

## Novedades y tendencias en los tractores agrícolas

● JAIME ORTIZ-CAÑAVATE. Departamento de Ingeniería Rural. Madrid

La recuperación del mercado de tractores en los dos últimos años tanto en Europa, como en EE.UU. y en casi todos los países del mundo, ha relanzado las inversiones en I+D de las casas fabricantes y ha hecho que proliferen las novedades en las distintas marcas de tractores.

En este artículo queremos analizar los avances más significativos realizados en el diseño de los tractores agrícolas en los últimos años.

### Motores

Los motores de los tractores actuales se caracterizan por una elevada reserva de par y un bajo consumo específico de com-

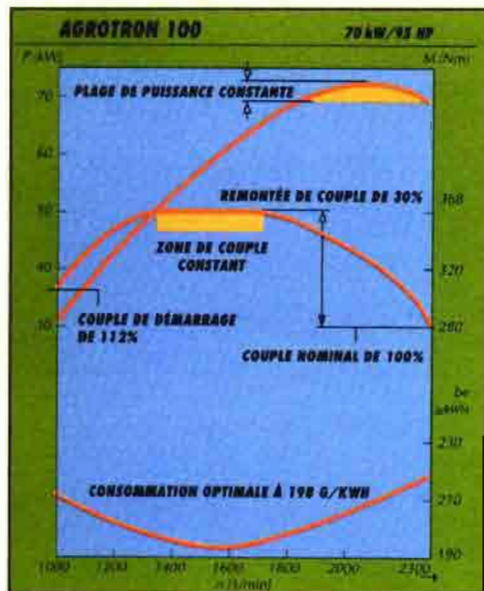


Fig. 1. Curvas características del motor Deutz del tractor Agrottron 100.

bustible (alrededor de 200 g/kWh). Una reserva de par elevada hace que los motores sean muy elásticos y permite mantener la potencia constante en la zona de la velocidad nominal o incluso un aumento de potencia al bajar las revoluciones a partir de la velocidad nominal (fig. 1). Debido a que mantienen el par constante a través de una amplia gama de revoluciones («par de meseta»), los motores recuperan rápidamente su pleno régimen

desde bajas revoluciones. El alto par de arranque, de hasta más de un 10% superior al nominal, permite arranques y aceleraciones elásticos, sin tirones, bajo carga.

También se valoran las escasas emisiones de humo, gracias a una combustión limpia, y un funcionamiento silencioso, del orden de 80 dB(A). En general los motores de los tractores agrícolas pueden funcionar tanto con gasóleo como con biodiésel (metiléster de aceites vegetales).

Los motores pueden ser de aspiración atmosférica o sobrealimentados y algunos modelos llevan «intercooling» para refrigerar el aire de admisión. El aumento de potencia en los últimos 15 años se ha debido en un gran número de casos al turbocompresor, mientras que prácticamente la cilindrada y la velocidad de los motores no han variado.

Con respecto a la inyección de combustible, cabe mencionar que los nuevos motores de bastantes marcas de tractores tienen un sistema de inyección Bosch a alta presión, de nuevo diseño, con bombas individuales integradas en el bloque accionadas directamente por el árbol de levas (fig. 2) y un nuevo tipo de inyector que funcionan a presiones muy altas (hasta 1.400 bar), que mejoran sustancialmente la combustión y aumentan la eficiencia de los motores.

El sistema amplificador de potencia «Sigma Power» de Valmet (fig. 3) permite

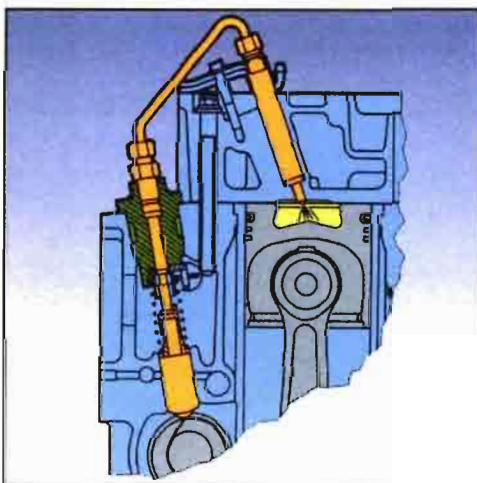


Fig. 2. Tecnología de vanguardia: el sistema de inyección Bosch a alta presión con bombas individuales.

que el tractor desarrolle una potencia máxima de 160 CV para tracción, o una potencia máxima de 190 CV si se utiliza la toma de fuerza. La potencia transmitida a las ruedas está controlada electrónicamente para no sobrepasar nunca los 160 CV. Una caja electrónica mide el par en la toma de fuerza mediante dos sensores. Uno de los sensores está colocado sobre el cigüeñal



Fig. 3. Tractor Valmet con el sistema de ampliación de potencia.

motor y el otro sobre el embrague de la toma de fuerza. Si la potencia transmitida a la toma de fuerza es superior a 30 CV, la caja acciona la bomba de inyección mediante una válvula de solenoide para activar la potencia 190 CV. Este control evita que la potencia sobrepase los 160 CV cuando se utiliza para tracción y por carretera. Se obtiene de esta manera un tractor potente con una relación peso/potencia muy buena: 5.210 kg sin carga para 190 CV, que responde así perfectamente a las utilidades de toma de fuerza para las cuales el peso muerto representa un obstáculo. El peso limitado permite un mejor rendimiento, un ahorro de carburante y una optimización del coste de funcionamiento del tractor.

### Transmisiones

La transmisión más sencilla en los tractores agrícolas actuales es un cambio mecánico con un número elevado de marchas adelante y atrás sincronizadas, activadas por dos palancas: una para se-

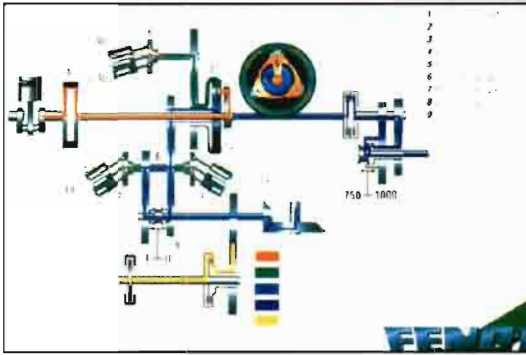


Fig. 4. Transmisión continua hidromecánica en tractores FENDT.



Fig. 5. Tractor New Holland, modelo Versatile de 425 CV, con 12 (4x3) ruedas.



Fig. 6. Tractor Case, modelo Quadtrac, provisto de 4 semiorugas de goma.

leccionar el grupo (normalmente son 4 grupos: L, M, H y R, respectivamente marchas lentas, medias, altas y hacia atrás) y la otra para la marcha específica (4 ó 6 velocidades). Estas palancas suelen estar situadas a la derecha del puesto de conducción, en un lugar de cómodo manejo por parte del tractorista. La velocidad más alta llega normalmente hasta 30 km/h, pudiéndose optar por una velocidad máxima de 40 km/h para los países que autorizan esta velocidad superior.

Para trabajos que requieran una rapidez en la inversión de marcha, existen transmisiones sincronizadas como la anterior descrita, con inversor mecánico que proporcionan las mismas marchas adelante que hacia atrás y que se puede realizar de modo automático con una simple palanca situada junto al volante de conducción.

Para los trabajos que requieren una mayor versatilidad de operación, existen diversos tipos de cambios de marchas bajo carga, denominadas genéricamente con el nombre inglés de «Powershift». Así p. ej. New Holland ha desarrollado una nueva transmisión electrohidráulica que ofrece un cambio bajo carga de dos velocidades en cada marcha adelante. Este cambio bajo carga se activa mediante dos conmutadores que van montados en la parte superior de la palanca de marchas. De este modo se puede, para cada marcha, seleccionar una velocidad alta o baja, reduciendo cada velocidad de avance en un 15% o acrecentándola en un 18%, sin necesidad de pisar el embrague. Esta transmisión está dotada de un dispositivo inversor sincronizado, que permite pasar entre las marchas adelante y atrás mediante una palanca de fácil accionamiento, situada a la izquierda del asiento del conductor. El cambio entre las distintas velocidades se realiza por medio de dos conmutadores que accionan embragues multidisco que posibilitan cambios suaves bajo carga y que se encuentran en una palanca de mando de diseño ergonómico.

El embrague hidráulico se está introduciendo también en el ámbito de los tractores agrícolas (Fendt, Valmet), para conseguir un arranque rápido sin tirones, mayor confort de marcha e imposibilidad

de que el motor se cale en ninguna circunstancia.

Fendt ha introducido asimismo la transmisión continua hidromecánica. Esta transmisión se fundamenta en un principio muy innovador que permite una variación continua de la velocidad de marcha entre 0 y 50 km/h (limitada a 30 km/h en España) sin que se interrumpa el esfuerzo de tracción. El par motor se reparte entre un circuito hidráulico y un circuito mecánico a partir de un engranaje planetario en la entrada de la transmisión (fig. 4).

Además de un sistema de mando mediante una única palanca ergonómica integrada al brazo del asiento, dos funciones automatizadas integran esta transmisión «Vario», garantizando o bien una velocidad de marcha constante o bien un régimen del motor y una toma de fuerza constantes. Gracias al control electrónico, el motor funciona según sus posibilidades máximas, alcanzando sus mejores niveles de funcionamiento y un consumo reducido. La velocidad de marcha se adapta a las condiciones de trabajo, con un ahorro de tiempo y un aumento del rendimiento de trabajo. Esta transmisión, de uso muy sencillo y cuyos parámetros son ajustables, conjuga las ventajas de las transmisiones mecánicas e hidrostáticas y se adapta por igual tanto a grandes explotaciones como a explotaciones ganaderas y a trabajos específicos –mantenimiento, triturado de piedras, obras públicas, conservación de las carreteras, triturado forestal, etc.– donde resulta muy útil su inversor automático y su velocidad variable.

Los ejes del tractor son cada vez más robustos. En las versiones de doble tracción, el frenado se realiza normalmente en las cuatro ruedas cuando el conductor pisa

ambos pedales de freno, poniéndose automáticamente en marcha el sistema de activación electrónica de la doble tracción. En este tipo de tractores, el eje delantero va provisto de un diferencial de bloqueo completo y ofrece normalmente un amplio ángulo de giro a las ruedas, para conseguir una buena maniobrabilidad del tractor.

La toma de fuerza (tdf) trasera puede funcionar a 540, 540E (750) y 1000 rpm y también con velocidad de avance sincronizada (es decir proporcional a la velocidad de las ruedas traseras), fundamentalmente para accionar remolques mono eje en zonas de montaña. La toma de fuerza delantera funciona normalmente a 540 rpm.

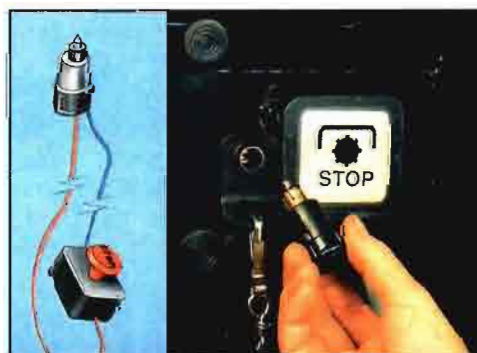
Los tractores Valmet están equipados con un interruptor de emergencia para la toma de fuerza (fig. 7), que se encuentra en la parte trasera del tractor y permite la desconexión de la tdf en situaciones de emergencia. Puede utilizarse directamente, presionando sobre el interruptor de «pare» (stop), o bien cuando se extrae el conector del enchufe situado en el tractor.

## Sistema hidráulico

Existen dos tipos de sistemas hidráulicos en los tractores agrícolas: de centro abierto y de centro cerrado. Las funciones hidráulicas de los tractores de control de carga de «centro abierto» se realizan por medio de un sistema mecánico que detecta los esfuerzos a través de una barra de flexión situada en los brazos inferiores. Cuanto mayor sea el esfuerzo del apero, mayor será la flexión de la barra. Al variar la flexión, se envía una señal al centro de control hidráulico, que regula automáticamente la altura del apero, hasta que se alcance el nivel de esfuerzo ajustado por el operador. En general dos palancas se encargan del control hidráulico, una de ellas regula la altura máxima de elevación del apero y la otra el ajuste del esfuerzo.

El sistema de «centro cerrado», establecido inicialmente por John Deere, detecta la demanda de la que es objeto el sistema cuando está activada una función hidráulica, suministrando sólo el caudal y la presión requeridos. Así se evitan los desfilfarros de potencia y se reduce el consumo de combustible. Existe, normalmente, una

Fig. 7. Interruptor de emergencia para la toma de fuerza en los tractores Valmet.



# TRACTORES

bomba de carga de baja presión y alto caudal que suministra aceite a la bomba principal de caudal variable, habitualmente de pistones axiales y placa oscilante, que llega a suministrar elevados caudales de hasta 100 l/min a presiones próximas a 200 bar.

El control automático del elevador hidráulico permite al operador mantener constantes los ajustes del apero, sin que influyan las activaciones y desactivaciones en las cabeceras del campo. En la mayoría de las marcas, para activar el control automático del elevador basta apretar un botón situado en la consola lateral derecha: el circuito hidráulico pasa a alzar automáticamente el apero del suelo y vuelve luego al ajuste preseleccionado al regresar a la posición de trabajo.

## Equipos electrónicos de control

Para todos los tractores que estén provistos de un sistema de control electro-hidráulico, puede montarse un limitador de resbalamiento de las ruedas mediante un sensor de radar, que se utiliza junto con el control de esfuerzo y de posición del sistema hidráulico. Este control de patinaje entra normalmente en acción

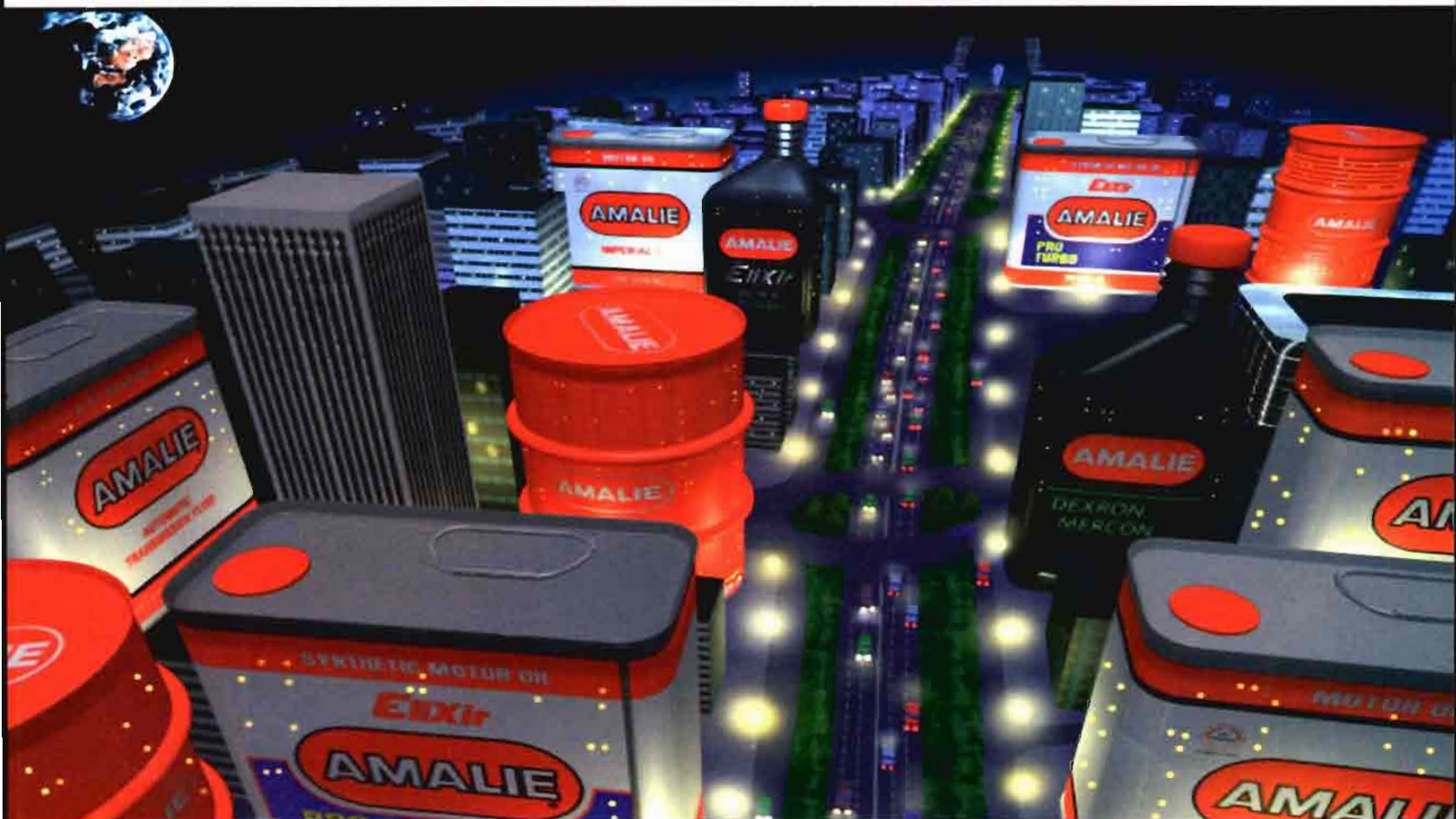


Fig. 8. Neumático agrícola con resaltes, de peso variable.

para resbalamientos superiores al 8% y se limita por arriba en el 15-20%.

Renault ha introducido un dispositivo de control electro-hidráulico el enganche de 3 puntos auto-adaptativo en esfuerzo y en resbalamiento. Para liberar completamente al usuario de las manipulaciones de elevación más o menos complicadas, la originalidad de esta concepción radica en la colocación del apero a la profundidad deseada durante su funcionamiento en la fase de control del esfuerzo, dejando que el sistema ajuste por sí mismo el esfuerzo necesario para tal profundidad. El mismo principio se aplica a la utilización de la elevación durante el proceso de control del resbala-

miento, liberando así al usuario de los procedimientos complejos de programación. Con sólo pulsar el mando de control activo del resbalamiento, éste inicia su acción sobre el tractor. Durante el proceso de control activo, los niveles máximos de patinaje a utilizar se elaboran a partir de mediciones automáticas a la profundidad de trabajo deseada y en función de la velocidad contemplada. Una caja electrónica está conectada con 1 ó 2 captadores de posición (por ejemplo la posición de elevación del arado) y con 2 captadores de esfuerzo fijados en los brazos inferiores. Una red de comunicación interna multiplexada de tipo CAN transmite información al sistema cada 10 m; éste último calcula el coeficiente de resbalamiento y el usuario podrá consultarlo. Las dos válvulas electrohidráulicas controlan automáticamente el arado en función de los datos recibidos y de la profundidad deseada. Para reducir al máximo la distancia entre los impactos de las primeras y últimas rejas, se integran los algoritmos de entrada y salida del surco. La profundidad se mantiene constante en las pendientes gracias al control auto-adaptativo, y el control del patinaje se lleva a cabo con la intervención del tractorista.



*Deje que los Lubricantes Amalie le muestren un mundo lleno de oportunidades.*

PRÍNCIPE DE VERGARA, 128 TEL.: 564 47 69 FAX: 564 44 17 - 28002 MADRID



En la mayoría de los modelos superiores de las distintas marcas de tractores, es posible optar por monitores de a bordo, montados en fábrica, que constan de un ordenador incorporado, que mide y calcula la superficie trabajada, el patinaje de las ruedas, las características de funcionamiento del motor y demás parámetros del tractor. Estos datos, recogidos por sensores instalados en el tractor o en los aperos, o directamente introducidos por el tractorista, se transmiten a unas auténticas centrales de tratamiento de información mediante la utilización de modernas tecnologías de comunicación por bus CAN, a veces asociado a la fibra óptica. Un ordenador a bordo los analiza mediante su software, y a veces gracias a su propio sistema experto. El apoyo en materia de decisión, suministrado en tiempo real, convierte la cabina del tractor en un verdadero puesto de control, donde incluso no falta ni el teléfono móvil ni en algunos casos la televisión.

## Cabina y puesto de conducción

La comodidad del operador es uno de los factores más importantes de la productividad potencial de los modernos tractores y es una meta fundamental en todas las marcas. El tractor puede ir provisto de una cabina espaciosa con excelente visibilidad o de un bastidor antivuelco (ROPS). Los asientos tienen sistemas de suspensión mecánica o neumática opcionales. Un diseño ergonómico del puesto de conducción optimiza el acceso a los distintos instrumentos y permite al tractorista elegir la posición más idónea para conseguir una visión total de los equipos. Cuando el volante es inclinable o telescópico, permite un ajuste adicional para conseguir una posición de trabajo aún más cómoda.

Los mandos del puesto de conducción deben ser sencillos, fácilmente alcanzables e inconfundibles. El arranque y la parada del motor se realiza directamente desde la llave de contacto y todas las palancas están situadas más o menos próximas al conductor según la frecuencia de uso, agrupadas lógicamente por formas y colores según funciones.

En algunos tractores se dispone de la posibilidad de invertir el asiento del conductor y poder trabajar lo mismo hacia atrás que hacia delante. El asiento gira 180° y en la parte trasera se dispone de mandos duplicados y de un volante de tamaño reducido (fig. 9).

La climatización de la cabina es otra característica de confort. Existe en muchos tractores un núcleo central, que agrupa en



Fig. 9. Posibilidad de invertir el asiento y los mandos del tractor para trabajar hacia atrás.

una sola unidad el ventilador de aire fresco, calefacción y aire acondicionado libre de gases CFC. Un potente ventilador aspira el aire exterior de la zona superior de la cabina con poco polvo a través de un filtro de polvo; opcionalmente se pueden suministrar filtros especiales contra agentes nocivos.

## Neumáticos y cadenas

En los tractores y máquinas agrícolas la tendencia actual es a aplicar presiones reducidas en los neumáticos radiales, del orden de 0,5-0,7 bar, muy por debajo de lo que se recomendaba hace unos años, siempre por encima de 0,7 bar. Ello origina las siguientes ventajas:

- Aumento de la tracción, reducción del consumo de combustible e incremento de la productividad.
- Reducción de la compactación del suelo.
- Reducción del desgaste de los neumáticos.
- Eliminación de la vibración inicial bajo carga.

Esta vibración inicial bajo carga es una inestabilidad dinámica que se produce en ciertas condiciones de textura y humedad del suelo en vehículos con dos o más ejes de tracción (tractores, camiones y vehículos militares), normalmente cuando la fuerza de tracción alcanza un valor elevado. También se produce con más frecuencia cuando el neumático está rígido por una presión elevada o por estar lastrado con agua (hidroinflado). Por ello cada vez se recomienda más lastrar el tractor con contrapesos y no realizar el hidroinflado de los neumáticos.

Asimismo para poder pasar de una presión reducida en la parcela (0,7-0,8 bar) a una presión adecuada para circular por carretera (1,5-1,8 bar), los tractores de gran potencia que disponen de compresor de aire pueden disponer de un dispositivo de inflado de los neumáticos desde la ca-

bina del tractor, el cual resulta muy útil para adecuar el vehículo agrícola a poder circular por carretera y por el campo con la presión óptima de sus neumáticos.

Cuando el neumático de un vehículo agrícola es utilizado en carretera, los resaltes, al golpear el suelo, generan una vibración con una frecuencia propia del neumático. Esta vibración, dado que la mayoría de los tractores y maquinaria agrícola no cuentan con suspensión, se transmite en parte al puesto de conducción. Cuando la frecuencia propia del neumático entra en resonancia con una frecuencia equivalente generada por

otro órgano del vehículo (como puede ser la cabina), la vibración se amplifica (frecuencia crítica), siendo causa de incomodidad para el conductor. Para solucionar estos problemas, existe un nuevo neumático de paso variable (fig. 8) en el que se varía la distancia entre los resaltes, siguiendo un paso triple de índices 100-110-125. Este dibujo específico de la banda de rodadura produce una fragmentación de las frecuencias emitidas: la amplitud de las vibraciones se reduce en más del 60%, mientras se mantienen todas las cualidades del neumático: adherencia, duración, sustentación. El confort de los conductores de vehículos automotores agrícolas es así mucho mayor.

En EEUU y Canadá los grandes tractores agrícolas incorporan cada vez neumáticos mayores y en mayor número (¡hasta 4x3!) (fig. 5).

Aún se puede considerar una innovación en Europa, aunque no en EE.UU. por su mayor difusión, el tractor de orugas de goma Challenger de la empresa Caterpillar, que reduce sustancialmente la presión sobre el terreno, disminuyendo también el resbalamiento, lo mismo que en el resto de los tractores de cadenas, pero con la ventaja de poder circular por carretera al ser las orugas de goma.

Case ha desarrollado este año su tractor Steiger «Quadtrac» (fig. 6) con motores de 205 a 425 CV y que tiene en vez de ruedas, 4 semiorugas de goma independientes, lo que le proporciona una mayor tracción, menos resbalamiento y una mejor flotación, al mismo tiempo que produce una menor compactación del suelo. El tractor, pese a su gran tamaño, resulta de fácil manejo.

John Deere ha remplazado la «Serie 7000» por cinco nuevos modelos de la «Serie 7000 TEN» con mayor potencia y mejores prestaciones. Los modelos de la «Serie 8000» de 165 a 225 CV se ofrecen tanto de 4 ruedas motrices como con orugas de goma. ■