

## Regulación electrónica del sistema elevador de los tractores

● JACINTO GIL SIERRA. Departamento de Ingeniería Rural. Madrid

El enganche tripuntal de los tractores hace que el apero y el tractor se unan de forma casi solidaria, formando un solo cuerpo articulado en el que el apero puede variar su altura respecto al tractor de forma ágil y hasta inteligente.

Los brazos elevadores sitúan los aperos a la altura o profundidad de trabajo deseada, varían esa profundidad al cambiar las condiciones de trabajo y los elevan para desplazarse con facilidad por los caminos o girar ágilmente en las cabeceras.

Fue en 1935 cuando Harry G. Ferguson diseñó el sistema elevador hidráulico de tres puntos del cual deriva el que se difundió en todas las marcas de tractores y ha llegado hasta nuestros días. El aspecto más genial del invento era que todo aumento del esfuerzo de tracción modificaba la posición de un mecanismo formado por varias barras articuladas; las barras del mecanismo actuaban sobre un distribuidor hidráulico, el cual hace que los brazos suban levantando el apero. Pasada la sobrecarga, el apero vuelve a su posición anterior.

Con los años se perfeccionó el mecanismo, consiguiendo que el sistema elevador realice correctamente el llamado control de posición y el control de esfuerzo. Con estos controles se consigue que el apero se mantenga a una altura determinada o varíe su altura cuando cambia la resistencia del terreno para transmitir al tractor un esfuerzo de tiro prefijado a voluntad. Los brazos cambian de posición sobre la marcha o permanecen fijos para mantener en todo momento esos valores de posición o de esfuerzo y reproducirlos exactamente cuando se hayan alterado para hacer un giro u otra maniobra.

El problema para mantener esta relación inteligente entre el tractor y el apero es disponer de la información eficaz de la posición o el esfuerzo de tiro, y transmitir esa información hasta la válvula que envía aceite al cilindro hidráulico para que los brazos suban o bajen.

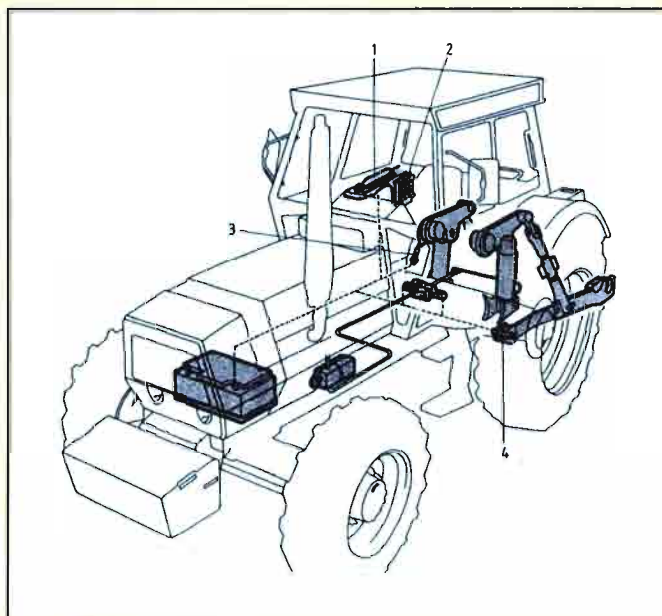


Fig. 1. Situación sobre el tractor de los principales elementos que intervienen en la regulación electrónica de la posición de los brazos elevadores.

Hasta hace algunos años, solo había dispositivos mecánicos para captar y transmitir esa información. Las órdenes llegaban a la válvula distribuidora a través de un conjunto de varillas articuladas, de modo semejante a como fue concebido por Ferguson. Los tractores tenían dos conjuntos de varillas cuya posición variaba al hacerlo la altura de los brazos y el esfuerzo de tiro, incidiendo sobre la válvula distribuidora las varillas finales de cada conjunto. A su vez, las palancas de mando del conductor también actuaban sobre esas varillas. El efecto combinado de la orden dada por el conductor a través de las palancas de mando y de la posición o esfuerzo detectado por las varillas hace que los brazos elevadores tengan en cualquier circunstancia la posición deseada.

### Brazos elevadores electrónicos

La técnica evoluciona y hasta tiene modas. Una de las disciplinas que ha tenido un desarrollo vertiginoso en los últimos tiempos y ha conquistado el mundo ha sido la electrónica (la otra ha sido la informática, que también ha llegado a los tractores aunque no es objeto

de este artículo). Desde hace unos diez años se ha ido generalizando la regulación electrónica de los brazos elevadores. La regulación electrónica consiste en que tanto la palanca de mando del tractorista como los sensores de posición o esfuerzo de tiro, lo que generan no es el movimiento de un conjunto de varillas, sino corrientes eléctricas que se superponen o contraponen para que llegue la orden adecuada a la válvula distribuidora de aceite. En la válvula de aceite hay electroimanes que, al recibir la corriente eléctrica oportuna, se activan y deslizan haciendo que entre o salga aceite en el cilindro elevador. Por tanto, la regulación electrónica lo que hace es sustituir el conjunto de varillas articuladas por sensores y cables eléctricos.

Cada vez son más los tractores que llevan instalado este nuevo sistema. Se empezó a ofrecer en los modelos de mayor potencia y ha ido ganando terreno hacia potencias cada vez más bajas. La penetración de la electrónica en la regulación de los brazos elevadores no se debe solo a una moda, sino que tiene algunas ventajas sobre la regulación mecánica como son:

- Mejor calidad de la regulación gracias a la determinación exacta de los valores reales de posición y esfuerzo.
- Transmisión de la información instantáneamente y sin pérdidas.
- Mejor adaptación a todos los suelos.
- Mayor comodidad de manejo.
- Diferentes posibilidades de control mixto (posición y esfuerzo a la vez).
- Se dispone también de control de patinaje (además de los de posición y esfuerzo).
- Posibilidad asimismo de montar una regulación externa.

Los elementos básicos que componen el sistema de regulación electrónica se destacan en la fig. 1, y son:

- Panel de mandos (1). Se instala generalmente a la derecha del conductor y

# INFORME

sirve para ajustar y controlar todos los modos de regulación y valores deseados de altura, esfuerzo o patinaje.

- Caja electrónica (2). A ella llegan, en forma de corriente eléctrica, los valores establecidos en el panel de mandos y los valores medidos por los sensores, y según el resultado de estas corrientes, activa adecuadamente los electroimanes del distribuidor de aceite.

- Sensor de posición (3). Roza con una leva montada en el eje del brazo elevador superior.

- Sensor de esfuerzo (4). Es el bulón a través del cual los brazos elevadores inferiores se enganchan al cuerpo del tractor. Convierte las fuerzas de tiro en señales eléctricas.

En la **fig. 1** también están destacados, aunque sin numerar, la batería del tractor y parte del sistema hidráulico que alimenta al cilindro de elevación.

## Conexión electrónica

En la **fig. 2** se puede ver un esquema más detallado de casi todo el sistema, y los cables de conexión de los elementos

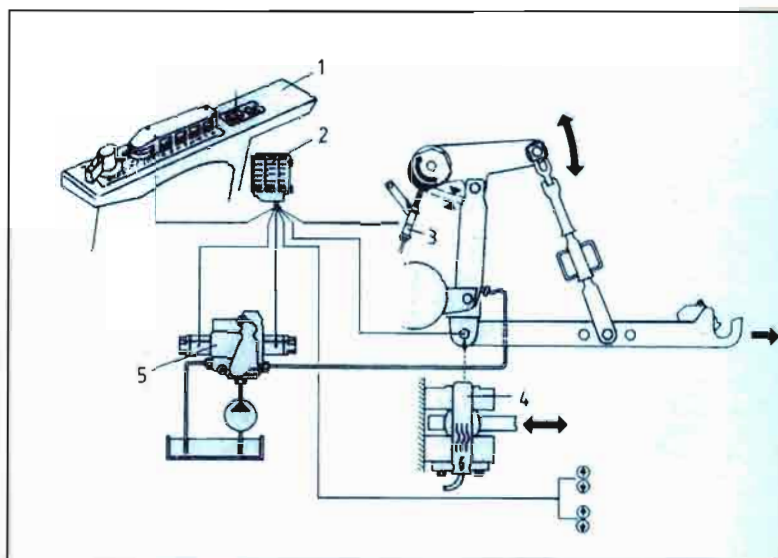
electrónicos entre sí y con los electroimanes del distribuidor de aceite (5). Según sea la corriente resultante que llegue al distribuidor (5), así se enviará aceite o regresará del cilindro para que éste haga subir o bajar a los brazos elevadores.

El panel de mandos tiene ruedecillas y botones para fijar la modalidad de trabajo, los valores deseados de posición, esfuerzo y patinaje, la velocidad con que los brazos ascenderán o descenderán cada vez que deban corregir su posición, etc. Un mazo de cables lo conecta

La caja electrónica recibe del panel de mandos los valores fijados de posición, esfuerzo o patinaje, en forma de tensiones eléctricas. Compara esas tensiones con

las que llegan de los sensores y, si los valores fijados difieren de los medidos en cada momento, envía señales a los electroimanes del distribuidor de aceite.

El sensor de posición puede verse más detallado en la **fig. 3**. Una leva instalada



**Fig. 2.** Conexión entre los diversos elementos electrónicos y los electroimanes del distribuidor de aceite.

CONTROL CLIMATICO

*Nebulizador para la propagación de plantas.*

*Control climático en invernaderos y granjas.*

El DAN FOGGER ha sido diseñado para obtener las condiciones óptimas de temperatura y humedad para el crecimiento de plantas.

Las boquillas intercambiables se reemplazan fácilmente y están disponibles en: 0.7, 1.1 y 1.3 mm.

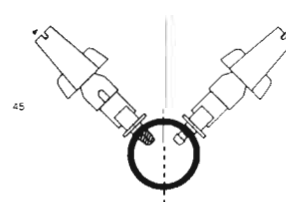
La presión recomendada es de 4 Bar. También está disponible en los caudales: 7, 14 y 21 l/h. El tamaño de la gota a esa presión es de 100 micras.

Gracias a su fácil diseño puede ser conectado a cualquier tubería de P.E., PVC. o aluminio.



## DAN FOGGER

DAN SPRINKLERS



**Regaber**

Rafael Riera Prats, nave 6  
08339 VILASSAR DE DALIT (Barcelona)  
Tel.: (93) 753 12 11 - Fax: (93) 750 85 12  
Télex: 59229 RGRB E

en el eje del brazo elevador superior roza con el extremo del sensor, haciendo que una pieza metálica se introduzca en él más o menos. Según sea la longitud que se introduce esta pieza metálica, las bobinas que hay en el interior del sensor enviarán a la caja electrónica una señal eléctrica variable en función del ángulo girado por los brazos elevadores.

Una de las ruedecillas del panel de mandos sirve para hacer que la regulación fijada sea de posición (mantener constante la misma altura de los brazos elevadores) o de esfuerzo (mantener siempre la misma fuerza de tiro). Situando la ruedecilla en cualquier posición intermedia entre las correspondientes a posición y esfuerzo, se obtiene un control mixto donde la proporción de control de posición varía entre el 100% y el 0%, en tanto que el control de esfuerzo varía entre 0% y 100% respectivamente. Se consigue amortiguar en cualquier proporción los vaivenes de ascenso y descenso de los brazos cuando varía la resistencia del terreno.

## Control de patinaje

En el panel de mandos también hay una tecla o botón para fijar como modalidad de trabajo el control de patinaje. El patinaje se determina por la diferencia entre la velocidad teórica y la real. La velocidad teórica se conoce a través de la velocidad de giro de las ruedas motrices, en tanto que la velocidad real se capta a través del radar. Los sensores encargados de medir estas dos variables (giro de las ruedas motrices y señal del radar) producen una corriente eléctrica cuya tensión es proporcional al patinaje del tractor. Tra-

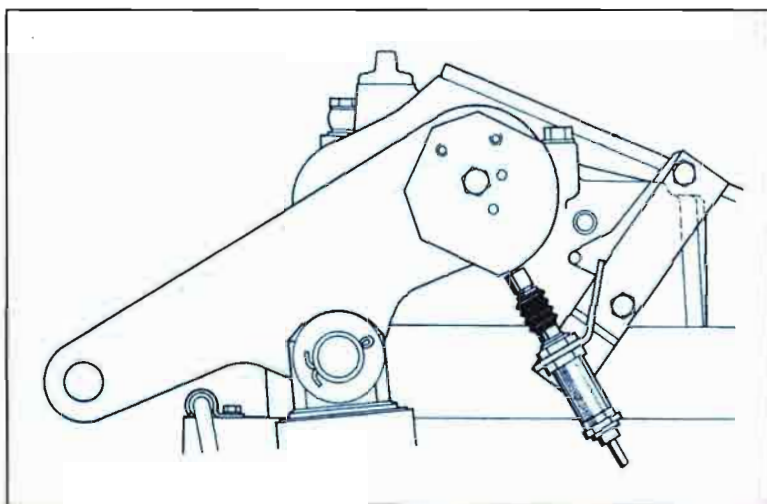


Fig. 3. Detalle del sensor que detecta la posición de los brazos elevadores y lo convierte en una señal eléctrica.

bajando en la modalidad control de patinaje, los brazos elevadores subirán cada vez que el patinaje medido sea superior al fijado en el panel de mandos. La regulación de patinaje también se puede atenuar introduciendo cualquier proporción (entre 0% y 100%) de regulación de posición, consiguiendo que los vaivenes de los brazos no sean muy bruscos aunque el patinaje de las ruedas varía continuamente.

Otra de las ventajas de la regulación electrónica sobre la mecánica es que se pueden instalar botones de mando en el guardabarros trasero. Con la regulación mecánica sería imposible tener un conjunto de varillas que llegaran hasta el exterior del guardabarros, pues las varillas y la rueda se estorbarían mutuamente. Los tractores con regulación electrónica tienen en uno o los dos guardabarros traseros unos botones como los de la fig. 4. Al pulsarlos, un cable lleva un impulso eléctrico hasta los electroimanes del distribuidor de aceite, haciendo que entre o salga aceite en el cilindro para que los brazos suban o bajen. Se dispone, así, de

la posibilidad de hacer ascender o descender los brazos a voluntad mientras el tractorista está tras el tractor enganchando un apero, logrando la coincidencia entre la altura de los brazos y la de los puntos de enganche del apero.

Con la regulación electrónica también se suele ofrecer como opción la regulación externa. Esto es de gran utilidad cuando se trabaja con aperos de gran longitud en los que algún órgano de trabajo debe mantener una altura muy precisa sobre el terreno (por ejemplo, descoronadoras de remolacha).

Para poder efectuarse la regulación externa, hay que situar una caja electrónica complementaria (número 1 en la fig. 5) y un sensor que mida la variable que se quiere regular. En el caso de la fig. 5, el sensor está marcado con el número 2, y origina una corriente eléctrica en función de la distancia que un palpador u otro órgano de la máquina tenga respecto al terreno. El sensor envía la señal a la caja 1 y, de aquí, llega a los electroimanes del distribuidor de aceite la orden de ascender o descender los brazos. Por supuesto, si se trabaja con la modalidad de regulación externa, quedan temporalmente desconectadas las otras posibles regulaciones de los brazos elevadores.

Al presentarse cualquier avería en los brazos elevadores y éstos no se muevan o lo hagan defectuosamente, lo primero que hay que averiguar es si la avería es de origen eléctrico o hidráulico. Esta comprobación se realiza accionando directamente los electroimanes del distribuidor, para comprobar si el sistema hidráulico responde o no. ■



Fig. 4. Botones de mando en el guardabarros posterior para hacer subir o bajar a voluntad los brazos elevadores.

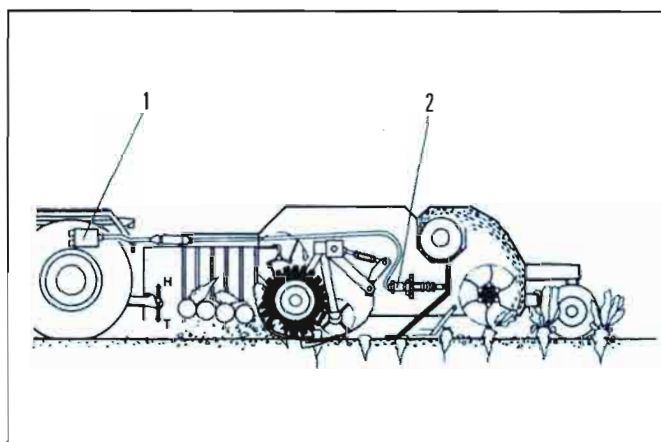


Fig. 5. Elementos complementarios del sistema de regulación electrónica que efectúan la regulación externa de altura de algún órgano del apero.