349

Esta norma americana es prácticamente equivalente a la ECE R24, ya que incluye todos los elementos necesarios en el motor, como el ventilador y el radiador, ofreciendo por tanto un valor de potencia 'neta'.

Se puede decir que es poco utilizada en el ámbito europeo, ya que, por costumbre, se interpreta que cualquier referencia a 'potencia SAE' tendría que ser

potencia 'bruta', aunque con esta norma lo que se obtiene es potencia 'neta'.

• ECE R24

Este Reglamento de Ginebra, adoptado por la mayoría de los países de la Unión Europea, entre ellos España, está dirigido a controlar las emisiones de humos en el escape de los tractores agrícolas, para lo que se necesita determinar conjuntamente la potencia disponible en el motor en las condiciones de regulación fijadas por el fabricante. Las condiciones de referencia

LA POTENCIA SEGÚN ISO 14396 HA SIDO ADMITIDA COMO REFERENCIA PARA LA HOMOLOGACIÓN DE TIPO CE

relativas a la presión atmosférica se establecen en 0.99 bar. Este reglamento se puede considerar equivalente a la Directiva 77/537/CEE.

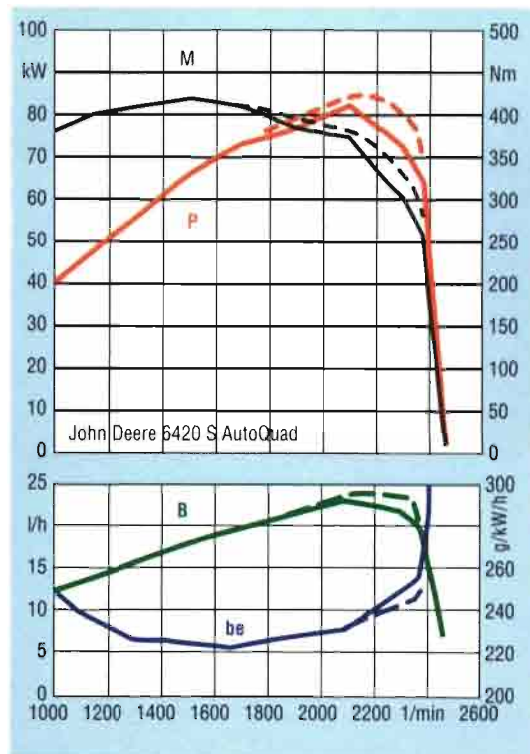
A medida que se desean controlar también otros gases de escape, este reglamento pierde interés, pero el procedimiento de medida de la potencia es totalmente válido y permite obtener la potencia neta, tradicionalmente indicada como 'potencia DIN'.

• DIN 70020

Ha sido el procedimiento tradicionalmente utilizado por los motores para definir la potencia neta en utilización continua. A partir de ella fue elaborada la norma ISO 2288, ya anulada.

La diferencia más significativa con respecto al Reglamento ECE R24 es que el ventilador debe de estar conectado y en funcionamiento, lo que, unido a los

CURVAS CARACTERÍSTICAS DE UN MOTOR CON POTENCIA DUAL



0.99 bar de presión atmosférica establecida en la ECE R24, hace que la potencia obtenida con la norma DIN sea algo menor.

• 80/1269/CEE

Es una Directiva Comunitaria especialmente elaborada para reducir las emisiones contaminantes de los motores de vehículos en general, equivalente a la norma DIN 70020 en todo lo que se relaciona con la medida de la potencia del motor. Los valores de potencia que se obtienen con su aplicación son algo menores (aproximadamente el 1%) de los que resultan de aplicar la norma DIN 70020. Las condiciones de referencia para la presión atmosférica en esta Directiva son de 0.99 bares.

• 2000/25/CE

Esta Directiva Comunitaria establece las medidas que deben de adoptarse contra las emisiones de gases y partículas contaminantes producidas por los motores que se utilizan en los tractores agrícolas y forestales, modificando la Directiva marco para la homologación de tractores agrícolas en lo

TABLA 1.-
COMPARACIÓN DE LAS POTENCIAS OBTENIDAS AL APLICAR
DIFERENTES NORMAS DE ENSAYO AL MISMO MOTOR, TOMADO COMO
REFERENCIA LA CORRESPONDIENTE AL ENSAYO SEGÚN DIN 70020.

| Norma | Presión atmosférica (bar) | Temperatura Ambiente (°C) | Temperatura combustible (°C) | Tipo de combustibles | Potencia obtenida (*) (%) |
|-------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------|---------------------------|
| SAE J1995 | 1 | 25 | 40 | 43 300 kJ/kg | 111 |
| ISO 14396 | 0.99 | 25 | 37-43 | CEC RF75T96 | 107 |
| SAE J1349 | 1 | 25 | 40 | 43 300 kJ/kg | 104 |
| ECE R24 | 0.99 | 25 | 40.5 | CEC RF03A84 | 104 |
| DIN 70020 | 1 | 25 | 40 | fabricante | 100 |
| 80/1269/CEE | 0.99 | 25 | 40.5 | fabricante | 99 |
| 97/68/CE | 0.99 | 25 | 33 - 43 | anexo IV | 107 |
| OCDE | > 0.966 | 16-30 | fabricante | fabricante | - |

(*) Un motor que pueda suministrar una potencia de 100 CV con el ECE R24, daría en el ensayo según la Directiva 97/68/CE una potencia de unos 103 CV.

que se relaciona con la Directiva 77/537/CEE, que sólo consideraba los humos emitidos.

En esta Directiva se establecen los valores límites y sus fechas de entrada en vigor, derivando en lo relativo al procedimiento de ensayo a la Directiva 97/68/CE. Esto hace que en las referencias a la potencia medida se utilicen de manera indistinta una u otra Directiva.

La Directiva 97/68/CE ha sido modificada según la 2001/63/CE, aunque esta modificación sólo afecta a los intervalos de factores atmosféricos en los que se puede realizar la determinación de la potencia y a algunos procedimientos de medida de los gases emitidos por el escape, y puede considerarse como equivalente al Reglamento ECE R96.

Las determinaciones se realizan con restrictores de aspiración y de escape, de manera que se consigan efectos similares que los que aparecen cuando el motor se monta en el tractor, y accionando un sistema de refrigeración suficientemente potente. Los valores de potencia obtenidos pueden considerarse ligeramente menores a los de la norma ISO 14396, ya que exige la presencia de un sistema de refrigeración. En comparación con los valores obtenidos según el procedimiento de la ECE R24 el método proporciona incrementos de potencia entre el 3 y el 4%.

• OCDE

El procedimiento de medida utilizado exige que el motor esté situado en el tractor y en condiciones normales de funcionamiento, por lo que hay que contar con las pérdidas de potencia debidas al funcionamiento en vacío del sistema hidráulico, de las derivadas de las cajas de transmisión, que aparecen por el paso del movimiento hasta la toma de fuerza.

Esto puede hacer que las pérdidas entre motor y toma de fuerza sean grandes y varíen según el tipo de transmisión del modelo de tractor considerado entre límites muy amplios (4.5-12% de pérdidas respecto a la potencia neta disponible en el motor).

El procedimiento de medida de la potencia a la toma de fuerza establecido por la OCDE se corresponde con la norma ISO 789.

Diferencias cuantitativas

En la tabla 1, se ofrece una resumen comparativo de lo que se derivaría de la utilización de los diferentes procedimientos de ensayo comentados, que sólo pretende ser aproximado, ya que hay otros factores que pueden afectar los resultados, como son los atmosféricos, o los derivados del tipo de combustible utilizado, que introducirían ligeras variaciones.

Al respecto hay que señalar que no puede haber fórmulas de corrección 'universales', ya que el comportamiento del motor no sólo depende de las condiciones ambientales de presión y de temperatura, y, en menor grado, de la humedad relativa de la atmósfera, sino que siempre hay que considerar un factor 'motor' que tiene en cuenta la relación aire/combustible para diferentes condiciones de funcionamiento. La llegada de la electrónica, que no sólo controla la inyección del combustible, sino la sobrepresión del turbo y el retorno de gases de escape a la admisión, complica la fijación de unas equivalencias de aplicación universal.

En cualquier caso, el usuario de motores de aspiración natural debe de tener en cuenta que al trabajar en zonas de elevada altitud las pérdidas de potencia son significativas (aproximadamente del 12 al 15% por cada 1 000 metros de elevación); en el caso de los motores turboalimentados son las elevadas temperaturas las que los penalizan, sobre todo los que no disponen de intercambiador de calor en la admisión.

Esperemos que estas notas puedan servir para eliminar algunas dudas, hasta que se establezca un acuerdo entre fabricantes y usuarios para determinar la potencia de los motores en los tractores agrícolas utilizando un solo procedimiento común, sin olvidar que la potencia del motor en un tractor agrícola ha dejado de ser 'crítica', ya que con el mismo motor se pueden conseguir potencias máximas en un intervalo muy amplio, sin que esto afecta de manera sensible a su vida útil. Los tractores que ofrecen motores con potencia 'dual' son un ejemplo, y las limitaciones las imponen los límites de emisiones gaseosas en el escape y la robustez de las transmisiones para soportar las tensiones que se pueden producir en las marchas cortas. ■