



LAS SUSPENSIONES EN LOS TRACTORES AGRÍCOLAS

PARTE 1.- LA SUSPENSIÓN PRIMARIA

El desplazamiento del tractor agrícola sobre suelos irregulares produce vibraciones importantes que alcanzan al conductor. A diferencia con lo que sucede con los vehículos de carretera, el sistema de suspensión primaria tradicionalmente se ha limitado a la amortiguación que les proporcionan los neumáticos, de gran diámetro e inflados a baja presión.

LUIS MÁRQUEZ

El aumento de la velocidad máxima a la que pueden desplazarse los tractores agrícolas modernos, aunque siga limitada reglamentariamente por construcción, ha obligado a incorporar en los tractores agrícolas sistemas de suspensión primaria, al menos en el eje delantero,

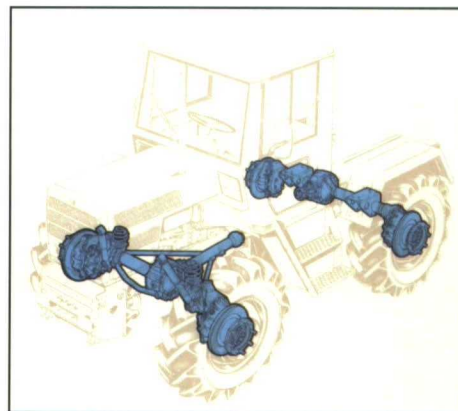
complementada con la suspensión de la cabina y del propio asiento del conductor. Esto ha sido posible con la combinación de los sistemas hidráulicos y la electrónica, así como por las facilidades que aportan, para cualquier nuevo desarrollo de este tipo, los sistemas de simulación mediante ordenador.

Si bien es cierto que han sido en los comienzos del siglo XXI cuando la oferta de suspensión primaria en el eje delantero de los tractores agrícolas se ha generalizado en los modelos de gama alta de la mayoría de los fabricantes, desde hace más de 25 años se han comercializado tractores especiales con suspensión primaria en el eje delantero, derivados en gran medida de las que utilizaban los vehículos de transporte con aplicación mixta carretera-campo.

Este fue el caso del Unimog de Mercedes-Benz, que se continúa con su heredero, el MB-Trac, más adapta-

do al trabajo en campo (figura 1). En esta misma línea, JCB desarrolla su Fastrac, con el que se mejoran las prestaciones de los tractores en campo cuando circulan a gran velocidad, incluyendo, además de la suspensión en el eje delantero, la del trasero con la electrónica complementaria para poder trabajar de manera precisa con aperos enganchados en el tripun- tal posterior.

FIGURA 1.- SISTEMA DE SUSPENSIÓN EN EL EJE DELANTERO DEL MERCEDES MB-TRAC



Estas soluciones, integradas en tractores conceptualmente diferentes a las del tractor estándar, también llegan el tractor de doble tracción con la presentación del sistema de suspensión de Fendt, utilizando una modificación del puente delantero. Combinando este sistema con las suspensiones de cabina y en el propio asiento, se reducen los esfuerzos pico en le eje delantero y se mejora la dirección y la frenada del tractor por el buen contacto de las ruedas con el suelo en los terrenos ondulados.

Se pudo comprobar, además, que la utilización de eje delantero con suspensión primaria mejoraba la capacidad de tracción de los tractores agrícolas en trabajos de campo, lo que hizo que toda la industria, que venía experimentando con suspensiones similares para sus tractores, se lanzara a ponerlas en el mercado, en la mayoría de los casos como una opción, compatible en su diseño con el eje delantero convencional del modelo en cuestión.

Características constructivas de las suspensiones primarias en los tractores

Salvo JCB en con su Fastrac, que utiliza suspensión en ambos

FIGURA 2.- SUSPENSIÓN PRIMARIA EN EL EJE TRASERO DE JOHN DEERE (AGRIBEX 2002)



ejes, el resto de marcas ha preferido mantener el eje trasero rígido, completando la amortiguación con cabinas suspendidas. Los sistemas de suspensión en le eje trasero con ruedas de gran diámetro, presentados en alguna Feria Internacional, no se ha llegado a comercializar, posiblemente por su complejidad y coste, al haber encontrado alternativas más ventajosas con prestaciones equivalentes.

Sistema de suspensión en ejes delantero y trasero del Fastrac de JCB

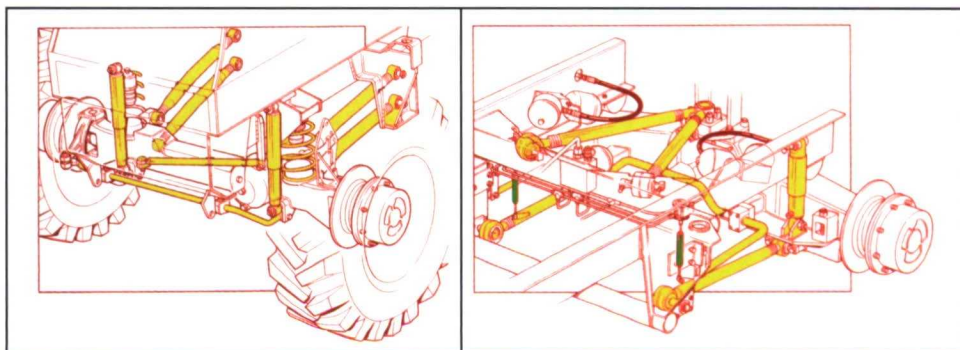
El Fastrac utiliza un bastidor rígido de tipo 'escalera', al que se unen los eje delantero y trasero por sus sistemas de suspensión. En el eje delantero se utiliza una suspensión con muelles, junto con dos amortiguadores telescópicos montados por delante del eje. El eje en su conjunto se mantiene



paralelo en sus desplazamientos por dos soportes a cada lado que toman la forma de cuadrilátero deformable. Los desplazamientos laterales se controlan con una barra de transversal, y el sistema se complementa con una barra frontal de torsión (Figura 3).

La suspensión trasera utiliza dos tirantes inferiores, uno a cada lado del eje, y otros dos superiores, montados en V, que enlazan con la parte central del eje, y una barra estabilizadora transversal que reduce los desplazamiento laterales y de flexión del eje trasero. Los

FIGURA 3.- SISTEMA DE SUSPENSIÓN EN EL TRACTOR FASTRAC DE JCB



amortiguadores hidráulicos van unidos a unos acumuladores de membrana con nitrógeno y al sistema hidráulico, lo que permite mantener la distancia al suelo, al responder instantáneamente a las variaciones de la carga vertical sobre el eje trasero, detectada por dos sensores situados entre las barras inferiores y el bastidor. Recientemente se ha incorporado este sistema también al eje delantero.

El conjunto de las suspensiones está diseñada para poder trabajar tanto en carretera como en campo, asegurando la profundidad de acción de los aperos traseros, a la vez que garantiza la estabilidad en carretera a velocidades de más de 65 km/h. Las limitaciones establecidas en muchos países para la velocidad de circulación de los tractores agrícolas constituye un freno para la difusión de estos tractores, ya que para poder aprovechar las ventajas que ofrecen en el transporte, se necesita matricularlos como vehículos industriales (no agrícolas).

Sistemas de suspensión sobre el eje delantero de tractores convencionales

Para facilitar el análisis de la oferta de suspensiones primarias que ahora se comercializan, se pueden hacer una clasificación agrupando las que utilizan diseños similares.

Así se podrían establecer los siguientes grupos:

- Suspensiones colocadas directamente entre el cuerpo del tractor y el eje delantero, que continúa siendo rígido y con su estructura convencional.
- Suspensiones que utilizan, además los apoyos en el eje delantero, otro en la parte baja del tractor en la transmisión al eje delantero.
- Suspensiones integradas en el eje delantero, en el propio eje o en cada una de las ruedas.
- Suspensiones de brazos independientes a cada lado unidas directamente al cuerpo del tractor.

Los fabricantes utilizan sistemas hidro-neumáticos en las suspensiones, menos Valtra cuya suspensión es neumática.

Suspensiones directas sobre el eje delantero rígido

En este grupo se incluye el primer sistema de suspensión sobre el eje delantero comercializado por

Fendt en sus modelos Favorit (año 1995).

Manteniendo el eje delantero convencional, el apoyo del tractor sobre el eje se modifica. Para ello se utiliza un punto de articulación en el centro del eje, aunque el tractor se apoya en dos puntos con un soporte oscilante, que tiene un lado fijo sobre el cuerpo del

FIGURA 4.- ESQUEMA DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN EN EL EJE DELANTERO DEL FENDT FAVORIT (1995)

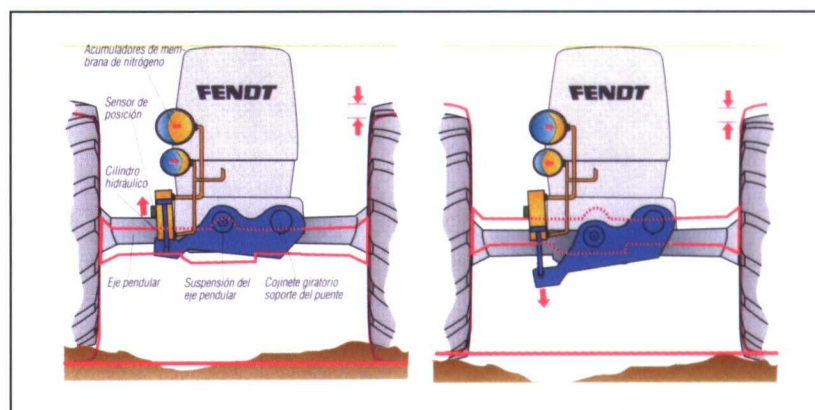
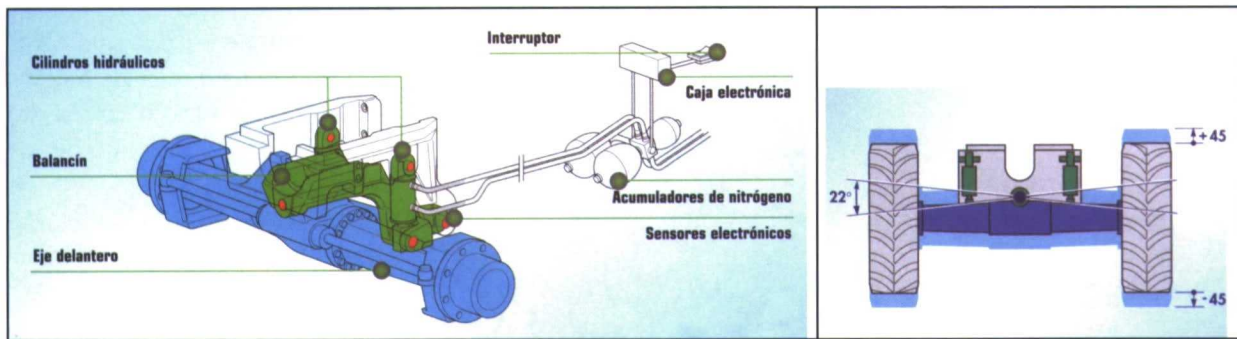




FIGURA 5.- SUSPENSIÓN DEL EJE DELANTERO EN TRACTORES FENDT VARIO 400-700-800



FIGURA 6.- SUSPENSIÓN DEL EJE DELANTERO (DEUTZ-FAHR AGRTRON)




LA SUSPENSIÓN
TLS UTILIZA TRES
PUNTOS DE APOYO QUE
PROPORCIONAN UN
TRIÁNGULO DE
ESTABILIDAD
DINÁMICA, UTILIZANDO
DOS ACUMULADORES
NEUMÁTICOS DE
SUSPENSIÓN Y OTRO DE
COMPENSACIÓN


el eje delantero y el cuerpo del tractor se utiliza un balancín que se apoya en dos cilindros hidráulicos por la parte delantera, unidos a acumuladores hidroneumáticos, con una capacidad de 1.4 litros cada uno. El ángulo de de oscilación y los de dirección de las ruedas del eje delantero no se ven afectados por la suspensión. El ángulo de oscilación del eje delantero es de 22°, y la suspensión primaria en el eje permite desplazamientos de ± 45 mm. La suspensión es progresiva cambiando con la velocidad de avance y está controlada por una caja electrónica.

apoyo que proporcionan un triángulo de estabilidad dinámica, utilizando dos acumuladores neumáticos de suspensión y otro de compensación.

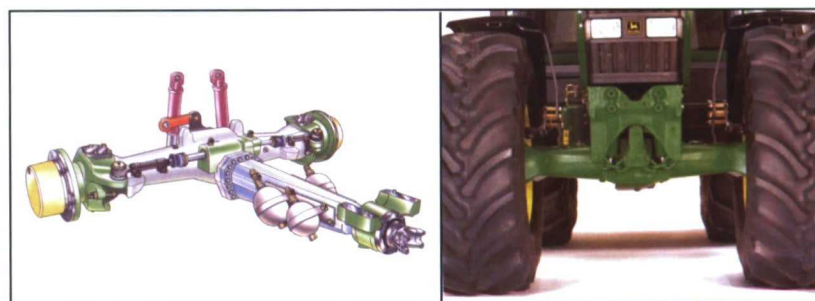
El primer punto de apoyo lo forman dos cilindros hidráulicos que controlan los movimientos verticales del eje; el segundo punto se encuentra junto al eje de la transmisión y se encarga de la articulación longitudinal; el tercer punto, que realiza la articulación lateral, es una barra tipo *panhard*, que guía lateralmente sin limitar el recorrido de la suspensión, con

Suspensiones con apoyo en tres puntos

La utilización de tipo de suspensión la inicia John Deere con la puesta en el mercado del sistema TLS (*Triple Link Suspension*) con tres puntos de



FIGURA 7.- SUSPENSIÓN TLS DE JOHN DEERE



tractor y el otro amortiguado con cilindros hidráulicos de doble efecto unidos a acumuladores de membrana con nitrógeno comprimido. Un sensor de posición permite ajustar la altura del tractor sobre el eje, así como dejar inactiva la suspensión (Figura 4). Una variante de la mismas se utiliza en los tractores Fendt Vario 300.

En la actualidad, para los modelos Fendt Vario 400-700-800 utilizan brazos articulados que soportan el eje delantero y se apoyan por delante en un cilindro hidráulico unido a acumuladores hidroneumáticos (Figura 5).

Este sistema ha evolucionado y adoptado por otras marcas y modelos, como Deutz-Fahr en la serie Agrottron (Figura 6). Así, entre

FIGURA 8.- SUSPENSIÓN EN EL EJE DELANTERO DE TRACTORES COMPACTOS (FENDT)



unas cadenas limitadoras de la oscilación esférica. El recorrido del sistema es de 100 mm y el ángulo de oscilación del eje delantero es de 11° para los tractores de la serie 6000 y de 9° para los de la serie 7000.

Puede utilizarse en cualquier condición de carga del eje, adaptándose automáticamente a la misma mediante la información que suministra un sensor de posición, y se desconecta cuando avanza a menos de 1.5 km/h, para facilitar el enganche de aperos.

ducción, y consta de una suspensión axial integrada en el eje de apoyo del vehículo sobre el eje delantero.

La carga vertical es absorbida por dos cilindros hidráulicos de suspensión con acumuladores de nitrógeno, utilizándose además una barra estabilizadora, que asegura, junto con la suspensión, el control automático de nivel y la absorción de choques, reduciendo los saltos y vibraciones que se producen el desplazarse el tractor por

suelos irregulares. El puente admite una oscilación de 10°, siendo el recorrido de los cilindros laterales de +/- 40 mm. La función de bloqueo permite un control preciso y facilita el montaje de los aperos frontales.

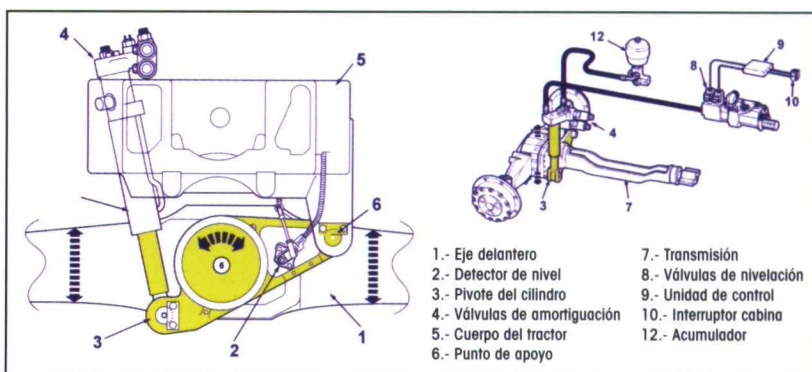
Asimismo New Holland incluye en su oferta la suspensión activa en el eje delantero Terraglide™ II Activo™ para la Serie T7000, desconectable por el usuario, que se



CARRARO Y DANA CORPORATION HAN DESARROLLADO SUSPENSIONES INTEGRADAS EN EL EJE DELANTERO O EN CADA UNA DE LAS RUEDAS DE DICHO EJE

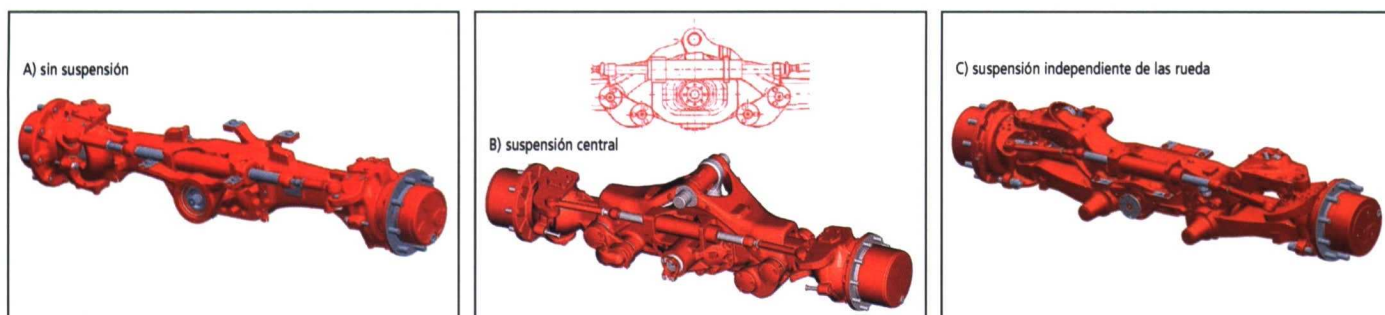


FIGURA 9.- SUSPENSIÓN TERRAGLIDE II DE NEW HOLLAND



Esta misma línea es seguida por Fendt para los tractores compactos, como el Farmer 200, en el que se utiliza un elemento amortiguador hidroneumático regulado por nivel, que admite el bloqueo en caso necesario, accionando un pulsador situado en el tablero de mando del puesto de con-

FIGURA 10.- EJES DELANTEROS DE CARRARO SpA



conecta automáticamente cuando se superan los 12 km/h, y que mantiene el concepto de apoyo en tres puntos. Un acelerómetro situado en la delantera del tractor determina la aceleración vertical del frontal del tractor, y se modifica la geometría de la suspensión tomado en consideración las diferentes causas que producen el cabeceo, como los movimientos del elevador posterior, el cambio de marchas, la aceleración y el frenado. Un potenciómetro informa a la unidad de control que ocupa el eje en cada momento, admitiendo un recorrido total de 100 mm.

El cilindro que fija la posición relativa del eje con respecto al cuerpo del tractor se alimenta desde un conjunto de válvulas de nivelación controladas por un microprocesador que recibe la señal del acelerómetro, e incluye un acumulador hidroneumático. Las válvulas de elevación y amortiguación están situadas sobre en la parte delantera del tractor.

Suspensiones integradas en el eje o en cada una de las ruedas del eje delantero.

Han sido Carraro SpA y Dana Corporation algunos de los fabricantes que ha desarrollado este producto para el eje delantero que utilizan diferentes marcas de tractores, como Massey Ferguson (sistema Quadlink en tractores MF 6200/6800), Case IH/Steyr CVX y Landini.

Se ofrecen dos alternativas (Figura 10):

- Suspensión situada entre el punto de unión del eje delantero con al tractor (B), sobre la base de un cilindro hidráulico central y



LAS SUSPENSIONES DE BRAZOS INDEPENDIENTE EN CADA RUEDA COMIENZAN A UTILIZARSE EN LA SERIE 8020 DE JOHN DEERE Y SE MANTIENE EN LA 8030



FIGURA 11.- SUSPENSIÓN DE BRAZOS INDEPENDIENTES (JOHN DEERE)



una estructura articulada dos bie-las a cada lado, unidas por la parte baja al eje, y por la alta a la parte superior del cilindro amortiguador.

- Suspensión independiente en cada una de las ruedas del eje delantero apoyadas en el cuerpo central del eje (C).

Utilizando estas opciones es posible, para el cada modelo de tractor, suministrar el producto que demanda el usuario, manteniendo los componentes estandarizados.

Suspensiones de brazos independiente en cada rueda

Comienzan a utilizarse con la puesta en el mercado de los tractores John Deere de la serie 8020, que mantiene en la serie 8030, cuando se ofrece la versión para 50 km/h, y se incluye de serie en los tractores de mayor potencia de esta serie, admitiendo que se puedan utilizar ruedas duales en

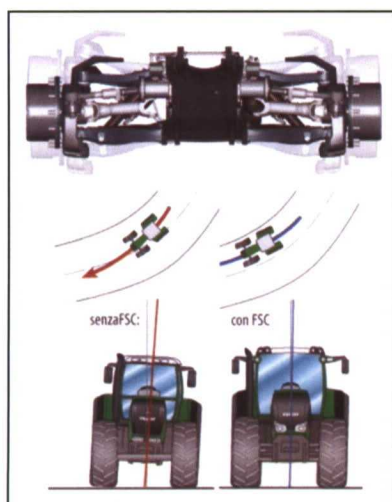
el eje delantero. Se comercializa con la denominación ILS (Independent-Link Suspension). Es una suspensión delantera pasiva que utiliza un sistema de trapecios compensados apoyados sobre cilindros hidráulicos con acumuladores de nitrógeno y aceite que amortiguan las oscilaciones, con un recorrido de 25 cm (10 pulgadas).

El sistema de autonivelación, complementario del sistema de suspensión, restablece la posición central de altura del eje cuando se producen variaciones de la carga. El sistema de nivelación está controlado por dos sensores situados en los trapecios superiores de suspensión; si se produce subida o bajada simultánea en ambos lados durante un periodo de tiempo, se genera una señal de autonivelación. Se complementa con un sistema de suspensión activa para el asiento.

También Fendt en el modelo 936 Vario utiliza una suspensión in-



FIGURA 12.- SUSPENSIÓN DE BRAZOS INDEPENDIENTES (FENDT) CON ESTABILIZADOR DE CABINA



dependiente en las ruedas del eje delantero con control automático de nivel y sensores en ambos lados, y 300 mm de recorrido. Se completa con una suspensión en tres puntos para la cabina (uno delantero y dos traseros), que dispone de un control de estabilidad FSC, que utiliza aire comprimido, y que se activa automáticamente, en función de la velocidad, para estabilizar el tractor mediante movimientos de oscilación lateral.

Suspensión neumática para el eje delantero

Valtra introduce una suspensión en sus tractores que se dife-

rencia de los demás fabricantes por la incorporación de un sistema de amortiguación neumática (suspensión Aires). El eje delantero se apoya en un bastidor articulado en la parte trasera sobre el cuerpo del tractor y en la parte delantera sobre cojines neumáticos, con ± 50 mm de recorrido y que

se puede bloquear, e incluye amortiguadores convencionales entre el bastidor y el eje suspendido.

Como complemento de la suspensión neumática en el eje delantero se ofrece una cabina dotada de suspensión, que puede ser semiactiva. ■

FIGURA 13.- SUSPENSIÓN NEUMÁTICA DEL EJE DELANTERO (VALTRA)

