

# Evolución de las **tomas de fuerza**

**Las tomas de fuerza (t.d.f.) se han constituido con el paso de los años en un elemento indispensable de los tractores agrícolas. Actualmente, muchos aperos basan su funcionamiento en la transmisión de potencia de forma mecánica a través de la t. d. f.**

Las primeras t.d.f. se desarrollaron a principios del siglo XX (hacia 1913) para el accionamiento de máquinas de recolección. En 1927 la Asociación Americana de Ingeniería Rural (ASAE) normalizó la fabricación y modo de trabajo de las t.d.f. en tres aspectos: dimensiones, sentido de giro y velocidad de giro. De esta forma se estandarizó la toma de fuerza de 35 mm de diámetro con 6 acanaladuras, sentido de giro horario visto desde la parte trasera del tractor y régimen de giro de 540 rev/min. Como el lector sabe, esta es una de las configuraciones que se mantiene hoy en día.

Sintetizando, la evolución de las t.d.f. se puede agrupar en dos grandes aspectos, el primero relacionado con el modo de accionamiento y el segundo con la geometría y régimen de giro.

## **Modo de accionamiento**

En su primera concepción la t.d.f. recibía el movimiento directamente del motor, a través de un engranaje directo situado después del embrague de marcha y antes de la caja de velocidades. Con esta concepción la t.d.f. giraba siempre que el tractor se pusiera en marcha y el motor estuviera embragado. Este tipo de toma de fuerza se conoce como dependiente.

Debido a los lógicos problemas de esta configuración se desarrolló la t.d.f. semi-dependiente. Este sistema se basa en el uso de embrague doble accionado por un mismo pedal con doble recorrido. El primer recorrido hace que se desembrague la caja de velocidades y el segundo (pedal pisado a fondo), hace que se desembra-

que la t.d.f. Este sistema, permitió mantener la t.d.f. accionada con el tractor totalmente parado. Sin embargo no es posible su uso a la inversa (parar la t.d.f. sin parar el tractor) que puede ser útil en ocasiones.

Para independizar totalmente la t.d.f. del tractor se creó la t.d.f. independiente, similar a la descrita en el párrafo anterior con la diferencia de que existen dos palancas diferentes para el accionamiento del embrague. Presenta la ventaja de poder detener la t.d.f. manteniendo el tractor en movimiento.

Otro tipo de accionamiento es el que configura a la t.d.f. sincronizada o proporcional al avance. En ésta el movimiento es transmitido desde la salida de la caja de cambios, proporcionando por tanto una sincronización con la velocidad de avance del tractor. Es decir, el régimen de giro de la toma de fuerza depende de la marcha seleccionada. Este sistema se uti-

liza poco, y es frecuente tener que pedirlo como extra al adquirir un tractor. Tiene aplicación para el uso de remolques en los que hay que accionar las ruedas para mejorar la tracción, o en trabajos en fuerte pendiente. También se puede emplear con determinadas máquinas de siembra o trasplante sin rueda motriz, pero que deben funcionar en relación al camino recorrido.

Hoy en día los tractores incorporan t.d.f. con embrague propio, en línea con los sistemas de transmisión independiente. Estos embragues suelen ser multidisco en baño de aceite con accionamiento electrohidráulico.

## **Geometría y régimen de giro**

En un principio, las t.d.f. se diseñaron con un diámetro de 35 mm, 6 acanaladuras y régimen de giro de 540 rev/min. Con esta configuración se podía disponer de una potencia máxima de salida de unos 48 kW. Posteriormente, la oferta se incrementó para permitir la transmisión de potencias más elevadas, entrando en escena la t.d.f. de 35 mm de diámetro, 21 acanaladuras y velocidad de giro de 1000 rev/min

La potencia de los tractores siguió aumentando con lo que se desarrolló una nueva toma de fuerza pensada para tractores de más de 92 kW de potencia medida en la toma de fuerza a la velocidad nominal del motor. Así apareció la toma de fuerza de 45 mm con 20 acanaladuras y régimen de giro de 1000 rev/min.

Hace poco que se normalizó un último tipo de t.d.f. para obtener potencias



**Están normalizadas cuatro t.d.f. traseras**

mayores (hasta 340 kW), que también gira a 1000 rev/min, pero tiene un eje de 57 mm con 18 acanaladuras. Sin embargo los aperos con este accionamiento son escasos, pueden ser muy pesados y peligrosos de acoplar. Por otro lado los grandes tractores, aún teniendo motores muy potentes, suelen equiparse con t.d.f. inferiores.

Para permitir que un mismo tractor pueda aportar dos velocidades de giro en la t.d.f. (540 y 1000 rev/min) se desarrollaron dos sistemas: disponer dos ejes de salida en la parte trasera del tractor o disponer de una sola salida en la que se pueden intercambiar dos ejes de 35 mm con diferentes acanaladuras, uno para 540 rev/min y otro para 1000 rev/min. Este hecho se consigue modificando la relación de transmisión gracias a la geometría de la parte del eje que se introduce en la salida de la t.d.f. Otra opción, utilizada por algunas marcas actualmente, es el uso de ejes reversibles que presentan una geometría distinta en cada uno de sus extremos.

En algunos casos resulta conveniente utilizar la t.d.f. de 540 rev/min a un régimen de giro del motor menor para accionar aperos que necesitan baja potencia pero requieren 540 rev/min. Para ello se ha creado la toma de fuerza a 750 rev/min, también llamada 540E o 540 económica y así conseguir disminuir el consumo de combustible en un 20 ó 30%. En los tractores modernos es frecuente disponer de esta toma de fuerza (540E) además de las convencionales. Una caja de cambios permite tres velocidades para el eje de salida: 540, 750 y 1000 rev/min mediante el accionamiento de una palanca. Cuando la palanca se encuentra en la posición de 540 ó 1000

rev/min la t.d.f. proporciona dichas velocidades de giro al régimen máximo del motor (en torno a 2000 rev/min). Cuando se coloca en la posición de 750 rev/min la t.d.f. gira a dicha velocidad a régimen máximo del motor, pero si se disminuye el régimen de giro hasta un 75% (1500 rev/min) entonces la t.d.f. gira a 540 rev/min permitiendo así accionar máquinas con un menor consumo de combustible.

En cuanto a normalización, la norma ISO 500 define cuatro tipos de tomas de fuerza traseras, basándose en el eje de la t.d.f. en lugar de en el modo de accionamiento (Tabla 1). También define la posición a la que debe estar dentro de un rango de altura y a menos de 50mm a izquierda o derecha del plano medio del tractor.

Actualmente, los tractores incorporan t.d.f. a 540 rev/min y 1000 rev/min, ofreciendo opcionalmente la t.d.f. económica a 750 rev/min

## Versatilidad

La evolución de la maquinaria agrícola ha obligado a que los tractores sean cada vez más versátiles. En relación con las t.d.f. esto se ha traducido también en su ubicación física dentro del tractor. Así, además de la t.d.f. tradicional situada en



Existen tomas de fuerza traseras, frontales y laterales que permiten el accionamiento de diversos equipos y el uso de aperos combinados

la parte trasera del tractor, existen tomas de fuerza frontales y laterales que permiten el accionamiento de diversos aperos y el uso, por ejemplo, de aperos combinados como pueden ser los trenes de siembra.

Junto con la versatilidad de las diferentes posiciones, se han desarrollado elementos que permiten un cómodo uso de las t.d.f. Así, es común que los tractores dispongan de mandos a distancia para la conexión y desconexión de la t.d.f., situados sobre los guardabarros traseros (útiles en trabajos estacionarios), sistemas de aviso del régimen de velocidad de la t.d.f., válvulas de modulación para permitir un accionamiento progresivo del apero y frenos con control hidráulico que evitan que el apero continúe funcionando cuando se detiene el motor.

## Referencias

- Márquez, L. 2003 Las tomas de fuerza y su evolución. Agrotécnica
- Linares, P. 1986. ¿Conocemos las tomas de fuerza? Agricultura.
- Márquez, L. 1981. Elementos del tractor II. Las tomas de fuerza. El agricultor práctico.
- Ortiz-Cañavate, J.; Hernández J.L. 1989. Técnica de la mecanización agraria. MundiPrensa.

Fco. Javier García Ramos, Escuela Politécnica Superior de Huesca  
Constantino Valero Ubierna  
Universidad Politécnica Madrid

Tabla 1. Tipos de tomas de fuerza según ISO 500

Tipo de t.d.f.	1	2	3	4
Sentido de giro	horario, visto desde atrás			
Régimen de giro, rev/min	540	1000	1000	1000
Diámetro nominal, mm	35	35	45	57
Número de acanaladuras	6	21	20	18
Potencia máxima kW (CV)	48 (65)	92 (125)	185 (252)	340 (462)
Altura al suelo [max-min, mm]	450 - 675	550 - 775	650 - 875	800 - 1060