

VIBRACIONES MECÁNICAS EN EL PUESTO DE CONDUCCIÓN DE LOS TRACTORES AGRÍCOLAS

Parte 2.- El asiento en los tractores y sus sistemas de suspensión

El asiento es otro elemento esencial en el tractor, al ser el órgano de enlace entre el hombre y la máquina. Los usuarios demandan un mayor confort en el puesto de conducción, para lo cual resulta decisivo, junto a los neumáticos y los sistemas de suspensión.

LUIS MÁRQUEZ

Para aislar al conductor de los tractores agrícolas de las vibraciones nocivas que recibe como consecuencia del movimiento del tractor, en primer lugar se encuentran los neumáticos por su gran dimensión y flexibilidad (baja presión de inflado), pero su efecto filtrante es insuficiente. A esto le siguen las suspensiones primarias y las suspensiones de cabina, que solo están presentes en una minoría de los tractores en uso. Por ello, es el asiento el que tiene que conseguir que la vibra-



ción recibida por el conductor esté dentro de límites aceptables para que no afecten a su salud.

El asiento es, por tanto, un elemento esencial en el tractor, ya que al ser el órgano de enlace entre el hombre y la máquina, debe,

por una parte, proporcionar una posición confortable conforme a lo que exige el trabajo, y, por otra, proteger al hombre de las vibraciones y sus efectos. Debe existir una correlación entre el vehículo y el asiento que se debe utilizar.

Características del asiento adecuado

Un asiento debe disponer de una fijación rígida, un sistema de suspensión adaptado al tipo de vehículo y unas dimensiones adecuadas, para situarlo en un entorno amplio que facilite la conducción y haga accesible a las regulaciones, que permiten ajustarlo a los diferentes tipos de conductores (ajuste en altura y desplazamiento antero-posterior, rigidez de la suspensión, inclinación del sillín y del respaldo, y adaptación al peso del ocupante).

Tipos de suspensiones

Cualquier suspensión de asiento comprende una parte fija, que es la que une el asiento a la base de la cabina del tractor, una parte móvil, unida a la parte fija por un mecanismo de guía adaptado al recorrido de la suspensión y al espacio disponible, y un conjunto de resortes y amortiguadores que son los componentes esenciales de la suspensión.

Se puede establecer dos categorías: asientos con sistemas de suspensión compacta y de suspensión normal. En estos últimos se puede sustituir el sistema mecánico de suspensión por un sistema neumático.

Las suspensiones mecánicas

Se basan en el empleo de resortes que pueden actuar a tracción o a compresión, barras de torsión metálicas o con elastómeros, ballestas, etc.

La cinemática de los mecanismos que lo componen se adapta a la rigidez que se exige en la suspensión, al espacio disponible, a la reducción de movimiento según el eje longitudinal, y también al coste de las diferentes soluciones.

En los asientos con suspensión compacta la carrera de la misma queda limitada a 3-4 cm. Suelen utilizar una articulación en la parte delantera y un muelle situado en el respaldo o una ballesta

FIGURA 1.- ASIENTOS CON SUSPENSIÓN COMPACTA

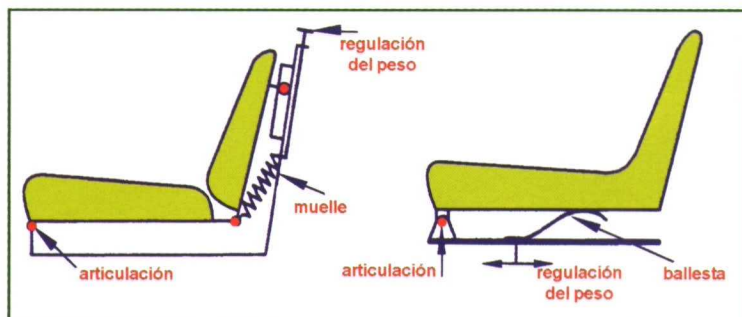
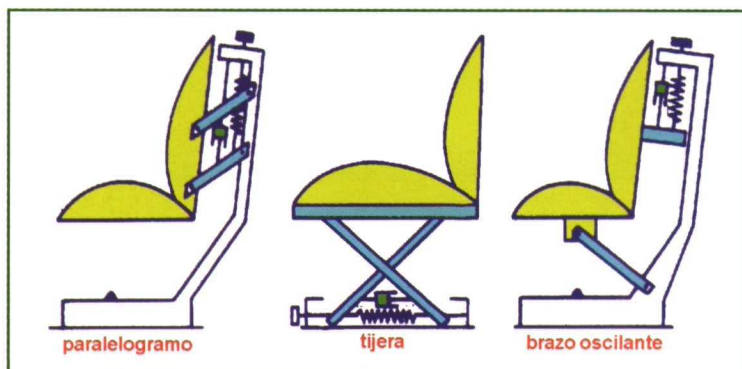


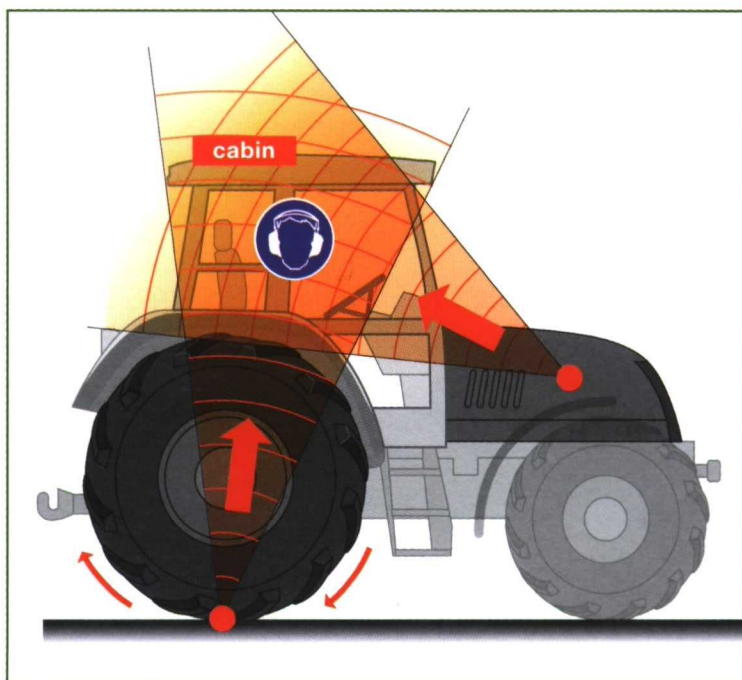
FIGURA 2.- ASIENTOS CON SUSPENSIÓN NORMAL

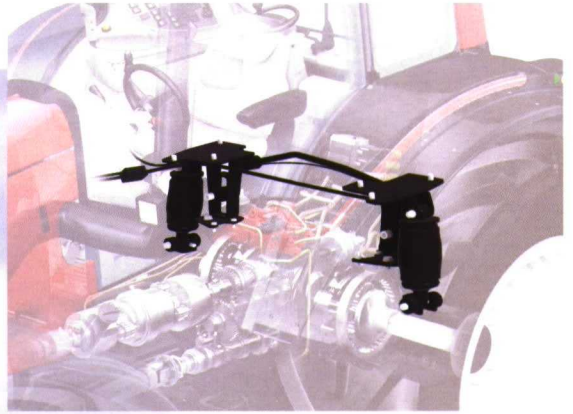


debajo del asiento, y no suelen incorporar amortiguadores. Suelen permitir la inclinación del respaldo y el ajuste en función del peso del ocupante. Son los asientos que se utilizan en las segadoras de césped autopropulsadas y mini-tractores.

En los asientos de suspensión con recorrido normal, este recorri-

do es superior a 4-5 cm, desplazándose sillín y respaldo con un movimiento casi vertical como consecuencia de una suspensión diseñada con articulaciones del tipo paralelogramo deformable, tijera o brazo oscilante. Los resortes que ejercen las fuerzas sobre el mecanismo se pueden situar en el respaldo o bajo el sillín.





Valtra Autoconfort

Las suspensiones neumáticas

En estos asientos se sustituyen los resortes mecánicos por un colchón neumático que aumenta o disminuye su altura modificando el contenido de aire (Figura 3). Para ellos se necesita utilizar un compresor, que se controla mediante un distribuidor pilotado (3), el cual permanece cerrado cuando el colchón neumático está a la mitad de su recorrido, lo que corresponde con la posición media de funcionamiento del asiento. Tiene la ventaja respecto a la suspensión mecánica que se puede automatizar la regulación en peso, actuado sobre el mando correspondiente, o solo por sentarse sobre el asiento. Tiene como desventaja la necesidad de incluir un pequeño compresor, que se suele situar por debajo del asiento, pero cada vez es más frecuente la utilización de

suspensiones neumáticas en los asientos de los tractores de gama media y alta.

Principios de funcionamiento de la suspensión del asiento

El conjunto del conductor sentado en el asiento con suspensión se corresponde con el esquema de la Figura 4. El conductor y la parte suspendida del asiento se representa mediante la masa (M), entre la parte fija y la parte móvil se incluye un resorte (K) y un amortiguador (C).

Si la base en la que se apoya el sistema de suspensión se somete a un movimiento sinusoidal del tipo:

$$A = A_0 \times \text{sen}(\omega t)$$

Donde w es la pulsación ($\omega = 2\pi/T = 2\pi \times f$) expresada en rad/s, con T igual al periodo en segundos de la oscilación sinusoidal y f la frecuencia, la masa del conjunto que forman el conductor y la parte suspendida del asiento se desplaza, en régimen permanente, según otra función de tipo sinusoidal:

$$X = X_0 \times \text{sen}(\omega t - \varphi)$$

Siendo φ el ángulo de desfase entre la excitación y la respuesta del sistema.

Cuando el coeficiente de amortiguación es nulo, la frecuencia propia de oscilación del sistema (frecuencia de resonancia) se obtiene de la expresión:

$$f_n = 1 / 2\pi \times \sqrt{K / M}$$

Siendo: K la rigidez del resorte (N/m) y C el coeficiente de amortiguación (N.s/m)

En la Figura 4 se observa que al modificar la frecuencia de excitación la amplitud de respuesta del sistema alcanza un valor máximo, que corresponde a la frecuencia de resonancia (f_r) del sistema, que es tanto mayor a medida que lo hace la rigidez del resorte y se reduce la masa suspendida.

Cuando la frecuencia de vibración en la excitación es superior a $\sqrt{2}$ veces la frecuencia de resonancia (frecuencia de corte = f_c) la transmisibilidad se hace menor de 1, y la suspensión del asiento ac-

FIGURA 3.- ESQUEMA DE LA SUSPENSIÓN NEUMÁTICA DEL ASIENTO

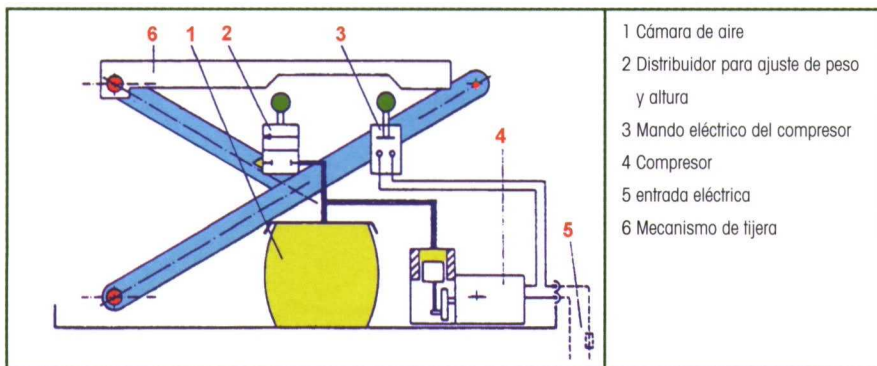
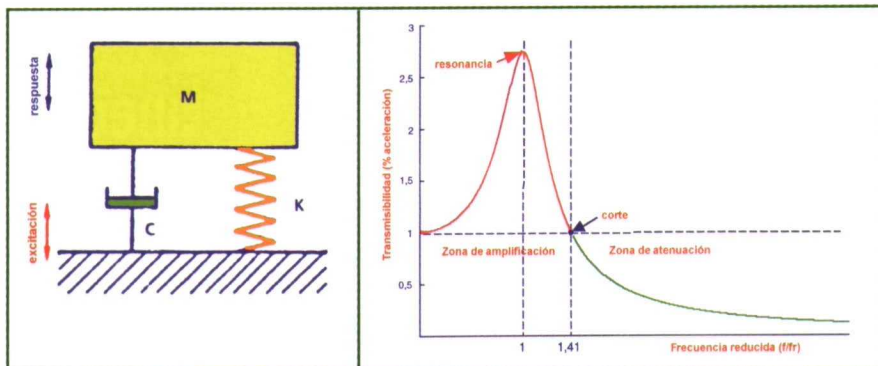




FIGURA 4.- RESPUESTA DE UN SISTEMA CONDUCTOR-ASIENTO



túa como atenuadora de la vibración producida en la base.

En consecuencia, la suspensión solo produce reducción de las vibraciones en un intervalo de frecuencias, lo que equivale a decir que cada suspensión se caracteriza por lo que se define como frecuencia de corte (f_c) que es aquella por encima de la cual actúa como reductora de las vibraciones. Por debajo de esta frecuencia amplifica las vibraciones que le llegan. Así, la suspensión del asiento debe elegirse de manera que su frecuencia de corte esté por debajo de la frecuencia dominante en el piso de la cabina.

Hasta ahora se ha considerado que la amortiguación de la suspensión era nula. En el caso de que la amortiguación tomara valores crecientes, la transmisibilidad del movimiento a la parte suspendida se modifica para las diferen-

tes frecuencias de excitación como se indica en la Figura 5 en la que se presenta la transmisibilidad absoluta en ordenadas (X_0/A_0) en función de la frecuencia reducida (f/f_c), para diferentes valores del coeficiente de amortiguación ($\xi = C/2 \sqrt{K/M}$).

Se observa que la amplitud máxima se obtiene a una frecuencia de resonancia:

La suspensión del asiento debe elegirse de manera que su frecuencia de corte esté por debajo de la dominante en el piso de la cabina

$$f_r = f_n \sqrt{1 - \xi^2}$$

y que el efecto amplificador se reduce a medida que aumenta el coeficiente de amortiguación, mientras que aumenta en la zona de atenuación (frecuencia mayor que la de corte).

Una suspensión de asiento sigue las mismas leyes físicas, por lo que su frecuencia de corte debe ser inferior a la frecuencia dominante de excitación considerando el peso del conductor más ligero. ■

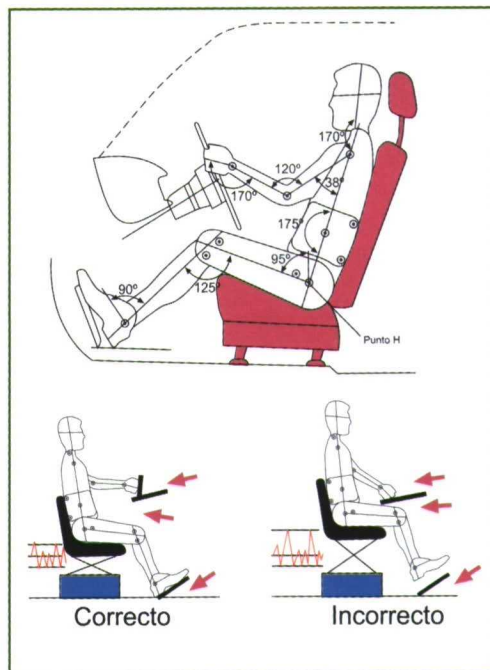


FIGURA 5.- TRANSMISIBILIDAD ABSOLUTA DE UNA SUSPENSIÓN PARA DIFERENTES VALORES DE AMORTIGUACIÓN

