

27
28



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

"CUAUTITLAN"

**LA TOMA DE FUERZA COMO UNIDAD DE
POTENCIA EN LOS TRACTORES AGRICOLAS**

T E S I S

Que para obtener el Título de:

INGENIERO AGRICOLA

P r e s e n t a:

RAUL QUIROZ MORA



Director de Tesis:

ING. EDUARDO GARCIA DE LA ROSA

1 9 8 8

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

C O N T E N I D O

	Página
INDICE DE TABLAS _____	IV
INDICE DE FIGURAS _____	V
I. INTRODUCCION _____	1
II. REVISION DE LITERATURA _____	5
2.1. LA TOMA DE FUERZA EN TRACTORES AGRICOLAS__	5
2.1.1. La toma de fuerza como mecanismo__	5
2.1.2. Tipos de toma de fuerza _____	7
2.1.3. Implmentos accionados por la TDF__	11
2.2. LA TOMA DE FUERZA COMO UNIDAD DE POTENCIA__	13
2.2.1. Concepto de trabajo, potencia y torque _____	13
2.2.2. Unidades de medición _____	16
2.2.3. Medición de potencia _____	16
2.2.4. Aparatos de medición de potencia__	18
2.2.5. Potencia a la toma de fuerza _____	21
2.2.6. Método de prueba de potencia para la TDF _____	23

	Página
2.3. NORMALIZACION DE LA TOMA DE FUERZA _____	29
2.3.1. Factores que inducen a la normali - zación _____	29
2.3.2. La normalización de la TDF en Mé -- xico _____	31
2.4. SISTEMA DE TOMA DE FUERZA DEL TRACTOR	
FORD 6600 _____	44
2.4.1. Partes y funcionamiento _____	44
2.5. OPERACION DE IMPLEMENTOS CON LA TOMA DE FUERZA _____	48
2.5.1. Operación de implementos con barra de transmisión _____	48
2.6. REGLAS DE SEGURIDAD AL OPERAR CON TDF _____	56
2.6.1. Protección _____	56
2.6.2. Atrapamiento con la TDF _____	57
2.6.3. Ejes rotos o separados _____	57
2.7. MANTENIMIENTO _____	59
CONCLUSIONES _____	60
RESUMEN _____	64
BIBLIOGRAFIA _____	67

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Tipos de toma de fuerza _____	32
2. Dimensiones de la TDF tipo 1 _____	33
3. Dimensiones de la TDF tipo 2 _____	33
4. Dimensiones de la TDF tipo 3 _____	34
5. Localización de la barra de tiro y la TDF _____	38
6. Dimensiones del escudo de protección _____	40

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Tres tipos de TDF _____	12
2. Freno prony _____	19
3. Máxima potencia mecánica esperada del tractor sobre concreto _____	22
4. Toma de fuerza tipo 1 _____	32
5. Toma de fuerza tipo 2 _____	35
6. Toma de fuerza tipo 3 _____	36
7. Localización de la barra de tiro y la TDF _____	38
8. Radio de acción de la TDF _____	39
9. Escudo de protección _____	40
10. TDF independiente del tractor FORD 6600 _____	43
11. Conjunto de embrague de TDFI FORD 6600 _____	46
12. Articulaciones en pares _____	52

I. INTRODUCCION

El tractor agrícola como sustituto de potencia animal y humana, tiene actualmente variadas aplicaciones, una fundamental, es la de proporcionar movimiento de rotación a través de la toma de fuerza que posee para impulsar máquinas agrícolas.

Existen distintas condiciones de trabajo en el campo, implementos que requieren un manejo especial, así como diferentes disposiciones del sistema de toma de fuerza para operar dichos implementos.

En nuestro país, el uso de la toma de fuerza es amplio, sin embargo, no se aprovecha al máximo por el desconocimiento de los aspectos fundamentales referentes al mismo, por ejemplo:

En otras naciones, la realización de pruebas a tractores es una acción importante para verificar la calidad de la máquina; en México, apenas se hacen los intentos por establecer el Centro Nacional de Pruebas y Diseño de Maquinaria y Equipo Agrícola,

Institución mediante la cual se pretende cubrir esta necesidad - que se dificulta por tener que recurrir en la mayoría de los casos a asesoría del extranjero por las escasas referencias presentes en el país.

Así mismo, es conveniente señalar que en lo referente a la normalización del eje de salida de toma de fuerza, así como de otras partes del tractor o equipo agrícola, se siguen los lineamientos establecidos a nivel mundial, sin que se tenga participación activa en la elaboración de las normas por el poco interés que hasta el momento se ha tenido en México al respecto.

A problemas de tal magnitud, se unen otros de carácter más práctico, tal es el caso de la operación deficiente que hacen -- los operadores de la maquinaria al usar la toma de fuerza, ya -- que se dejan llevar por simples suposiciones, la mayoría de los casos empíricas, sin detenerse a pensar realmente en los efectos negativos que podría traer la mala utilización de esta parte del tractor.

Por otra parte, los accidentes acaecidos por ignorar los -- principios fundamentales de operación son numerosos.

Una labor elemental al trabajar con la maquinaria agrícola -- es la relacionada con el mantenimiento que reciben las unidades

de trabajo, lo cual en nuestro país se efectúa de manera deficiente, trayendo como consecuencia el deterioro acelerado de las máquinas. La toma de fuerza como componente de los tractores agrícolas no escape a esta situación.

En el presente trabajo, se tratan temas relacionados con la toma de fuerza, tales como: Descripción general, método de determinación de potencia a través del eje de salida de dicha parte del tractor, sus normas de diseño, algunas consideraciones básicas de operación, reglas de seguridad y mantenimiento.

Bajo tales condiciones, se pretende dar margen para iniciar investigaciones posteriores en torno a este tema, pues cada uno de los capítulos incluidos aquí, por sí solos pueden ser ampliados en buena proporción y ser presentados en el futuro como tesis individuales y se impulse el análisis, no solamente de la toma de fuerza del tractor, sino de toda la maquinaria agrícola utilizada en el campo, para de tal forma crear interés en el área de ingeniería agrícola.

Es así como se plantean los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL:

Destacar la importancia que tiene el sistema de toma de fuerza del tractor al accionar máquinas y equipo agrícolas para la rea-

lización de diferentes operaciones en el campo.

OBJETIVOS ESPECIFICOS;

1. Hacer una breve descripción de los tipos de toma de fuerza existentes.
2. Describir el método de determinación de potencia de los tractores agrícolas a partir del eje de salida de toma de fuerza, aparatos de medición y su interpretación matemática.
3. Analizar las normas de diseño relacionadas con la toma de fuerza.
4. Describir el sistema de toma de fuerza independiente de un tractor agrícola.
5. Establecer algunas condiciones básicas de operación, reglas de seguridad y mantenimiento más comunes.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. LA TOMA DE FUERZA EN TRACTORES AGRICOLAS

2.1.1. La toma de fuerza como mecanismo

Existen tres formas principales de transmitir una fuerza: Por fricción, por engranajes y por líquidos.

La transmisión por fricción consiste en juntar una superficie con otra para proporcionarle movimiento. Ejemplo clásico de transmisión por fricción lo constituyen las poleas y correas comunes.

La transmisión por engranajes es la más usada para transmitir fuerza de un elemento a otro. Cuando entran en contacto ambos elementos, se dice que establecen una posición de toma.

La transmisión por cadena no es más que una variante de la transmisión por engranajes. En este caso, las ruedas dentadas no

permanecen en posición de toma, pero se encuentran unidas por una cadena que no puede patinar.

La transmisión por líquidos implica la presencia de un líquido entre el elemento impulsor y el elemento impulsado para la transmisión de movimiento, ejemplos de ella son la rueda de molino y las transmisiones automáticas modernas.

La toma de fuerza (TDF) de los tractores agrícolas viene a ser un tipo de transmisión por engranajes, la cual desde su introducción ha proporcionado importantes beneficios por sus usos a los agricultores. Algunas fechas importantes relacionadas con la TDF son:

1915-1916. La TDF es introducida.

1927. La American Society of Agricultural Engineers (ASAE), adopta normas para la disposición de la TDF, que aunque había sido usada antes, era poco práctica por no haber uniformidad en dimensiones, velocidad y sentido de giro, lo que impedía el intercambio entre diferente marca de equipo.

1937-1941. Se adopta completamente la estandarización para normalizar la TDF.

1948. Aparece el primer tractor con TDF impulsada directa --

mente por el motor. Con un embrague separado, se promueve o se detiene la rotación de la TDF independientemente del embrague de la transmisión.

El avance tecnológico no se detiene, lo que trae como consecuencia la aparición de cada vez más perfeccionados componentes con la finalidad de obtener el mayor beneficio en todos los aspectos, situación a la que el sistema de TDF no ha escapado.

La TDF, "es un eje externo en la parte trasera del tractor que proporciona movimiento de rotación a implementos". [2]. A pesar de tal definición, no se debe descartar la posibilidad de encontrar una TDF en otra parte del tractor, como en la parte frontal o en las laterales. La TDF se puede utilizar con el tractor parado o en marcha, y en el último caso, la potencia del motor se reparte entre el accionamiento de la máquina y el movimiento del tractor e implemento sobre el suelo.

2.1.2. Tipos de toma de fuerza

Por la velocidad que alcanza el eje de salida de TDF, estas se agrupan en dos tipos:

A) TDF de 540 rpm; Eje ranurado de 6 estrías que desarrolla

540 giros en un minuto, impulsa implementos que requieren bajo cabalaje ubicados en un régimen menor de 70 H.P. -- Para alcanzar la velocidad de 540 rpm, generalmente el motor debe desarrollar un régimen de velocidad que oscile entre el 80 y 90% de su velocidad nominal. (10,20).

B) TDF de 1000 rpm: Eje de 20 o 21 estrías que desarrolla -- 1000 rpm; para impulsarla se requiere mayor potencia que la anterior pues mueve implementos más pesados y que requieren alto cabalaje; para lograr accionar el eje de -- TDF, se requiere el mismo porcentaje de régimen de velocidad del motor como en la TDF de 540 rpm. (10,21,22).

Cuando se desea cambiar la velocidad que proporciona el eje de salida, se puede optar por tres soluciones:

1. Cambiar el eje de salida que se encuentra montado por el que se desea instalar.
2. Instalar una caja de engranajes externa en caso de que no se pueda desmontar el eje de salida.
3. Existen tractores, sobre todo los de alto cabalaje que tienen los dos ejes dispuestos en un único tractor para usar el que más convenga. Es común encontrar en la parte trasera del tractor ambos ejes de salida por la distancia

vertical permisible entre el eje de TDF y el punto de enganche de la barra de tiro y ubicarlos dentro de las dimensiones establecidas por las normas estandarizadas a nivel mundial. (9).

Por su tipo de accionamiento, la TDF se clasifica en:

- A) TDF impulsada por la transmisión: También llamada dependiente, es una TDF que tiene como característica que la potencia del motor es transmitida tanto a la transmisión como a la TDF. La transmisión de potencia se detiene cuando el embrague es desconectado, por lo que tanto la transmisión como la TDF se detienen. La transmisión puede estar en cualquier engranaje o en neutral pero el eje de TDF se detiene cada vez que se desconecta el embrague; existen máquinas como las segadoras, empacadoras, etc; en las que la inercia del volante mueve el tractor hacia adelante cuando el embrague de la transmisión se desconecta, lo que se conoce como inversión de flujo de energía, ocurriendo que en lugar de que el motor impulse la transmisión, la inercia del implemento provoca el avance del tractor hacia adelante. Debido a esto, es conveniente la anticipada planeación de los virajes y paradas durante u-

na operación para no ser impelido por un efecto de tal --
naturaleza.

B) TDF continua o semiindependiente. En este, la potencia se transmite tanto a la transmisión como a la TDF. Un embrague maestro es provisto en este sistema. Dicho embrague -- también es conocido como embrague de dos etapas. Para -- accionarlo, se oprime el pedal del embrague hasta el fondo y se conecta la TDF con su palanca respectiva. Se suelta el pedal parcialmente para que funcione la TDF y posteriormente se suelta todo el pedal para que el tractor avance. Cuando se desea detener el avance, se lleva el pedal del embrague hasta la mitad de su carrera mientras -- que para detener la TDF se lleva hasta el fondo.

C) TDF independiente. La potencia para operar la transmisión y la TDF, se transmite a través de una transmisión y embrague de TDF independientes entre sí. El avance del tractor puede ser interrumpido sin detener el movimiento de -- la TDF o viceversa. Este tipo de TDF adquiere su impulso directamente del volante del motor y es accionada mediante un embrague propio el cual puede ser operado por una -- articulación mecánica o hidráulica; cuando la TDF incluye

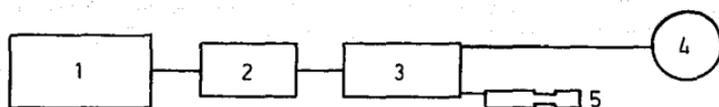
un freno, debe ser utilizado para detener el eje y no al implemento o máquina accionada por la TDF.

- D) TDF de velocidad relativa al suelo. En este tipo, la velocidad del eje de TDF se ve afectada por la velocidad de avance del tractor independientemente del engranaje de la transmisión que se emplee. La TDF se detiene cada vez que cesa el avance del tractor. (2,3,4,6,11,12,13,18,23).

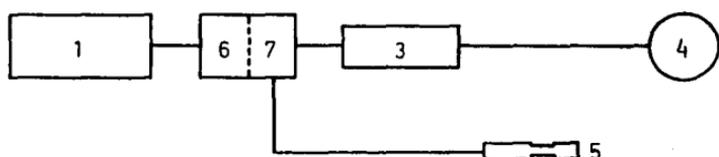
Cada uno de los tipos de TDF descritos tienen ventajas y desventajas derivadas de la disposición de sus componentes; así también sus propias condiciones de aplicación, aunque se tiende cada vez más a dotar los tractores con TDF independiente por ser considerado el más práctico. En la figura 1 se muestra un esquema general de los tres principales tipos de TDF de los tractores más comunes existentes en México.

2.1.3. Implementos accionados por la TDF

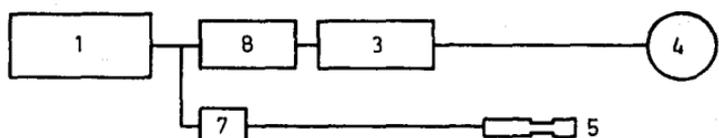
Algunos de los implementos accionados por la TDF pueden ser: Desvaradores, segadoras, fumigadoras, empacadoras, cosechadoras, -- picadoras de forraje, etc. Todos ellos cuando el tractor está en movimiento, mientras que cuando permanece inmóvil (estacionado),



A - Accionada por la transmisión



B - De funcionamiento continuo



C - TDF independiente

- | | |
|--------------------|----------------------------|
| 1. Motor | 5. TDF |
| 2. Embrague | 6. Embrague de transmisión |
| 3. Caja de cambios | 7. Embragues de TDF |
| 4. Ruedas | 8. Embrague del motor |

Figura 1 Tres tipos de TDF. Fuente: (12)

puede accionar molinos trituradores, bombas de agua, ventiladores, etc., para lo cual es necesario en algunas ocasiones, la adaptación de una polea transmisora. [12,25,27].

2.2. LA TOMA DE FUERZA COMO UNIDAD DE POTENCIA

2.2.1. Concepto de trabajo, potencia y torque.

Existen tres magnitudes fundamentales de medición usadas en el estudio de las máquinas agrícolas, ellas son: fuerza, distancia y tiempo. Otras tantas son utilizadas, pero la gran mayoría se deriva de las antes mencionadas.

Fuerza [F]. Como fuerza se conoce a la acción mediante la cual se induce al movimiento o cambio de posición a un objeto; para describir una fuerza completamente es necesario conocer su dirección, su magnitud y su punto de aplicación. Cuando se habla de fuerza, se trata realmente de dos fuerzas y ambas no se presentan por separado, sino en pares y se nombran acción y reacción respectivamente. Las dos fuerzas son siempre iguales pero de dirección opuesta. Las unidades para determinar la magnitud de -

Una fuerza son entre otras, la libra fuerza [lbf], el kilogramo fuerza [KgF] y el newton [N].

Distancia (D). La distancia como dimensión posee dos significados comunes; cuando el movimiento es medido, recibe el nombre de desplazamiento, y cuando la distancia se refiere a espacios físicos se le denomina longitud. La distancia es comunmente medida en pies [ft], metros [m], kilómetros [Km], entre otras.

Tiempo (T). El tiempo en ocasiones se define como un intervalo de duración, en otras se establece como un conteo técnico para eventos relativos. Las unidades de medición más comunes son el segundo, el minuto o la hora.

Trabajo (W). Al aplicar una fuerza, se intuye realmente el que se está ejerciendo una fuerza sobre algo. Si tal fuerza como ocurre, mueve un cuerpo a través de una distancia cualquiera, se está realizando un trabajo, entonces podemos decir que el trabajo es directamente proporcional a la fuerza por la distancia. Lo anterior se puede expresar matemáticamente como:

$$W = F \times D \dots\dots\dots(1)$$

donde: W= Trabajo en Kg-m.

F= Fuerza en Kg.

D= Distancia en m.

Potencia (N). El trabajo se puede hacer de manera rápida o lenta según se desee. La velocidad con la que se realiza es lo que nos conduce al concepto de potencia, de tal forma que podemos decir que potencia, "es el trabajo realizado en la unidad de tiempo". Lo cual se escribe como:

$$N = \frac{F \times D}{T} = F \frac{D}{T} \dots\dots\dots(ii)$$

donde: N= Potencia en Kg-m/seg.

T= Tiempo en seg.

A la relación $\frac{D}{T}$ se le conoce como velocidad y entonces tenemos:

$$N = F \times V \dots\dots\dots(iii)$$

donde: V= Velocidad en m/seg.

Torque (To). El torque es comunmente definido como el producto de una fuerza por una longitud (brazo de palanca). Lo cual puede escribirse como:

$$To = F \times LA \dots\dots\dots(iv)$$

donde: To= Torque en Kg-m.

F= Fuerza en Kg.

LA= Brazo de palanca en m. (28).

2.2.2. Unidades de medición

En el apartado anterior se hizo mención a unidades de medición - más comunes, sin embargo, los problemas se presentan cuando dichas unidades varían de acuerdo al sistema que se maneje. Es así como al hablar de potencia, se piensa en caballos de potencia -- (H.P.) o en caballos de vapor (C.V.), que en un principio cuando las máquinas de vapor sustituyeron a los caballos de tiro no se tenía otro punto de referencia más adecuado.

Fue posteriormente cuando los motores que usan combustibles fósiles desplazaron a los de vapor que se introdujo para el sistema métrico el caballo de potencia que equivale a 1.013 C.V.

Ultimamente y con la finalidad de uniformar los sistemas de medida, se ha propuesto el kilovatio (KW), equivalente a 1.36 C.V. y 1.34 H.P. (17,19,28).

2.2.3. Medición de potencia

La capacidad de potencia de un motor está en función de la presión promedio en la cabeza del émbolo y la velocidad del motor; existen varias categorías o tipos de potencia que se utilizan --

para describir un motor.

- A) Potencia indicada, que se refiere a la potencia teórica -- que puede alcanzar un motor en función de la presión que produce el gas al momento de la combustión.
- B) Potencia de fricción, que resulta de la diferencia entre la potencia indicada y la potencia utilizable en el volante del motor; considera la fricción en los componentes internos del motor, lo que representa una pérdida de potencia y produce calor.
- C) Potencia al volante, la cual es la máxima obtenida y es medida a la salida del mismo.

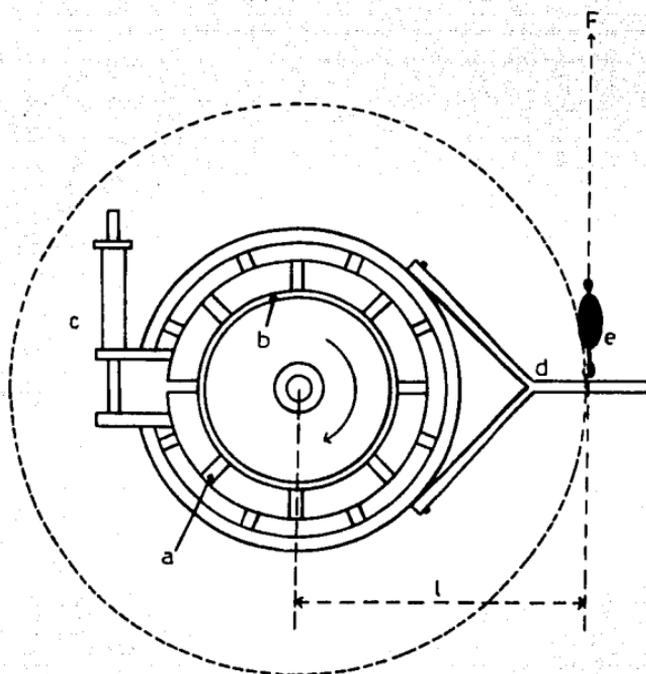
Otros tipos de potencia que no son precisamente una forma -- directa para describir la potencia del motor son la potencia a la barra de tiro y la potencia a la TDF. La primera se refiere a la capacidad que posee la barra de tiro para mover una carga sobre el terreno. Por su parte la potencia a la TDF es aquella -- disponible para mover implementos con dicho dispositivo del tractor. (5,9).

2.2.4. Aparatos de medición de potencia

Con la finalidad de medir la potencia que desarrollará una máquina, se han ideado varios dispositivos de medición para poder determinarla, entre los cuales se encuentran los siguientes:

1. Dinamómetro de absorción o freno de prony. El freno prony es la forma más elemental de un dinamómetro, mide la potencia aplicada convirtiéndola al mismo tiempo en alguna forma de energía (generalmente calor). El aparato, esquematizado a grandes rasgos en la figura 2, es un dispositivo en el cual los bloques de madera (a), se afianzan alrededor de la polea del motor (b) por medio del volante (c). Cuando el motor gira en la dirección mostrada por la flecha, el brazo de palanca (l), presiona sobre la escala (e) registrándose una lectura (F) en la escala.

Si se supone que la rueda (b) se bloquea y cierta fricción es aplicada por medio del volante (c) y si una fuerza (F) es entonces aplicada al brazo, este gira una vuelta a lo largo de la línea punteada. El trabajo efectuado durante la revolución es entonces (F) veces una distancia $2\pi r$. Este trabajo es necesario para vencer la fricción entre los bloques y la rueda; ahora, si la rueda es girada (n) veces en un minuto, el trabajo será ----



- a) Bloques de madera
- b) Polea
- c) Volante
- d) Brazo
- e) Dinamometro
- F= Fuerza registrada
- l= brazo de palanca

Figura 2 Freno prony. Fuente:(24)

$2\pi lFn$. (24).

Por lo tanto, la potencia estará dada por:

$$N = \frac{2\pi lFn}{60\ 000} \dots\dots\dots [v]$$

donde N= Potencia en KW.

l= Brazo de palanca en m.

F= Fuerza registrada en N.

n= rpm registradas.

Como el torque es igual a Fl, la potencia se calcula como:

$$N = \frac{2\pi T\omega}{60\ 000} \dots\dots\dots [vi]$$

donde T= Torque en N-m.

2. Dinamómetro de absorción hidráulico. Opera también bajo el principio de convertir trabajo en calor. El medio de trabajo, generalmente agua, circula dentro de una funda y a causa de la fricción sale a una temperatura más alta que la que tenía cuando entró. Una funda exterior, la cual gira alrededor de la flecha, se conecta y está contenida por el brazo de torque.

El freno hidráulico es más exacto que el freno prony y el igual que otros tipos de dinamómetro, el principio de cálculo de potencia es el mismo.

Al igual que los dos aparatos anteriores, existen otros para determinar la potencia, tal es el caso del freno de aire, el dinamómetro eléctrico, el dinamómetro de tensiones para barra de tiro, el torquímetro de tensiones para toma de fuerza, el dinamómetro de taller, etc. (19,24).

2.2.5. Potencia a la toma de fuerza

La potencia utilizable del tractor proviene de las ruedas motrices (que la transmiten a la barra de tiro, del sistema eléctrico, de la bomba hidráulica y de la TDF. (2,9).

En la figura 3, se dan algunos porcentajes de pérdidas de potencia hasta llegar a la utilizable en la barra de tiro del tractor y en la TDF. Tales pérdidas, se obtienen principalmente por efecto del fenómeno de fricción en la transmisión, diferencial y engranajes terminales. Existen otros factores externos a la máquina que igualmente afectan el rendimiento y potencia, tales factores son: Altura sobre el nivel del mar, temperatura ambiente de trabajo, pérdidas por patinamiento, sobrecargas y pendiente del terreno. (5,14,17,19).

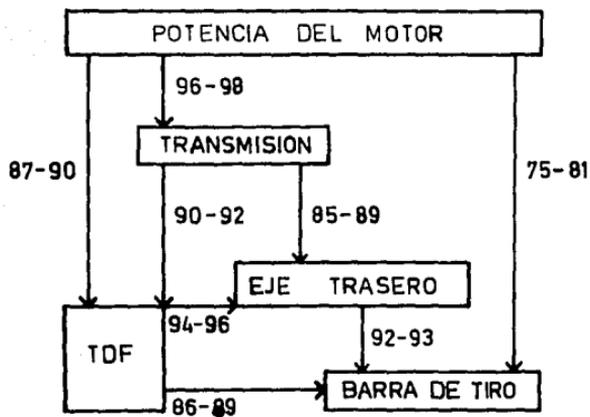


Figura 3 Máxima potencia mecánica esperada del tractor sobre concreto (%).

Fuente: (2).

2.2.6. Método de prueba de potencia para la TDF

La potencia a la TDF, ha llegado a ser el patrón de comparación de rendimiento del motor, ya que evita las variaciones relacionadas con el esfuerzo de tracción entre las ruedas y superficie del terreno. Junto a tales mediciones se registra el consumo de combustible para conocer el tiempo necesario en que se consume un volumen determinado de combustible.

Con el dinamómetro, se mide el torque y la velocidad de rotación de un eje impulsado por la TDF. (19). Las cantidades medidas se trasladan a la siguiente ecuación:

$$PTF = \frac{2\pi FRn}{60\ 000} \dots\dots\dots(viii)$$

donde: PTF= Potencia de la TDF en KW;

F= Fuerza tangencial registrada en newtons (N).

R= Longitud del brazo de palanca o radio de la fuerza en m.

n= Velocidad en rpm.

Tal ecuación es similar a la igualdad (vi) y por lo tanto se puede escribir como:

$$PTF = \frac{2\pi Ton}{60\ 000}$$

La determinación de potencia a la TDF recibe particular importancia cuando se trate de mejorar la calidad y condiciones de manejo de los tractores. La Ley Nebraska sobre tractores agrícolas persigue estos objetivos y detalla los procedimientos de prueba para la TDF. (19,24,28).

Existen además, organismos internacionales que establecen -- sus propios métodos de prueba, pero la gran mayoría coinciden en su metodología. La Organización Internacional de Estándares es -- uno de los más importantes y marca los lineamientos para la determinación de potencia a la TDF.

En nuestro país la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, establece la metodología para determinar la potencia a la TDF en la norma mexicana con -- clasificación NOM-0-175/1-1983. (29).

La norma sigue los lineamientos establecidos por la ISO y se resume en los siguientes párrafos:

1. Esta norma oficial mexicana establece el método de prueba para determinar la potencia del tractor agrícola en la -- TDF, en la correa o el eje de la polea y en la barra de -- tiro en tractores agrícolas de ruedas, oruga y semioruga.
2. Las diferentes pruebas deben llevarse a cabo en forma --

continua. El ángulo del eje que conecta la TDF al tacómetro no debe exceder los 10° . La temperatura ambiente de prueba debe ser de $23 \pm 7^{\circ}\text{C}$. Si se usa algún dispositivo de descarga de los gases, éste no debe alterar el funcionamiento del motor.

3. Aparatos: Tacómetro en rpm; Flexómetro con aproximación en mm; dinamómetro en N; báscula en Kg; termómetro en $^{\circ}\text{C}$; cronómetro con aproximación en segundos; manómetro en --- KgF/cm^2 y velocímetro en m/s.
4. El tractor debe hacerse funcionar antes de la prueba, para los tractores de encendido por chispa equipados con medios para que el operador varíe la mezcla aire-combustible, la prueba se hará con las regulaciones recomendadas para operación normal. Tal regulación debe dar al tractor la potencia máxima de la velocidad de régimen del motor; el ajuste del carburador o de la bomba de inyección debe ser especificado por el fabricante; deben usarse los combustibles y lubricantes especificados por el mismo.
5. Las condiciones atmosféricas no deben ser menores de 0.98 KgF/cm^2 (694.18 mm Hg).
6. Se ajusta el aparato de medida de combustible de modo que

la presión del mismo en el carburador o la bomba de combustible sea equivalente a la existente cuando el tanque de combustible del tractor esté a medio llenar; la temperatura del combustible debe ser comparable a aquélla en funcionamiento normal del tractor cuando se toma el combustible del tanque del tractor. Las variaciones de temperatura durante todas las pruebas deben permanecer constantes. Cuando se mide el consumo por volumen, se calculará la masa del combustible por unidad de trabajo utilizando la densidad que corresponde a la temperatura adecuada del mismo.

7. Para los tractores con ruedas, puede usarse lastre líquido. La carga total y la presión de la llanta en su punto más bajo.
8. Para la prueba de toma de potencia máxima, se debe hacer funcionar el tractor a probar a la potencia y velocidad máximas del motor durante un período de dos horas después de un tiempo de calentamiento para mantener condiciones estables de funcionamiento. Se mide la potencia, torque y consumo de combustible. La potencia máxima en el informe de prueba debe ser el promedio de por lo menos seis lec -

turas hechas en intervalos regulares durante un período - de dos horas. La potencia no debe variar en $\pm 2\%$ con respecto a ese promedio.

9. Medir la potencia, torque y consumo de combustible en -- función de la velocidad a plena potencia, en intervalos - de aproximadamente 10% de velocidad. La velocidad mínima a la que se hagan las medidas debe ser la velocidad en -- momento máximo de torsión, debiendose también hacerse al 15% por abajo de esa velocidad.
10. Poner a funcionar el tractor a su máxima potencia en la - velocidad especificada por el fabricante de la TDF. Medir la potencia, torque y consumo de combustible.
11. Medir la potencia, velocidad y consumo de combustible con las especificaciones de momento de torsión bajo los regímenes siguientes:
 - A) El 85% del momento de torsión en potencia máxima.
 - B) Sin carga.
 - C) El 50% del momento de torsión especificado en "A".
 - D) El momento de torsión a su potencia máxima.
 - E) El 25% del momento de torsión especificado en "A".
 - F) El 75% del momento de torsión especificado en "A".

En resumen, la prueba de determinación de potencia implica el seguimiento de dos metodologías. La primera en la cual, el representante del fabricante efectúa los ajustes al carburador o bomba de combustible, que permanecen sin cambio a lo largo de la prueba. La potencia máxima se determina conectando un dinamómetro a la TDF. La carga del dinamómetro es gradualmente incrementada mientras el motor está operando a la velocidad especificada por el fabricante para máxima potencia, midiéndose además el consumo de combustible correspondiente durante el lapso de duración de la prueba.

La segunda metodología, complementaria con la anterior, se refiere a la variación de potencia y consumo de combustible; seis diferentes niveles de caballaje son utilizados para mostrar las relaciones de combustible correspondientes y cómo el regulador causa las reacciones del motor a los siguientes cambios en la carga del dinamómetro: 85% del torque del dinamómetro a máxima potencia; torque del dinamómetro mínimo; 1/2 del 85%; máxima potencia; 1/4 y 3/4 del 85% del torque.(24,29).

2.3: NORMALIZACION DE LA TOMA DE FUERZA

2.3.1. Factores que inducen a la normalización

Para aprovechar al máximo y obtener los beneficios que proporciona la TDF, es preciso considerar: La situación de la TDF y el espacio alrededor de la misma disponible para acopleamientos, el sentido de rotación del eje de salida, el estriado del eje, las revoluciones por minuto a las que gira dicho eje, principalmente. (9,10).

Cuando alguno de los anteriores factores es alterado o no se respeta, el uso de la TDF para accionar máquinas se ve también modificado.

Para evitar problemas que se derivan de la arbitrariedad en el diseño de la TDF, numerosos organismos internacionales han trabajado en la normalización de la citada parte del tractor, a grado tal que se ha llegado a la uniformidad mundialmente. Algunos organismos que se dedican a esta labor son:

- + British Standards Institution (BSI), Inglaterra.
- + Deutsches Institut Für Normung e.v. (DIN), Alemania.

- + Instituto Nacional de Racionalización y Normalización --- (IRANOR), España.
- + Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC), Colombia.
- + Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT), Organismo internacional latinoamericano.
- + Organización Internacional de Estándares (ISO), Organismo internacional.
- + American Society of Agricultural Engineers (ASAE), Estados Unidos.

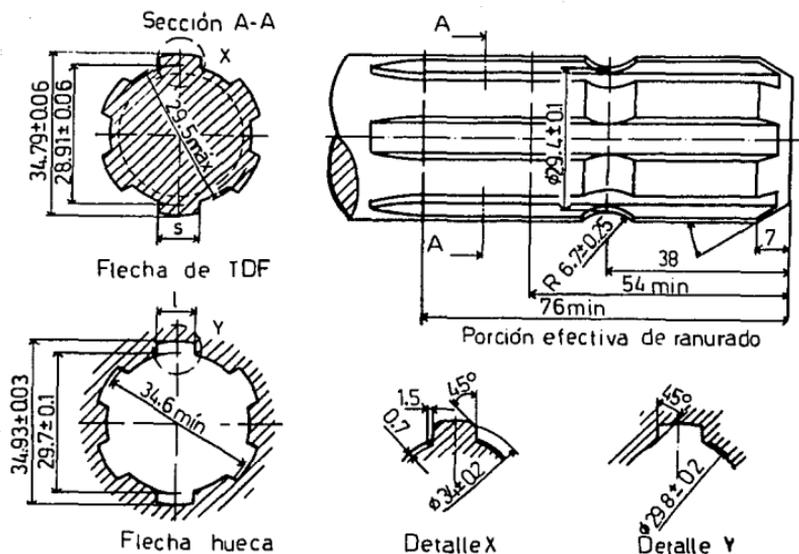
2.3.2. La normalización de la TDF en México

En México, la institución que se encarga de la normalización de la TDF y en general de la maquinaria agrícola es la Dirección -- General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, -- estableciendo para la TDF la norma mexicana con clasificación NOM-0-186-1983.

Dicha norma se elaboró tomando como base la norma internacional ISO 500, "Agricultural Tractor-Power-Take-off and Drawbar Specifications". Por ello, la norma mexicana es segura al seguir

las normas establecidas a nivel mundial. La citada norma se resume en los párrafos siguientes:

1. Esta norma oficial mexicana establece las especificaciones y métodos de pruebas para la TDF de los tractores agrícolas.
2. TDF es un mecanismo por el cual el tractor agrícola transmite potencia mediante un movimiento rotatorio de una flecha al sistema de acoplamiento, ya sea de una máquina o de un implemento agrícola, con el objeto de accionar total o parcialmente el mecanismo de trabajo.
3. La TDF se clasifica en tres tipos de acuerdo a lo establecido en la Tabla 1.
4. La TDF de los tractores agrícolas se especifica en la Tabla 1, comprobándose como se establece en los párrafos 14, 15 y 16.
5. Las dimensiones de la TDF tipo 1, se especifican en la Figura 4 y Tabla 2; comprobándose con lo establecido en el párrafo 14.
6. Las dimensiones de la TDF tipo 2, se especifican en la Figura 5 y Tabla 3; comprobándose con lo establecido en el párrafo 14.



Cotas en mm. Sin escala

Figura 4 Toma de fuerza tipo 1. Fuente:(30)

TABLA 1 Tipos de toma de fuerza

TIPO	Diámetro nominal de la flecha de TDF en mm.	Número de dientes de la flecha de TDF en mm.	Promedio de velocidad de la TDF en r. p. m.	Potencia máxima de la TDF con la velocidad promedio de rotación del motor	
				KW	C.V
1	35	6 dientes rectos	540	48	65.28
2	35	21 dientes en espiral	1 000	92	125.12
3	45	20 dientes en espiral	1 000	185	251.60

Fuente: (30)

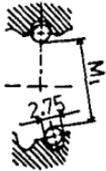
TABLA 2 Dimensiones de la TDF tipo 1

TDF Tipo 1	Dimensión nominal	Tolerancia del ancho de la flecha en su diente.	Tolerancia del ancho del diente de la TDF
Diente de la flecha hueca (l)	8.69	8.74 máx 8.71 mín	-----
Diente de la flecha de TDF (s)	8.69	-----	8.60 máx 8.53 mín

Fuente: (30)

Dimensiones en mm.

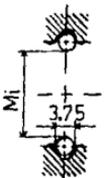
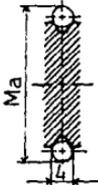
TABLA 3 Dimensiones de la TDF tipo 2

TDF Tipo	Diente de la flecha hueca (l)		Diente de la flecha de TDF (s)	
	nominal	tolerancia	nominal	tolerancia
2	2.494	2.565 máx 2.520 mín	2.494	2.369 máx 2.306 mín
	Distancia entre dientes M_i		Distancia entre dientes M_a	
	nominal	tolerancia	nominal	tolerancia
	29.240	29.38 máx 29.29 mín	39.182	39.00 máx 38.90 mín
	Factor de trotección		Factor de corrección	
	1.936		1.473	
				

Fuente: (30)

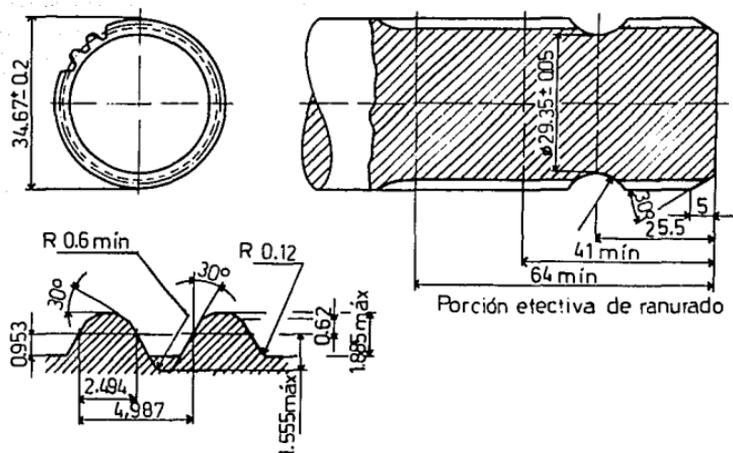
Dimensiones en mm.

Tabla 4 Dimensiones de la TDF tipo 3

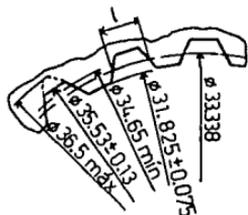
TDF	Diente de la flecha hueca (1)		Diente de la flecha de TDF (5)	
	nominal	tolerancia	nominal	tolerancia
	3.325	3.396 máx 3.351 mín	3.325	3.200 máx 3.137 mín
Tipo	Distancia entre dientes M_i		Distancia entre dientes M_a	
	nominal	tolerancia	nominal	tolerancia
	36.70	36.85 máx 36.75 mín	48.432	48.239 máx 48.142 mín
	Factor de corrección		Factor de corrección	
	2.016		1.544	
3				

Fuente: (30)

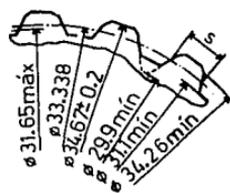
Dimensiones en mm.



Detalle de la flecha de TDF



Flecha hueca

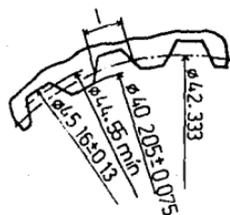
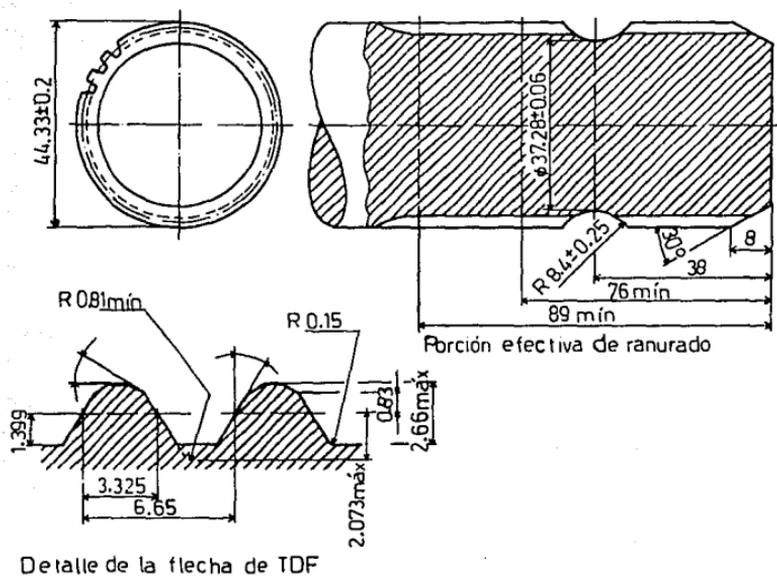


Flecha de TDF

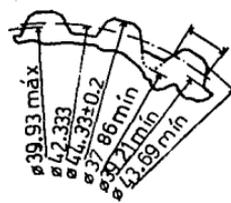
Angulo de presión = 30°
 No de dientes = 21
 Módulo = 1.5875
 (Diámetro de presión 16)

Cotas en mm.
 Sin escala

Figura 5 Toma de fuerza tipo 2. Fuente: (10)



Flecha hueca



Flecha de TDF

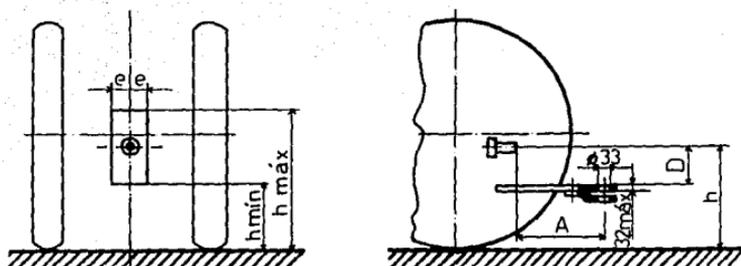
Angulo de presión = 30°

No. de dientes = 20; Módulo = 2.1167

Diametro de presión = 12 Cotas en mm Sin escala

Figura 6 Toma de fuerza tipo 3 Fuente:(10)

7. Las dimensiones de la TDF tipo 3 se especifican en la --
Figura 6 y Tabla 4; comprobándose con lo establecido en --
el párrafo 14.
8. Las dimensiones de la TDF con respecto a la barra de tiro
se especifican en la Figura 7 y tabla 5; comprobándose --
con lo establecido en los párrafos 14 y 16.
9. Las dimensiones del radio de acción de la TDF se especi -
fican en la Figura 8; comprobándose con lo establecido en
el párrafo 14.
10. Las dimensiones del escudo de protección de la TDF en re-
lación a la velocidad promedio de la TDF, se especifican --
en la Figura 9 y Tabla 6; comprobándose con lo estableci-
do en los párrafos 14, 15 y 16.
11. La barra de tiro debe estar ubicada en la longitud media
del plano del tractor agrícola a una altura de 650 ± 150 --
mm; comprobándose con lo establecido en el párrafo 14.
12. El diámetro del orificio de la barra de tiro debe tener -
como máximo 32 mm; comprobándose con lo establecido en el
párrafo 14.
13. La TDF debe cumplir con la prueba de potencia especifica-
da en la norma NOM-0-175/1-1983.



Cotas en mm.
Sin escala

Figura 7 Localización de la barra de tiro y la IDF. Fuente: (10)

Tabla 5 Localización de la barra de tiro y la IDF.

Tipo	Potencia de la IDF a la velocidad nominal del motor		D min	A ±10	h	e máx
	KW	C.V.				
1	hasta 48	hasta 65.28	200	400	450	50
2	hasta 48	hasta 65.28	200	400	675	50
	48 a 92	65.28 a 125.12			550	
3	hasta 185	hasta 251.60	200	500	650 a 875	50

Fuente: (30)

Dimensiones en mm.

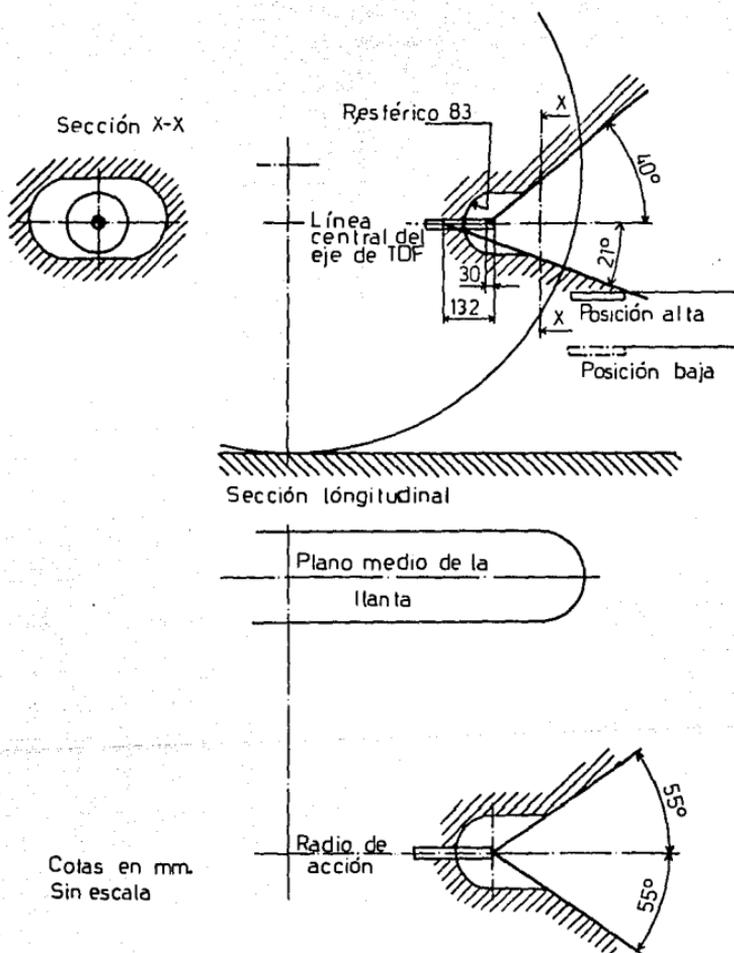


Figura 8 Radio de acción de la TDF. Fuente: (10)

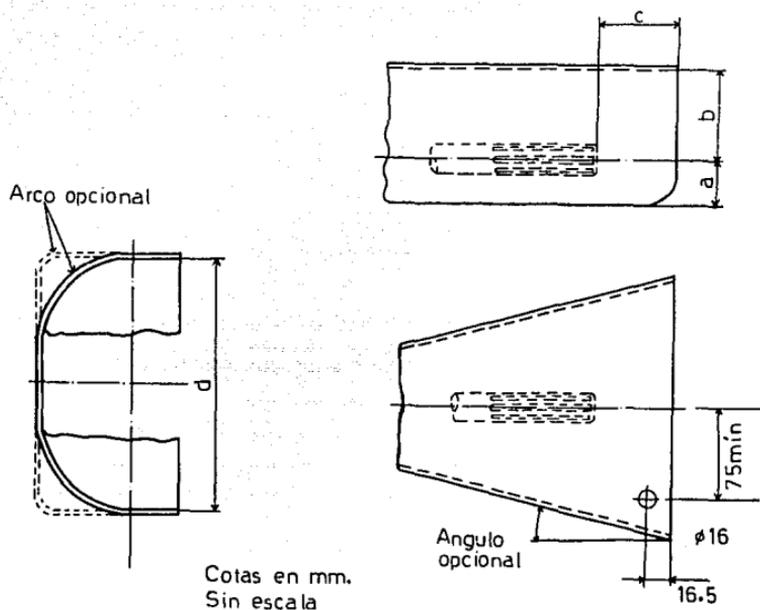


Figura 9 Escudo de protección. Fuente: (10)

Tabla 6 Dimensiones del escudo de protección

Tipo	Velocidad de la TDF r.p.m.	Potencia de la TDF KW	Dimensiones del escudo mm.				
			a ± 5	b ± 5	c ± 5	d ± 5	e máx
1	540	35	70	102	60	285	102
	540	48	70	125	85	285	125
2	1000	92	70	125	85	285	125
3	1000	185	80	150	100	300	150

Fuente: (30)

14. Método de prueba de dimensiones. Se requiere, para la TDF tipo 1, un calibrador cilíndrico de paso aproximado de -- 8.690 mm como mínimo; para la TDF tipo 2, un calibrador de paso aproximado de 2.494 mm como mínimo; para la TDF tipo 3, un aparato similar con 3.325 mm como mínimo. Se - deben hacer las mediciones indicadas en los párrafos 4, - 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12.
15. Velocidad de rotación. Se requiere un tacómetro. Se en -- ciende el motor del tractor, se acciona la TDF para con - tabilizar el número de revoluciones por minuto, dato que debe cumplir con lo especificado en las Tablas 1 y 6.
16. Potencia del motor agrícola. Se hace funcionar el motor - del tractor, en el eje de TDF se conecta un tacómetro pa - ra determinar el número de revoluciones por minuto y se - calcula la potencia del motor como se indica en la expresi - ón:

$$\zeta_{\text{máx}} = \frac{16 M_t}{d^3}$$

$$C.V. = \left(\frac{2\pi n}{4 \cdot 500} \right) \left(\frac{\zeta_{\text{máx}} \pi d^3}{120 \cdot 000} \right)$$

donde: C.V.= Potencia en caballos de vapor.

$\bar{\sigma}$ máx= Esfuerzo de corte máximo del material en
KgF/cm².

Mt= Momento de torsión en KgF-cm.

n= Velocidad en rpm.

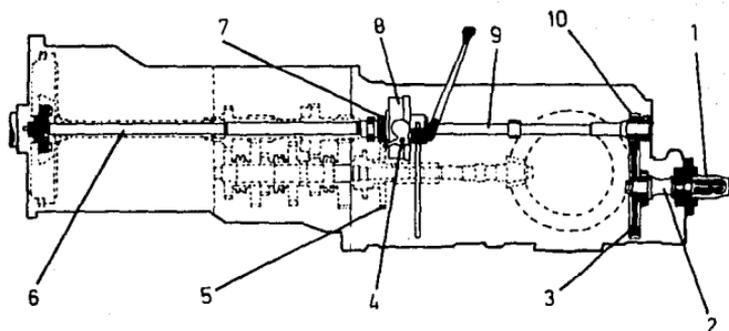
d= diámetro del eje de la TDF.

Los resultados deben cumplir con lo especificado en -
los párrafos 4, 8 y 10.

17. La TDF de los tractores agrícolas debe cumplir con la ---
prueba de funcionamiento que especifica la norma oficial
mexicana NOM-0-175/1-1983.

18. El árbol o eje de la TDF debe llevar marcado en un lugar
visible los siguientes datos como mínimo: Nombre o marca
del fabricante, tipo, diámetro nominal del eje en mm, la
leyenda del país en donde se fabricó, en el caso de Méxi-
co, la leyenda debe decir "Hecho en México".

Es así como siguiendo las especificaciones marcadas en esta
norma, se evitan problemas al querer hacer intercambio de imple-
mentos o de tractores por no haber uniformidad en lo que respec-
ta al eje de TDF. (30).



1. Tapón del eje de salida
2. Eje de salida
3. Engranaje conducido
4. Válvula de TDFI
5. Engranaje intermedio de bomba hidráulica
6. Engranaje de entrada
7. Engranaje de mando de bomba hidráulica
8. Conjunto de embrague
9. Eje trasero
10. Engranaje de mando

Figura 10 TDF independiente del tractor FORD 6600

Fuente: (15)

2.4. SISTEMA DE TOMA DE FUERZA DEL TRACTOR FORD 6600

Como se dijo anteriormente, existen diferentes disposiciones de la toma de fuerza, de las cuales, el tipo de toma de fuerza independiente (TDFI), ofrece las mayores ventajas. En el presente capítulo, se presenta una breve descripción del sistema de TDFI del tractor Ford 6600, modelo de tractor muy popular en nuestro país.

2.4.1. Partes y funcionamiento

Con referencia a la figura 10, se puede observar que la TDFI independiente del tractor Ford 6600 tiene su eje de salida marcado con número 2, mandado por un cubo estriado montado en el centro del volante del motor, así mismo, se nota que el eje de entrada marcado con número 6, pasa a través del eje superior de la caja de transmisión hasta el extremo trasero de la misma. Al extremo trasero del eje de entrada, se conectan el engranaje de mando de la bomba hidráulica y el cubo del embrague de la TDFI marcado -- con número 8. En el interior del cubo del embrague se alojan --- cuatro discos de bronce fosforoso estriados a él, e intercalados

a los anteriores, cuatro discos de acero conducidos y un plato de presión que está estriado exteriormente a la caja de embrague.

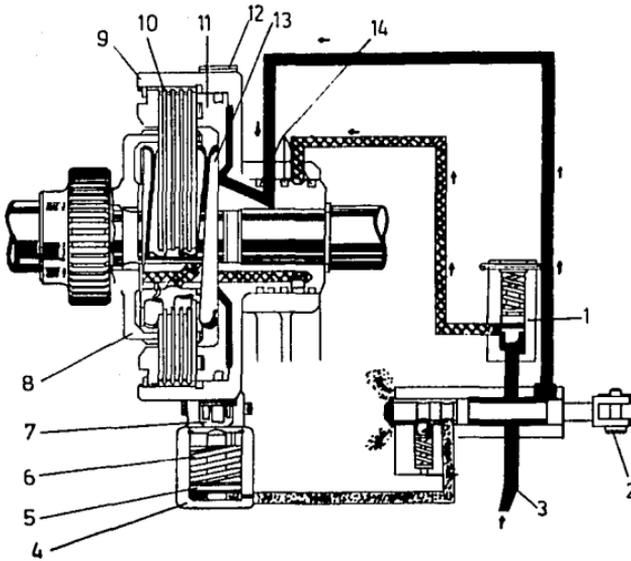
En la parte trasera de los discos de embrague se encuentra un pistón hidráulico.

El aceite hidráulico pasa de la parte trasera de la bomba -- hidráulica y a través de un tubo de unión a la válvula de control, la cual, junto con el embrague, se encuentran sujetos en el lado izquierdo de la caja del diferencial.

El embrague está conectado a un eje trasero superior (número 9), que pasa hacia la parte trasera de la caja del diferencial; el mando se transmite desde el eje superior al eje de salida por medio de un eje de engranajes reductores.

Se considera que el eje de entrada (número 6), transmite --- constantemente el movimiento del motor hasta el embrague de TDFI mediante el cual dicho movimiento se transmite o no hasta el eje de salida del sistema.

Para lograr accionar la TDFI (vease Figura 11), se empuja -- hacia adelante la palanca de accionamiento de la TDF del tractor al hacerlo, se abre el carrete de admisión de la válvula de control dejando pasar aceite hasta el pistón de embrague, el cual -- tras ser impulsado por la presión del aceite hidráulico, oprime



ACEITES

A presión
 De lubricación
 De retorno

- | | |
|---|--|
| 1. Válvula reguladora | 8. Cubo de embrague |
| 2. Carrete de válvula de control | 9. Cuerpo de embrague |
| 3. Entrada de aceite | 10. Discos de embrague |
| 4. Caja del pistón de freno | 11. Pistón de embrague |
| 5. Pistón de freno | 12. Muelle de pistón de embrague (13) y banda de freno |
| 6. Muelle de pistón de freno | |
| 7. Palanca actuadora de la banda de freno | 14. Anillos de sellado |

Figura 11 Conjunto de embrague de TDFI FORD 6600

Fuente: (15)

los discos en el interior del embrague.

En otro sitio, por el mismo accionamiento de la palanca de TDF, se reduce la presión que provoca el aceite sobre el pistón de freno, liberando la banda de freno que rodea el embrague. Al efectuarse las dos operaciones en sincronía, es como se logra -- transmitir el movimiento del motor hacia la TDF.

El tractor Ford 6600 puede venir equipado con un sólo eje de seis estrías que desarrolla 540 rpm a una velocidad del motor de 1900 rpm o bien con dos ejes, el de seis estrías y otro de 21 -- estrías para lograr 1000 rpm a una velocidad del motor de 2060 - rpm.

Cuando se hace necesario un cambio de velocidad en el eje de salida de la TDF, se extrae el eje que se encuentre en ese mo - mento y se coloca el deseado, con la particularidad de que --- cuando se ha instalado el eje de 21 estrías, pueden conseguirse 540 rpm reduciendo la velocidad del motor a 1100 rpm.

Para hacer el cambio conviene tomar en cuenta las recomenda - ciones siguientes: Aplicar los frenos, poner la palanca de cam - bios en neutral, desconectar la TDF, parar el motor, asegurarse de que el eje de salida de la TDF se ha detenido.

Para evitar goteos de aceite al efectuar el cambio, estacio -

nar el tractor en pendiente, procurando que la parte trasera del vehículo esté unos 10 cm arriba de la parte frontal.

No se debe hacer funcionar el tractor sin eje de TDF pues el mismo, funciona como soporte de rodamiento de engranajes interiores, los cuales pueden sufrir entonces importantes averías en su estructura. (1,15,16).

2.5. OPERACION DE IMPLEMENTOS CON LA TOMA DE FUERZA

El eje de salida de TDF por sí solo, no permite la conexión y operación directa de los implementos, por lo que es imprescindible el uso de un medio auxiliar de transmisión entre el citado eje y el implemento, ya sea una polea impulsora o una barra de transmisión.

2.5.1. Operación de implementos con barras de transmisión

La barra de transmisión es el medio auxiliar para transmitir el movimiento desde el eje de salida de TDF hasta el implemento, consta principalmente de juntas universales y la barra de trans-

misión propiamente dicha. La junta más comunmente usada es la -- conocida como cardánica o universal; está formada fundamental -- mente de dos horquillas y una cruceta cuyos muñones giran dentro de cojinetes en los orificios de las horquillas.

Tal disposición permite que la barra tome cierto ángulo sin dejar de rotar; es así como la barra de transmisión permite operar con amplios ángulos de trabajo.

Existen dos tipos de barras de transmisión, la barra fija y la barra telescópica, la primera de ellas tiene una longitud fija, mientras que la barra telescópica se puede acortar o alargar según sean las necesidades. La barra telescópica es de particular importancia en labores de campo, consta principalmente de -- las juntas cardánicas necesarias, una barra deslizante y un tubo de protección.

El tubo o carena de protección puede ser en forma de tunel o en forma de tubo cilíndrico. La carena en forma de tunel es -- generalmente una chapa de acero doblada en forma de "U" que cubre las partes en movimiento.

La carena tubular es de forma cilíndrica y encierra a la barra de transmisión, los extremos son acampanados para alcanzar a cubrir la junta universal.

Las barras de transmisión son incluidas por el fabricante en los implementos que ofrece, son normalizadas mundialmente y para acoplarlas al eje de TDF del tractor se proporcionan con varios dispositivos de fijación, entre los cuales los más conocidos son los siguientes:

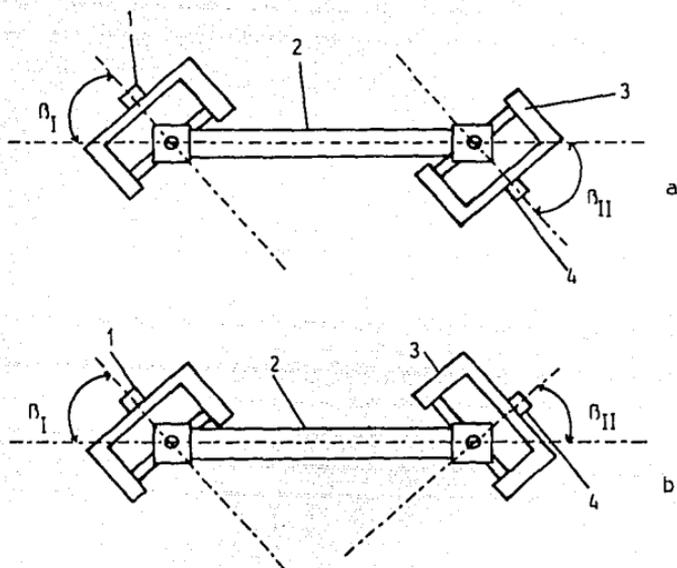
- A) Perno fijador con resorte. Para conectarlo, se desliza la barra de transmisión sobre el eje de la TDF, se oprime el perno y se mueve a través del eje hasta que el mecanismo de fijación se pone en contacto con una ranura en el eje de TDF. Al llegar a la ranura, el dispositivo de fijación es empujado al interior de ella y la barra queda fijada.
- B) Perno y tuerca. Este dispositivo permite colocar la barra de transmisión sobre el eje de TDF para posteriormente apretarse por medio del perno y la tuerca situados en el extremo de la barra de transmisión que entra en contacto con el eje.
- C) Perno fijador. Tanto el eje de la barra de transmisión -- como el eje de la TDF pueden tener un orificio a través del cual se inserta un perno y se fija al acoplamiento.
- D) Acoplador de autofijación. Funciona de manera similar al mecanismo de resorte. El extremo de la barra porta el co-

llar de autofijación, el que para ser colocado se retrasa hacia atrás. Una vez que ha quedado fijado correctamente, se suelta el collar, que queda fijo sobre el eje de TDF del tractor. (7,9).

Una adecuada operación de la TDF implica la intervención de por lo menos los siguientes componentes (Figura 12): Un acoplamiento al tractor, un eje intermedio provisto con elemento deslizante, juntas universales y el acoplamiento a la máquina.

Cuando los ejes bajo un cierto ángulo, por ejemplo, cuando el tractor sigue una curva, el eje de mando o acoplado al tractor (número 1), provoca una rotación acelerada, mientras que el eje acoplado a la máquina se retarda. Esto quiere decir que durante la revolución el mando es más rápido, mientras que en la otra mitad el mando es más lento que la velocidad del eje acoplado al tractor. Para impedir el daño y la vibración de las juntas cardánicas, se recomienda que el ángulo de trabajo no exceda los 40° , aunque se debe tratar de no llegar a tal límite.

Por ello es conveniente usar dos juntas, de tal manera que el retraso de una sea sincronizado con el adelanto de otra, con lo cual el eje acoplado al implemento girará en forma uniforme; para lograr una adecuada sincronización, es necesario que las



1. Acoplamiento al tractor
2. Eje provisto con elemento deslizante
3. Juntas universales
4. Acoplamiento a la máquina

a) En paralelo

b) En M

Figura 12 Articulaciones en pares. Fuente: (26)

dos juntas se encuentren en posiciones opuestas, además de que el ángulo (β_I) entre el eje de acoplamiento al tractor y el eje de la barra de transmisión, sea aproximadamente igual o igual al ángulo (β_{II}) entre la última y el eje de acoplamiento al implemento.

Algunas consideraciones importantes al trabajar con barras de transmisión son: En el avance en línea recta, los ejes unidos deberán mantenerse lo más alineados posible; el punto de enganche deberá estar bajo la barra de transmisión y en medio de la articulación. Con lo anterior se garantiza el arreglo en paralelo para avances en curva, además de presentarse el mínimo de modificaciones en la longitud axial. También se debe evitar el desplazamiento de rotación entre los planos de ambas articulaciones.

Debido a que las condiciones anteriores no siempre se consiguen en el campo, al presentarse fluctuaciones de velocidad en los ejes; se presentan oscilaciones de rotación tales que en la barra de transmisión y la máquina agrícola impulsada surgen esfuerzos adicionales. (12,18,23,26).

Se tomará en cuenta que antes de empezar a trabajar, se acelerará poco a poco el motor hasta llegar al régimen de velocidad especificado por el fabricante para alcanzar la velocidad a la

TDF necesaria para mover el implemento.

Hay que tener cuidado de que los ejes de la barra de transmisión telescópica no se separen durante el funcionamiento; si esto llegase a ocurrir, desconectar la TDF y detener el movimiento del tractor.

Los ejes extensibles se conectan correctamente para lograr una rotación uniforme, tal efecto se consigue poniendo en un mismo plano las horquillas de las juntas cardánicas. Aunque los ejes extensibles están diseñados para que se ejecute un armado correcto, se debe verificar que estén bien conectados.

Otro chequeo importante es el alineamiento correcto de la barra de transmisión. Si los ejes giran en ángulos extremos, las juntas fallan rápidamente por lo que la barra de transmisión debe estar tan nivelada como sea posible; cuando se trabaje con implementos integrales, la barra debe permanecer horizontal cuando la máquina se encuentra a su altura de funcionamiento; con implementos semiintegrales, se ajustan las ruedas para mantener la barra a nivel.

Los escudos de seguridad, tanto de la TDF como de la barra de transmisión deben estar bien colocados.

En ocasiones, se llegan a utilizar barras de transmisión en

las que se cuenta con tres juntas en serie, con lo que se dificulta la orientación de los ejes y juntas para producir una velocidad angular uniforme. Este tipo de disposición es usada para proporcionar alta potencia a un implemento, para lo cual es necesario utilizar un soporte en la parte media del conjunto de transmisión y un dispositivo de control a sobrecargas, los cuales evitan averías mientras se efectúa el trabajo. Los principales dispositivos de control a sobrecarga son:

- A) Embragues deslizantes. Trabajan por fricción, al bloquearse el eje de salida, se vence la fuerza de fricción, el embrague patina y se evitan las averías.
- B) Embragues levadizos. Cuando se produce una sobrecarga, se vence la fuerza de un muelle y las medias carracas que forman el embrague resbalan entre sí, desembragando la fuerza y protegiendo la máquina.
- C) Pasador cizallable. Cuando el límite de carga es rebazado el cuerpo cizallable se fractura desembragando la fuerza que proporciona la TDF. (7,8,9,18,23).

Hasta aquí se han dado algunas consideraciones básicas para trabajar con barras de transmisión, con la aclaración de que cada situación particular requiere su análisis previo al trabajo.

2.6. REGLAS DE SEGURIDAD AL OPERAR CON TDF

El diseñador de maquin ria tiene como objetivo fundamental, la seguridad que inspira cualquier máquina o equipo al ser operado.

Durante la operación de máquinas con TDF se pueden tener -- accidentes graves si no se toman las precauciones pertinentes; - los dos accidentes más comunes son, en primer lugar el que sucede cuando un eje roto vuela sin control golpeando al operador; - el otro ocurre cuando el operador queda atrapado por un eje giratorio. Siguiendo los métodos correctos de instalación, mantenimiento y funcionamiento, se pueden evitar tales accidentes.(9).

2.6.1. Protección

Un eje rotatorio sin protección puede atrapar al operador; para prevenir esto, el fabricante dota de escudos de protección a los implementos que ofrece. Los escudos maestros impiden el contacto con el eje de la TDF y la junta cardánica delantera de la barra de transmisión. El capuchón del eje de TDF lo encierra completamente mientras no se usa.

La barra de transmisión es provista con protectores o care -

nas en forma de "U" o tubulares, así como también las juntas cardánicas van cubiertas con escudos. Para evitar accidentes, se debe verificar la correcta ubicación y buen estado de los escudos.

2.6.2. Atrapamiento con la TDF

Para evitar ser atrapado por la TDF o con la barra de transmisión, se sugiere seguir las siguientes reglas de seguridad:

- A) Desengranar siempre la TDF y parar el motor antes de abandonar el motor.
- B) Mantener el escudo maestro en su lugar.
- C) Mantener los escudos tubulares alineados correctamente sobre el eje impulsor y verificar su buen estado.
- D) No pasar sobre un eje que se encuentre girando.

2.6.3. Ejes rotos o separados

La barra de transmisión puede separarse o romperse durante el funcionamiento. La parte de la barra que queda unida al tractor, sigue girando violentamente causando graves daños a la unidad o

accidentes al operador. Por lo general una mala instalación es lo que origina tales accidentes, que de alguna manera se pueden evitar considerando:

- A) Mantener las juntas universales bien orientadas.
- B) Usar el eje impulsor recomendados para la máquina.
- C) Colocar correctamente la barra de tiro.
- D) Asegurarse de que todas las uniones estén bien apretadas.
- E) No maltratar el eje de TDF, principalmente evitar los viajes cortos cuando el eje impulsor esté girando; evitar que se estire demasiado; no sobreapretar los embragues de seguridad; no hacer saltar el eje de TDF aplicando repentinamente la potencia para desatascar máquinas.

Otras reglas de seguridad sugeridas son: Desembragar la toma de fuerza cuando no se utilice, no montarse en la barra de tiro, no acoplar un equipo de trabajo que requiera diferente velocidad que la que proporciona el eje de TDF, no embragar el sistema de TDF cuando el motor del tractor esté apagado. (8,9).

Es de esta forma como las reglas de seguridad que se reco -- miendan pueden ayudar a evitar accidentes de consecuencias de -- magnitud variable.

2.7. MANTENIMIENTO

La TDF como cualquier otra parte integrante del tractor, requiere cuidados para mantenerla en buen estado.

La vida Útil de la TDF depende de que se le proporcionen los cuidados elementales. Para ello, es necesario realizar una serie de actividades, entre las cuales podemos citar: Engrasar la barra de transmisión y la TDF en el interior de la barra telescópica, las juntas universales y los rodamientos respectivamente; el intervalo de servicio depende de las condiciones en que se desarrolle el trabajo.

Además del engrase de las piezas mencionadas, es conveniente realizar la revisión periódica de los componentes del sistema de TDF, tal es el caso de los rodamientos, embragues, válvulas, resortes, engranajes, para detectar posibles fallas inherentes a las características de dichos elementos.

En general podemos decir que la TDF, en la mayoría de los casos, requiere poco mantenimiento, pero para lograr un funcionamiento óptimo por más tiempo se sugiere seguir las indicaciones a seguir en el manual del operador correspondiente al tractor que se esté manejando. (3,4,12,13,15,16).

CONCLUSIONES

El sistema de toma de fuerza desde su introducción como componente imprescindible en los tractores agrícolas, ha proporcionado - beneficios importantes por su uso a los agricultores.

Existen diversos requerimientos en las operaciones de campo y para ellos, se tienen mecanismos de toma de fuerza que se pueden accionar por diferentes métodos, siendo los principales, el de accionamiento por la transmisión; TDF continua y el de TDF -- independiente.

De todos, el que presenta las mejores ventajas sobre todo -- por su versatilidad, es el sistema de toma de fuerza indepen --- diente, el cual tiene la particularidad de que se puede accionar o detener sin afectar al movimiento del tractor por existir un - embrague independiente de la transmisión para la TDF.

La TDF ha tomado importancia relevante, a grado tal que ac - tualmente es la parte del tractor a partir de la cual se pueden

realizar las pruebas de potencia a los motores agrícolas.

Tales métodos de prueba se realizan en todo el mundo y se --
llevan a cabo en todas las marcas de tractores bajo condiciones
establecidas en cada país, aunque siempre bajo lineamientos in -
ternacionales.

Así como se tiene una metodología para determinar la poten -
cia en los tractores, se elaboran normas de diseño y fabricación
para la TDF, los principales aspectos que persiguen las normas -
referentes a esta parte del tractor, son el número de estrías --
del eje de salida, la velocidad que alcanza, el sentido de giro,
la ubicación en el ámbito espacial del tractor y su posición en
relación a la barra de tiro.

Si alguno de los aspectos anteriores no se cubre o se modi -
fica, el uso del nuevo producto queda en duda al no poder adap -
tarse a las máquinas existentes en el mercado.

Algunos de los equipos que pueden ser impulsados por la TDF
son: Segadoras, desvaradoras, fumigadoras y empacadoras, así co -
mo cosechadoras, molinos trituradores y bombas de agua, ya sea -
que el tractor permanezca estacionado o en movimiento.

Dado que numerosas operaciones de campo requieren el uso de

la toma de fuerza, se hace necesario tomar en cuenta algunas --- condiciones de operación.

Una de ellas se refiere al ángulo que se forma entre el eje de la TDF y la barra de transmisión, así como el ángulo entre la última y el eje de acoplamiento al implemento. Los ángulos mencionados deben ser lo más idénticos posibles; la orientación de las juntas universales es también fundamental, se tiene que cuidar que las horquillas estén orientadas en el mismo plano. Así mismo, la barra de transmisión se debe mantener nivelada, cuando se trabaja con implementos integrales, el implemento se sube o se baja para mantener la barra en posición horizontal; cuando se trata de implementos semiintegrales, la barra de transmisión se nivela controlando el implemento con las llantas del chasis del mismo.

La operación de implementos con TDF, como el manejo de cualquier máquina, implica la prevención de accidentes siguiendo las pertinentes reglas de seguridad. Dos accidentes comunes al trabajar con la toma de fuerza son, por un lado, el atrapamiento -- por un eje en movimiento y por otro, el que resulta del rompimiento de la barra de transmisión. Los accidentes de tal naturaleza se pueden evitar al cumplir con los cuidados de manejo adee

culos.

Otro aspecto muy importante a considerar es el que se refiere al mantenimiento del sistema de TDF, el cual a pesar de requerir poca atención, se le deben brindar las atenciones mínimas para aprovecharla al máximo durante su vida útil, es así que se recomienda el engrase de sus componentes, la revisión periódica de cojinetes, engranajes, válvulas, resortes, etc., para detectar posibles fallas en dichos elementos que pudieran afectar el correcto funcionamiento del sistema de TDF.

Aunque se han descrito algunas consideraciones en cuanto a condiciones de operación, reglas de seguridad y mantenimiento, es conveniente hacer el análisis previo específico a cada labor de campo y para cada tractor en particular, así como de la máquina que se va a impulsar.

RESUMEN

La toma de fuerza es un elemento integrante de los tractores agrícolas que proporciona movimiento de rotación a implementos y equipos útiles en el campo tales como segadoras, cosechadoras, empacadoras, fumigadoras, bombas de agua, molinos, ventiladores, etc.

Generalmente, el eje de salida de la TDF se localiza en la parte trasera del tractor, aunque hay modelos que tienen ejes de TDF en los costados o en la parte frontal, lo que se traduce en mayores ventajas para las unidades que las poseen.

Existen, por la velocidad que proporcionan, dos tipos de TDF la de 540 y la de 1000 rpm, mientras que por su forma de accionamiento, se tienen 4 tipos, la accionada por la transmisión, la continua, la independiente y la de velocidad relativa al suelo.

Una labor especial lo constituye la serie de actividades tendientes a determinar la potencia de los tractores, dentro de

las cuales, la prueba de la TDF ha tomado importancia relevante como punto de referencia para el mencionado objetivo.

Junto a los métodos de prueba, se elaboran normas de diseño y fabricación para el eje de TDF, las que son seguidas mundialmente por los fabricantes de tractores.

El eje de TDF por sí solo no permite accionar el implemento que se pretende impulsar, pues requiere de un elemento auxiliar, el que puede ser ya sea una polea o una barra de transmisión.

El más común es la barra de transmisión, que consta principalmente de juntas universales y una barra fija o deslizante. La barra de transmisión requiere de ciertas condiciones para funcionar correctamente, entre las cuales las más importantes son el ángulo de trabajo tanto vertical como horizontal, los cuales se pueden controlar manteniendo el tractor en línea recta y mediante el control de altura del implemento.

El manejo de implementos accionados con TDF, necesita ser cuidadoso para evitar posibles accidentes para lo que se han creado varias reglas de seguridad que persiguen dicho fin.

En lo que respecta al mantenimiento que se le brinda al sistema de TDF, se puede decir que es mínimo y únicamente se reduce a la revisión periódica de sus componentes evitando fallas impor

tantes que pudieran afectar el rendimiento del tractor en conjunto.

BIBLIOGRAFIA

1. AGROMAK. Sin fecha. Libro de partes del tractor Ford 6600.
AGROMAK. Publicación No. 850600. México. 112 p.
2. American Society of Agricultural Engineers. 1980. Agricultural -
ral engineers yearbook 1980-81. ASAE. Estados Unidos de -
América. 796 p.
3. Anaya, F. 1981. Curso básico para operadores del tractor Si -
dena 310 [C-I-81-FAR]. SIDENA. México. 94 p.
4. Anaya, F. 1984. Transmisión. Sidena 310 M [C-IV-81-FAR]. SI -
DENA. México. 94 p.
5. Angeles, P. 1981. La potencia en los tractores agrícolas. --
Primer curso de energía mecánica y administración de ma -
quinaria agrícola. UACH. México. 250 p.
6. Arnal, P.V. 1980. Tractores y motores agrícolas. Publicacio -
nes de extensión agraria. 1a. ed. España. 429 p.
7. Berlijn, J.D. 1982. Elementos de maquinaria agrícola. SEP-Tri -
llas. 1a. ed. México. 77 p.

8. Bittner, R.H. 1974. Fundamentos de funcionamiento de maquiná-
ria. Seguridad en la maquinária agrícola. Deere & Company
Ed. 1974. Estados Unidos de América. 326 p.
9. Borgman, D. 1974. Fundamentos de funcionamiento de maquinária.
Tractores. Ed. 1980. Deere & Company. Estados Unidos de -
América. 300 p.
10. British Standards Institution. 1980. Specifications for ---
power-take-off and drawbars on agricultural tractors. --
Standard BS 5861:1980. BSI. Inglaterra. 10 p.
11. Culpin, C. 1938. Farm machinery. Granada. 20a. ed. Canadá. -
450 p.
12. Deere & Company. 1969. Fundamentos de servicio. Transmisio -
nes de fuerza. Deere & Company, Ed. 1980. Estados Unidos
de América. 10 capítulos.
13. Deere & Company. 1979. Manual técnico de tractores 8430 y --
8630 TM 2549 (Feb-79). Deere & Company. Estados Unidos de
América.
14. Escobar, O. Sin fecha. Apuntes de administración en maquiná-
ria agrícola. INCA-RURAL-SARH. Sin fecha. México. 147 p.
15. Fábrica de Tractores Agrícolas. Sin fecha. Manual de repara-
ciones. Tractores Ford SE-3682. FTA. México. 3 secciones.

16. Fábrica de Tractores Agrícolas. Sin fecha. Manual del operador del tractor Ford 6600, FTA. México. 3 secciones.
17. Frank, R. 1977. Costos y administración de la maquinaria agrícola. Hemisferio Sur. 1a. ed. Argentina. 385 p.
18. Harris, S. 1965. Farm machinery and equipment. Mc Graw Hill. 6a. ed. Estados Unidos de América. 519 p.
19. Hunt, D. 1983. Maquinaria agrícola, rendimiento económico, costos, operaciones, potencia y selección de equipo. LIMUSA. 1a. ed. México. 455 p.
20. Instituto Nacional de Racionalización y Normalización. 1973. Toma de potencia tipo 1 a 540 rpm para tractores agrícolas. Norma española UNE 68-001-73. IRANOR. España. 2 p.
21. Instituto Nacional de Racionalización y Normalización. 1973. Toma de potencia tipo 2 a 1000 rpm para tractores agrícolas. Norma española UNE 68-002-73. IRANOR. España. 2 p.
22. Instituto Nacional de Racionalización y Normalización. 1973. Toma de potencia tipo 3 a 1000 rpm para tractores agrícolas. Norma española UNE 68-020-73. IRANOR. España. 2 p.
23. Kepner, R. 1972. Principles of farm machinery. AVI. 2a. ed. Estados Unidos de América. 519 p.

24. Liljedahl, J. 1984. Tractores, diseño y funcionamiento. LI - MUSA. 1a. ed. México. 432 p.
25. Meier, M. 1980. Enciclopedia de tecnología agropecuaria y -- forestal. Tomo III. Aedos. 1a. ed. España. 378 p.
26. Navas, G. 1986. Desarrollo de las condiciones técnicas pre - vias para la indagación de la transmisión de fuerza (mo - mento de giro) entre tractor y máquina de trabajo. Tesis UACH. México. 121 p.
27. Rider, A. 1976. Fundamentos de funcionamiento de maquiná - ria. Cosecha de heno y forraje. Deere & Company. Ed. 1976. Es - tados Unidos de América. 343 p.
28. Roth, L. 1975. An introduction to agricultural engineering. AVI. 5a. ed. Estados Unidos de América. 356 p.
29. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. 1983. Tractor - agrícola, determinación de potencia, métodos de prueba. - Norma oficial mexicana NOM-0-175/1-1983. SECOFIN-DGN. Mé - xico. 18 p.
30. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. 1983. Maquiná - ria agrícola, tractor, toma de potencia. Norma oficial -- mexicana NOM-0-186-1983. SECOFIN-DGN. México. 12 p.