

AS TRANSMISSÕES MECÂNICAS NOS TRATORES

Departamento de Agronomia

Alguns conceitos de física e mecânica

Força (F), expressa em Newton (N), define-se como **tudo o que é suscetível de mudar o estado de repouso ou movimento de um corpo, ou de provocar a sua deformação**. (<https://pt.wikipedia.org/wiki/In%C3%A9rcia>)

Qualquer força caracteriza-se por apresentar um ponto de aplicação, uma direção, um sentido e uma intensidade.

O trabalho de uma força (W), desde que esta tenha uma direção, sentido e intensidade constante, corresponde ao **produto da intensidade da força (F) pela projeção do deslocamento (d) do ponto de aplicação sobre a direção da força**, ou seja:

$$W = F * d * \cos \alpha$$

em que W é expressa em Joules, F em Newton e d em metros.

Departamento de Agronomia

Pressão, expressa em Pa, representa o **quociente entre a força exercida numa dada superfície e a área desta**; 1 Pa corresponde à pressão que resulta da aplicação de uma força de 1 N numa superfície de 1 m².

Os múltiplos do Pa são o:

- bar (1 bar = 100 000 Pa)
- megapascal (1 Mpa = 1 000 000 Pa).

O binário é o **conjunto de duas forças iguais e de sentido contrário que atuam perpendicularmente nas extremidades de um braço**. O momento do binário (M_c), expresso em N.m, é o produto da intensidade de uma dessas forças (F) pelo comprimento do braço (l), ou seja:

$$M_c = F * l$$

Departamento de Agronomia

Quando o binário motor é igual ao binário resistente a velocidade do trator mantém-se constante, quando é maior que o resistente o trator acelera e quando é menor o trator perde velocidade.

O trabalho de um binário, expresso em Joules, é produto do momento do binário (M_c) pelo deslocamento angular dado em radianos (α), ou seja:

$$W = M_c * \alpha = F * r * \alpha$$

Departamento de Agronomia

Velocidade é a distância linear percorrida na unidade de tempo; é, geralmente, definida em m / s, embora se utilize frequentemente o km / h.

O regime é a velocidade de rotação de um corpo girando em torno de um eixo, expresso em número de voltas por unidade de tempo, por exemplo, em rotações por minuto (rpm).

Velocidade angular, expressa em radianos por segundo (rad/s), é a velocidade (ω) de um corpo, animado de uma rotação uniforme em volta de um eixo, e que gira um radiano / s, ou seja:

$$1 \text{ rpm} = 2 \pi \text{ radianos} / \text{mn} (6.28 / 60) = 0.105 \text{ rad} / \text{s}.$$

Departamento de Agronomia

Potência (P) é a quantidade de trabalho produzida ou gasta na unidade de tempo (t), geralmente o segundo (s), ou seja:

$$P = W / t$$

A unidade de potência é o Watt (W), sendo $1 \text{ W} = 1 \text{ J} / \text{s}$; o seu múltiplo é o kW. O cavalo foi a unidade anteriormente utilizada ($1 \text{ cv} = 0.736 \text{ kW}$).

Departamento de Agronomia

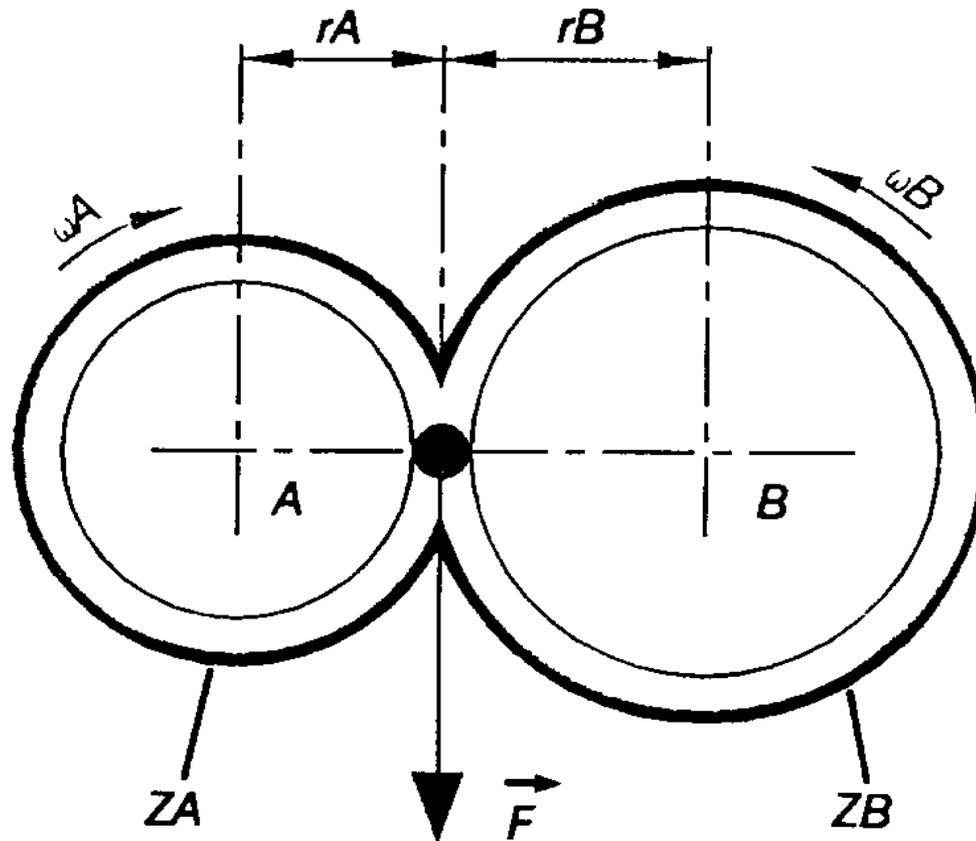
Considerando o trabalho resultante de um binário, a potência correspondente ao produto do momento do binário (M_c) pela velocidade angular (α / t) ou (ω) é dada por:

$$P = W / t = M_c * \alpha / t = M_c * \omega$$

A transmissão mecânica mais simples utiliza dois carretos de diâmetros diferentes, perfeitamente engrenados, sendo a relação de transmissão, designada por razão do trem de engrenagens, dado por:

$$- r = \omega B / \omega A$$

O valor de r negativo indica que os carretos giram em sentido inverso.



Representação de uma transmissão mecânica elementar

Departamento de Agronomia

Considerando o número de dentes do carreto A como Z_A e o de B como Z_B , e que a relação das velocidades de rotação dos dois carretos é igual à relação inversa do número de dentes, tem-se:

$$r = \omega_B / \omega_A = - Z_A / Z_B$$

o que equivale a dizer que, **para um dado ponto de contato dos carretos, passam o mesmo número de dentes durante um dado intervalo de tempo.**

Relativamente a um conjunto de carretos a razão do trem de engrenagens é dada pela relação entre a velocidade angular de saída e a de entrada, ou, entre o produto do número de dentes condutores e o produto do número de dentes conduzidos, ou seja:

$$r = \omega_f / \omega_i = \text{produto do } n^{\circ} \text{ de dentes condutores} / \text{produto do } n^{\circ} \text{ de dentes conduzidos}$$

Departamento de Agronomia

A transmissão do binário entre dois carretos processa-se da mesma forma que numa alavanca, sendo o ponto de contato o ponto de aplicação da força tangencial (F).

Assim, considerando a figura anterior, o binário no carreto A é dado por $F * r_A$ e no B por $F * r_B$, sendo o binário neste último superior pois o raio também o é.

A potência transmitida é dada por:

$$P = C * \omega$$

em que P é expresso em W, C em daN e ω em rad / s.

Departamento de Agronomia

A transmissão da potência permite adaptar o binário e a velocidade às condições de trabalho.

Exemplo:

Um trator de duas rodas motrizes com 73.9 kW de potência nominal, às 2300 rpm, um binário motor de 307 Nm, um rendimento à transmissão de 0.9 (90%) e com um raio, em carga, das rodas motrizes de 0.85 m, a trabalhar com uma charrua à velocidade de 6.6 km / h, permite obter os valores a seguir indicados.

Exemplo (cont):

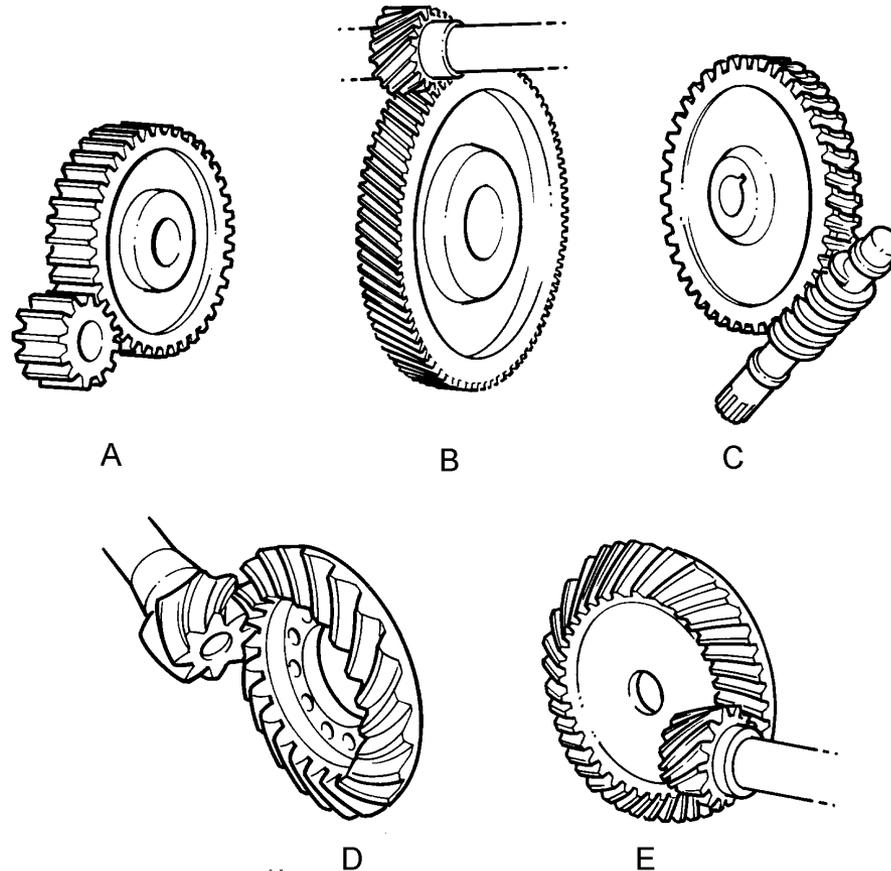
- potência de tração disponível em cada roda motriz = $(73900 * 0.9) / 2$
= 3 255 W;
- velocidade das rodas = $6600 / 3600 = 1.83$ m / s, a que corresponde uma velocidade angular de $(1.83 / (0.85 * 2 * \pi)) * 2 \pi = 2.15$ rad / s;
- binário aplicado a cada roda motriz = $33\ 255 / 2.15 = 15\ 467$ Nm;
- força de tração teórica (sem perdas por rolamento) = $(15\ 467 / 0.85) * 2$
= 36 393 N.

Departamento de Agronomia

A relação entre o binário nas rodas motrizes e o binário motor resulta da relação de transmissão em uso da caixa de velocidades, que deve permitir adaptar a potência do motor às condições de trabalho em tração, privilegiando, nas mobilizações, um binário elevado nas rodas que é fundamental para desenvolver maior força de tração.

A relação entre o binário na TDF e o binário motor resulta igualmente da relação de transmissão da TDF em uso mas as perdas na transmissão são inferiores às das rodas motrizes.

Comparando as TDF das 540 e 1000 rpm a 1ª desenvolve maior binário. Para equipamentos pouco exigentes em binário pode-se utilizar a TDF das 1000 rpm fazendo funcionar a TDF às 540 rpm.



A

B

C

D

E

Diferentes tipos de engrenagens

A- Carretos cilíndricos de dentes direitos B- Carretos cilíndricos de dentes helicoidais C- Coroa dentada e parafuso sem-fim D- Carretos cónicos helicoidais E- Carretos hipóides

Constituição de um trem hepicicloidal

Os trens hepicicloidais permitem diminuir o volume dos redutores, pois tornam possível substituir o carreto maior (conduzido) por uma roda de coroa, com dentes interiores, que está ligada ao veio de saída, que se encontra no seguimento do veio de entrada (veio do carreto condutor).

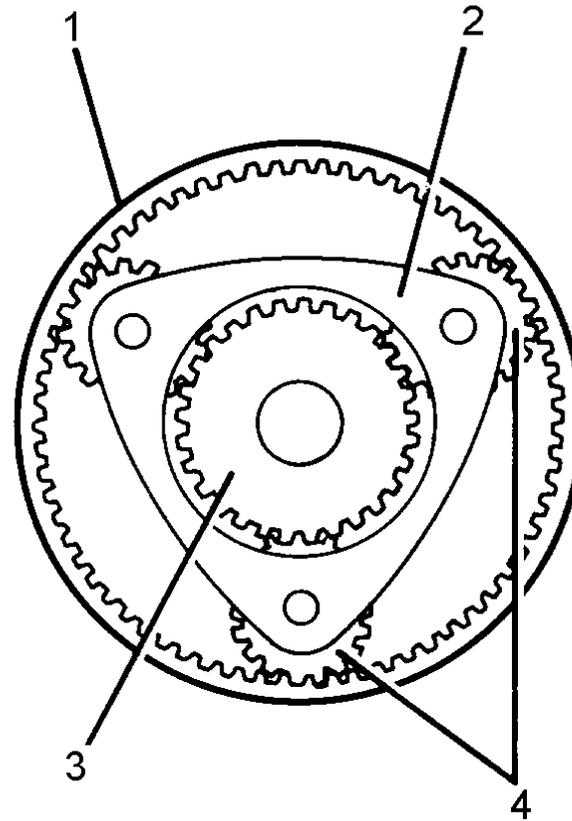
Este conjunto, em que os veios são coaxiais, forma um trem epicicloidal; esta designação deve-se à forma da trajetória percorrida por um ponto da circunferência de um satélite em relação à roda de coroa, durante o movimento desta.

Constituição de um trem hepicycloidal (cont)

Um trem hepicycloidal é constituído por um carreto central, designado por planetário ou solar, carretos intermédios, que giram loucos no seu eixo, que são os satélites, e a roda de coroa.

A designação de satélites prende-se com o movimento que estes carretos têm quando a roda de coroa não roda, pois giram em torno do seu eixo e deslocam-se no interior da roda de coroa e à volta do planetário, à semelhança do movimento da terra em torno do sol.

Para um maior equilíbrio estes trens têm mais que um satélite cujos eixos se reúnem num mesmo porta - satélites.



Representação esquemática de um trem hepicicloidal

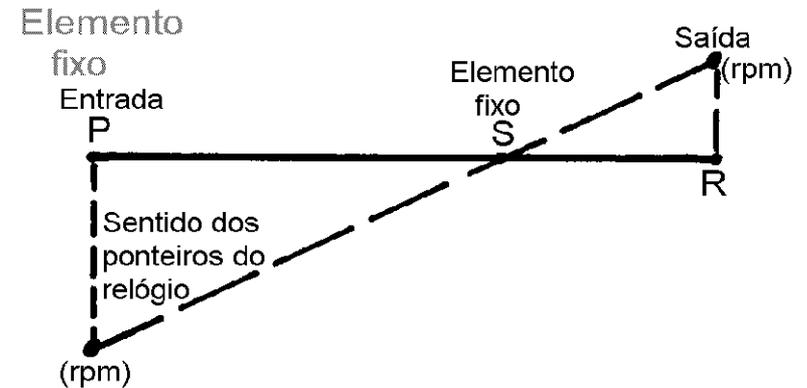
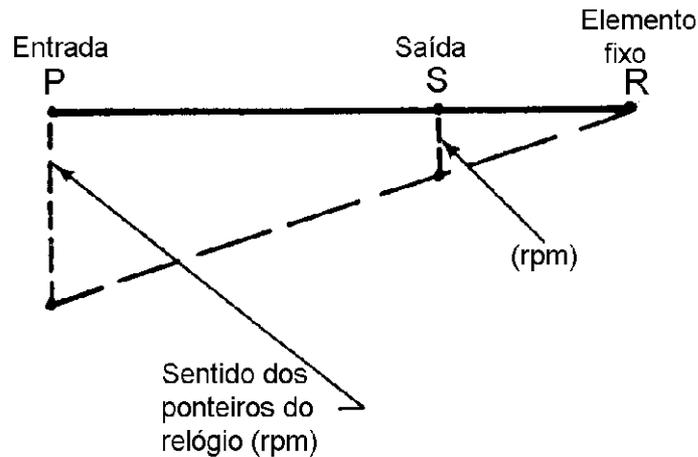
1- Roda de coroa 2- Porta - satélites 3- Planetário 4- Satélites

Departamento de Agronomia

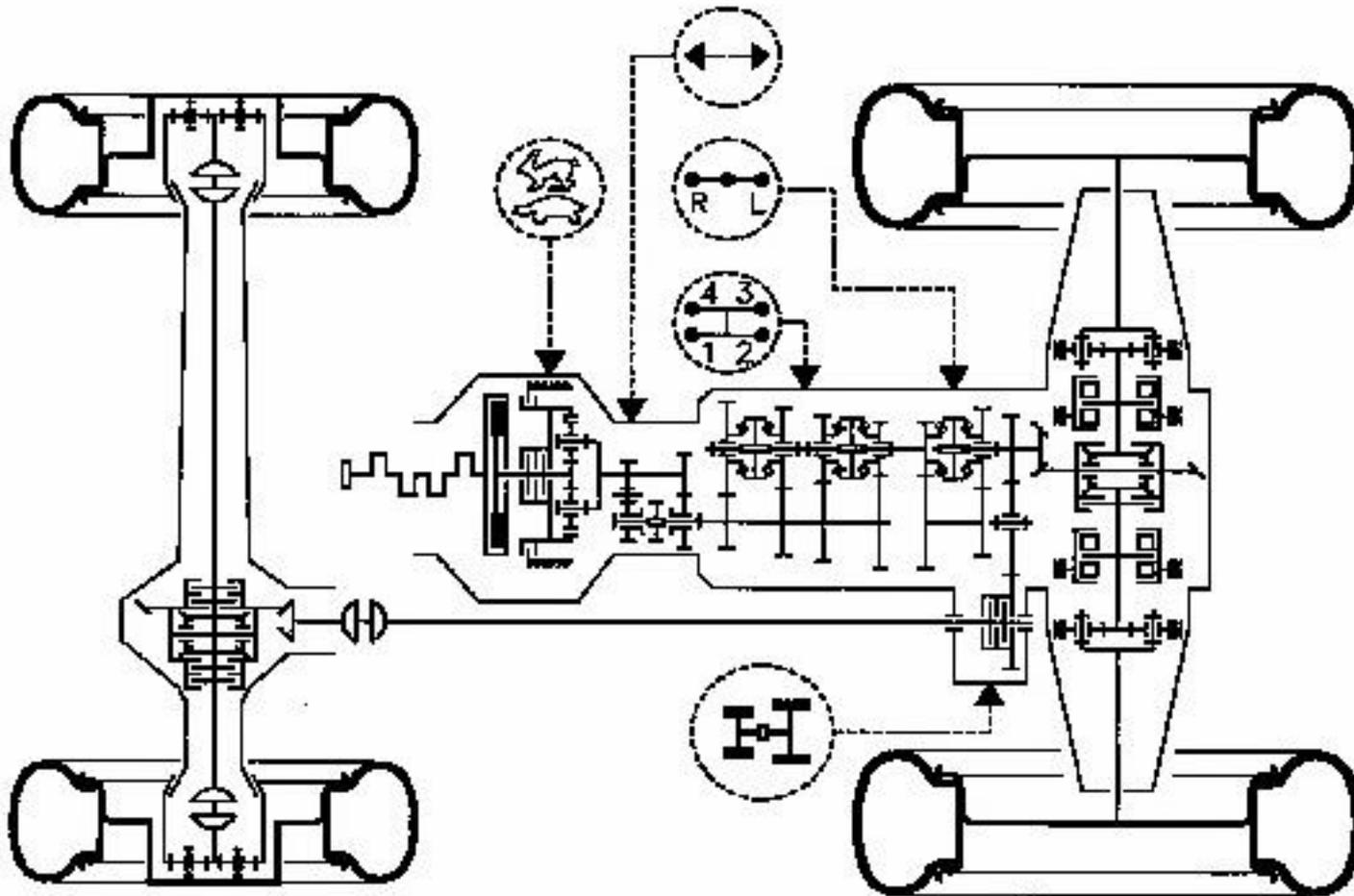
Variação da quantidade de movimento de um trem epicycloidal em que a roda de coroa tem 60 dentes e o planetário 20.

Entrada do movimento	Peça fixa	Saída do movimento	Relação entre o regime do veio de saída e o de entrada	r: redução m: multiplicação	Inversão s:sim n:não
Planetário	Coroa	Porta-satélites	1/4	r	n
Planetário	Porta-satélites	Coroa	1/3	r	s
Coroa	Planetário	Porta-satélites	3/4	r	n
Coroa	Porta-satélites	Planetário	3	m	s
Porta-satélites	Planetário	Coroa	4/3	m	n
Porta-satélites	Coroa	Planetário	4	m	n

Departamento de Agronomia



**Representação vetorial do movimento num trem epicicloidal
P- planetário S- porta-satélites R- roda de coroa**



Representação da cadeia cinemática de um trator de quatro rodas motrizes

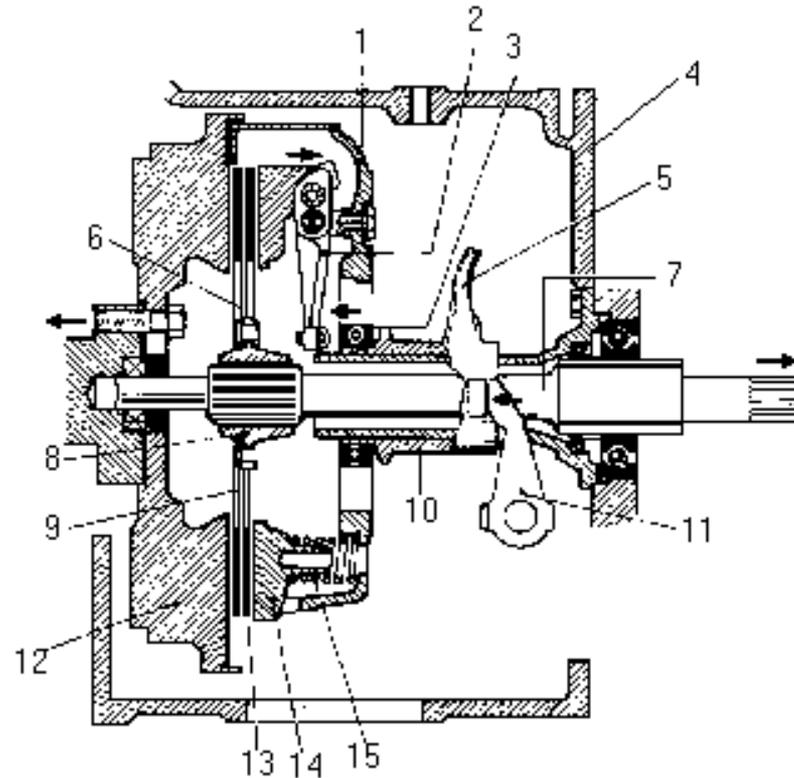
As transmissões mecânicas para as rodas motrizes

A cadeia de transmissão (componentes):

- embraiagem;
- caixa de velocidades;
- ponte traseira;
- ponte dianteira

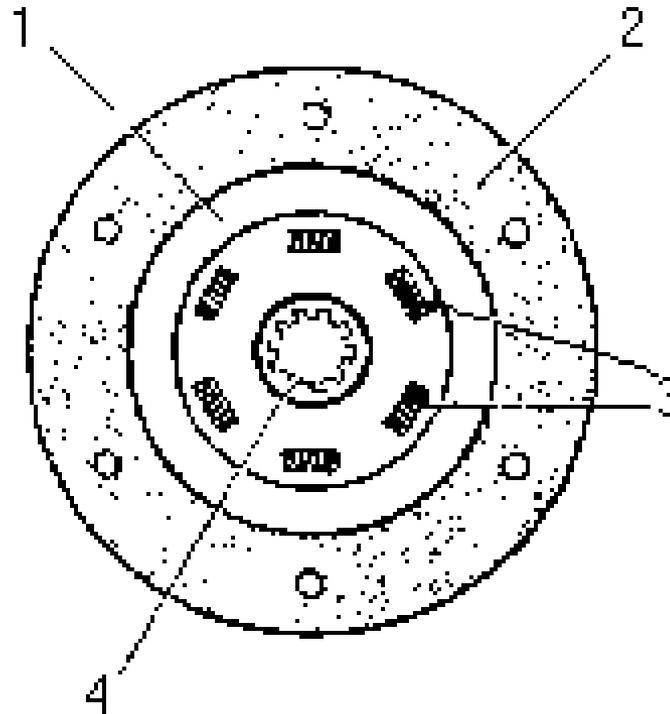
Tipos de embraiagens:

- embraiagem **monodisco de simples efeito**;
- embraiagem de **dois discos e duplo efeito**;
- embraiagem de **dois discos e comandos separados**;
- embraiagem **multidiscos**.



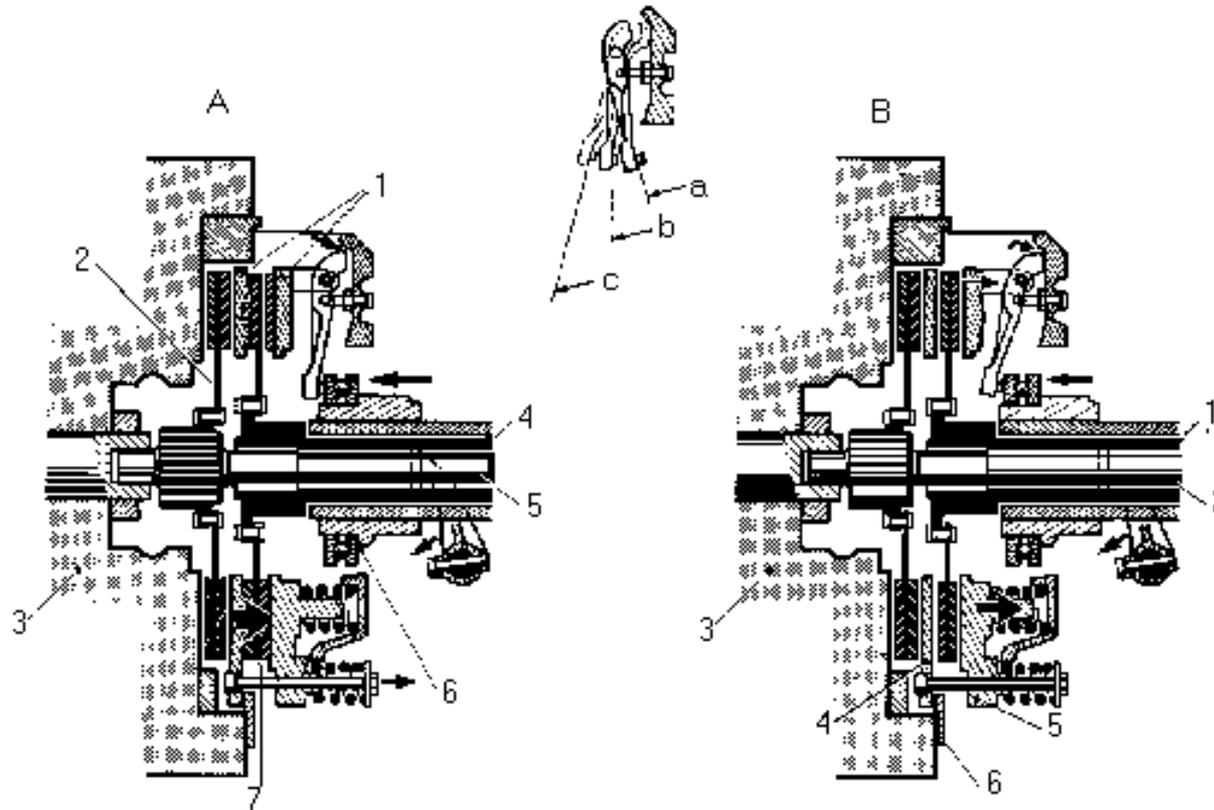
Representação de uma embraiagem monodisco a seco.

1- Tampa da embraiagem 2- Alavanca da embraiagem 3- Rolamento de encosto 4- Cárter da embraiagem 5- Copo de lubrificação 6- Disco da embraiagem 7- Veio primário 8- Núcleo do disco 9- Disco de embraiagem 10- Manga deslizante 11- Garfo 12- Volante motor 13- Guarnições 14- Prato de pressão 15- Molas da embraiagem



Representação de um disco de embraiagem.

1- Disco 2- Guarnição 3- Molas de amortecimento 4- Núcleo



Esquema de uma embraiagem de dois discos e duplo efeito.

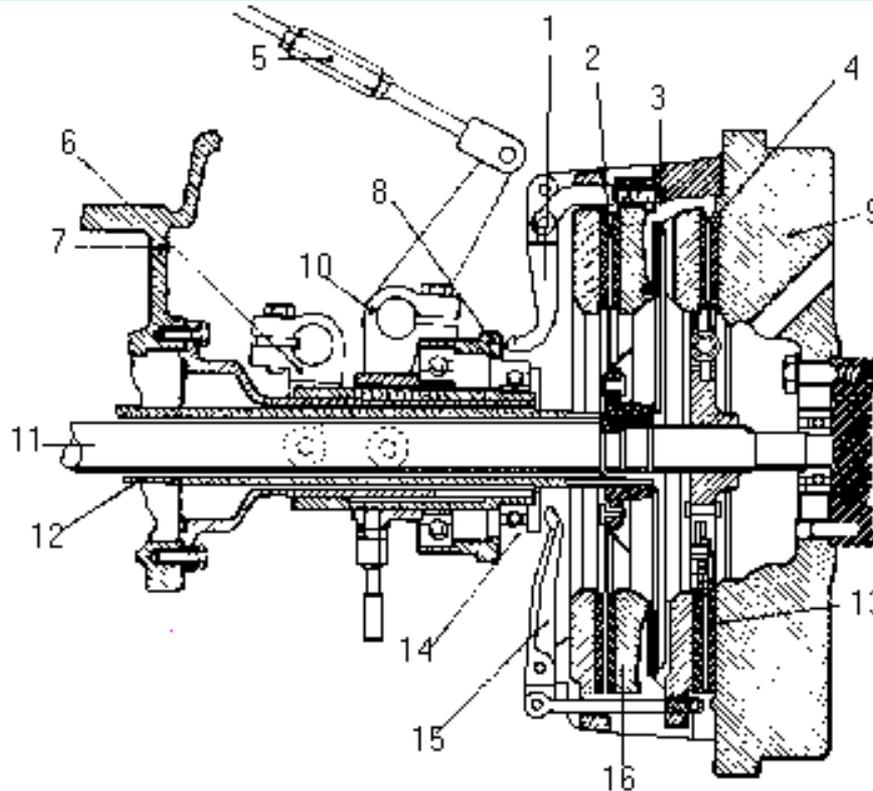
a- dois discos acionados; b- disco esquerdo liberto; c- dois discos são libertos

A: 1- Prato de pressão 2- Disco do avanço 3- Volante motor 4- Veio da TDF

5- Veio primário da caixa 6- Rolamento de encosto 7- Disco da TDF

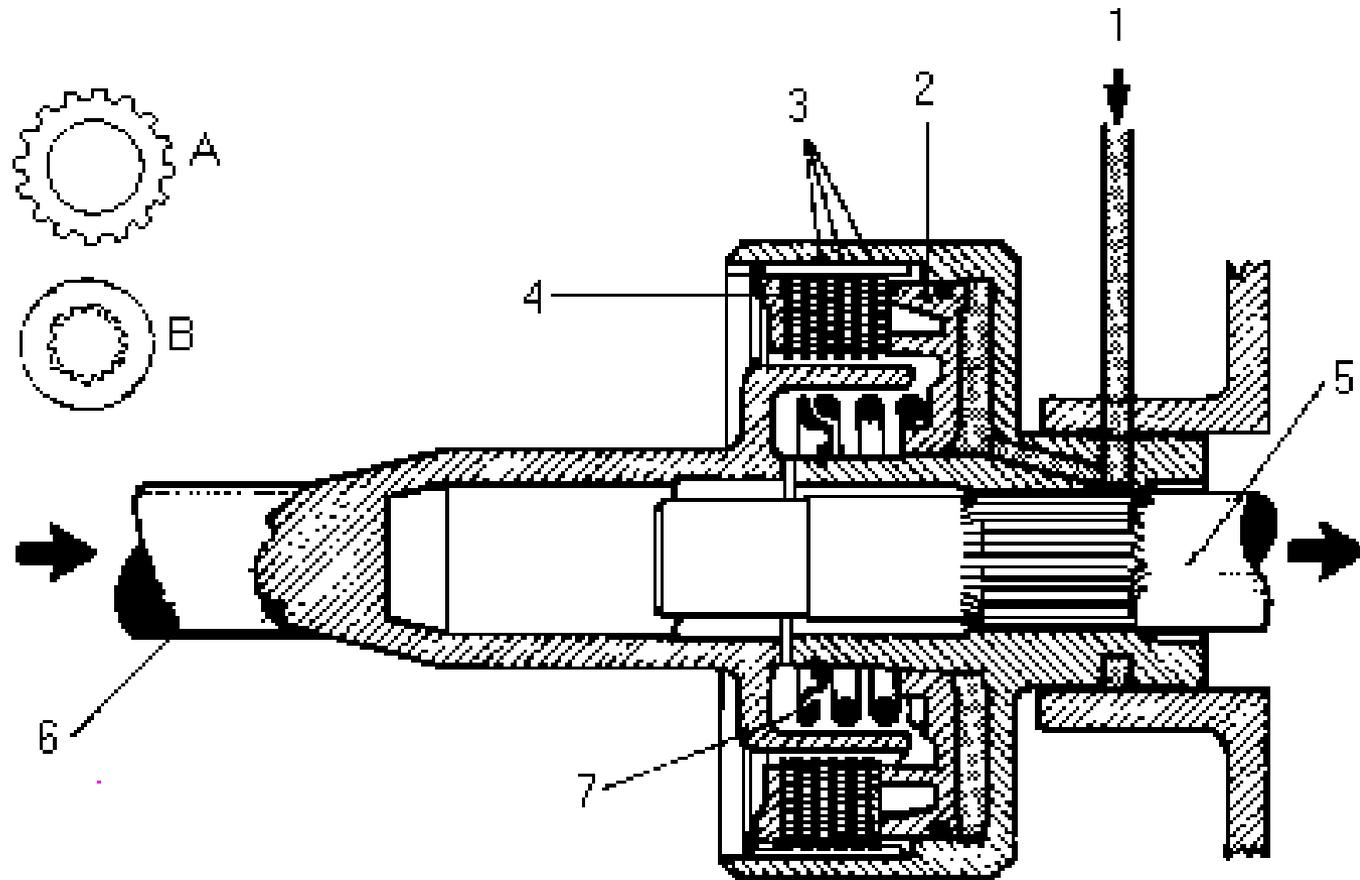
B: 1- Veio para a TDF 2- Veio primário da caixa 3- Volante motor 4- Prato de pressão intermédio 5- Prato de pressão 6- Batente do prato intermédio

Departamento de Agronomia



Representação de uma embraiagem de **dois discos e comandos separados**.

- 1- Alavanca do mecanismo B
- 2- Disco de embraiagem B
- 3- Mola de diafragma
- 4- Prato de pressão da embraiagem A
- 5- **Comando manual da embraiagem B**
- 6- Garfo da embraiagem A
- 7- Cárter da embraiagem
- 8- Batente do rolamento da embraiagem B
- 9- Volante motor
- 10- Garfo da embraiagem B
- 11- Veio primário da caixa
- 12- Veio da TDF
- 13- Disco da embraiagem A
- 14- Rolamento de encosto da embraiagem A
- 15- Alavancas da mecanismo A
- 16- Prato de pressão da embraiagem B



Representação de uma embraiagem multidiscos em banho de óleo.

A- Disco conduzido B- Disco condutor

1- Chegada de óleo 2- Êmbolo 3- Discos de embraiagem 4- Prato da embraiagem

5- Veio da TDF 6- Veio condutor 7- Mola de afastamento do êmbolo

Caixa de velocidades

Elemento da transmissão que permite desmultiplicar o regime motor por forma a adaptá-lo às diferentes condições de trabalho.

A potência motor é transmitida segundo um binário e velocidade às rodas motrizes:

- binário tanto mais elevado quanto maior for a desmultiplicação;
- velocidade tanto mais elevada quanto menor for a desmultiplicação, ou seja, mais alta for a relação de transmissão.

Caixa de velocidades (cont)

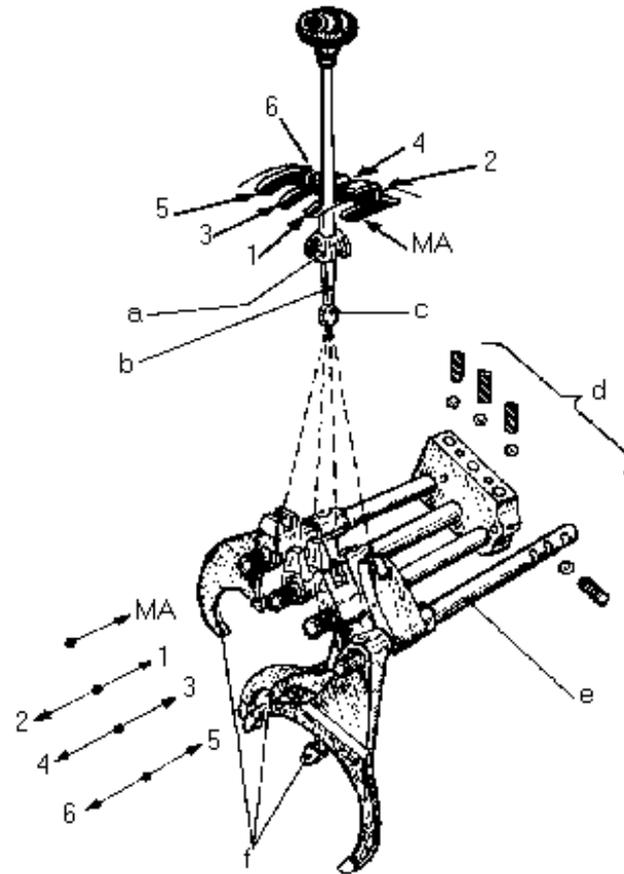
Caixa de velocidades convencional

Conjunto de carretos que podem estar permanentemente engrenados ou não (caixas de carretos deslizantes).

Permitem obter uma dada relação de transmissão ou um ponto morto (interrupção do movimento).

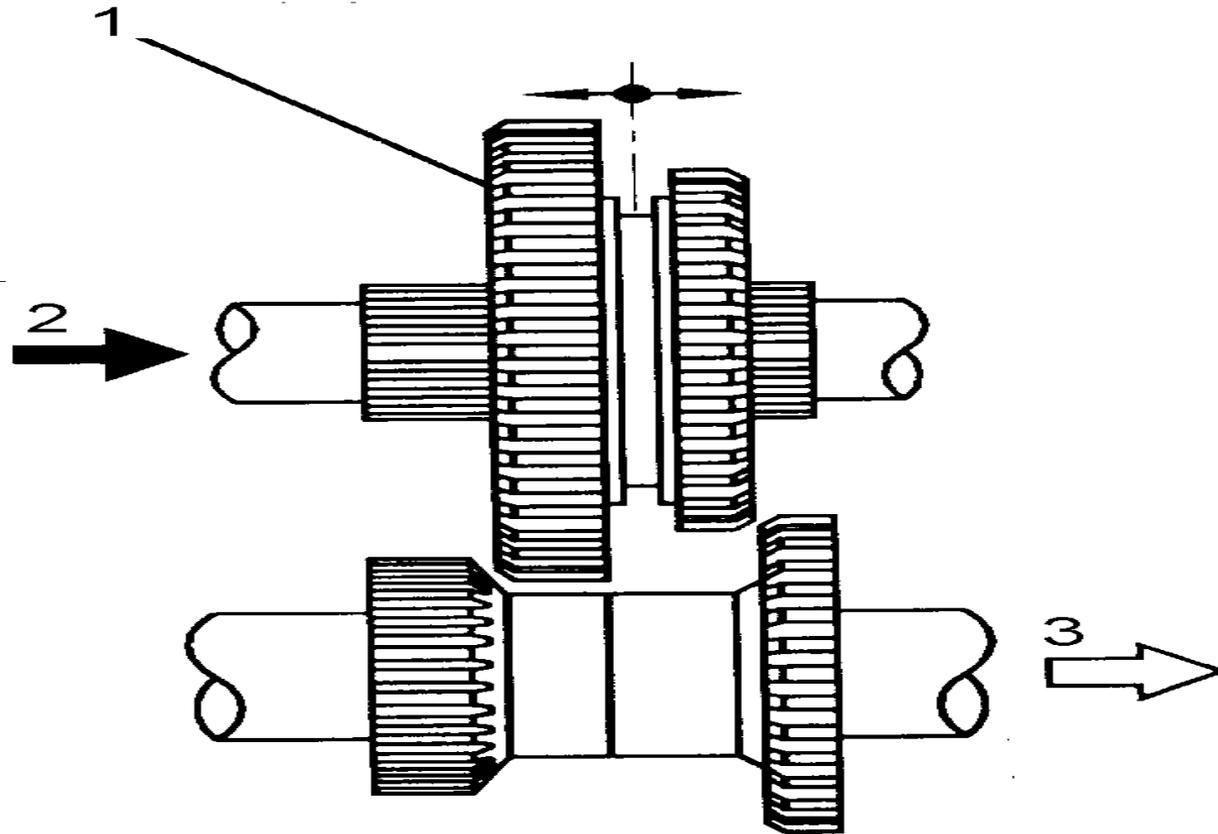
Nas caixas de carretos permanentemente engrenados os dentes são helicoidais o que permite um funcionamento mais silencioso; este tipo de dentes não pode ser utilizado nas caixas de carretos deslizantes porque os dentes helicoidais exercem uma reação axial que dificulta o engrenar e desengrenar das relações.

Nas caixas de carretos deslizantes estes apresentam os dentes direitos.



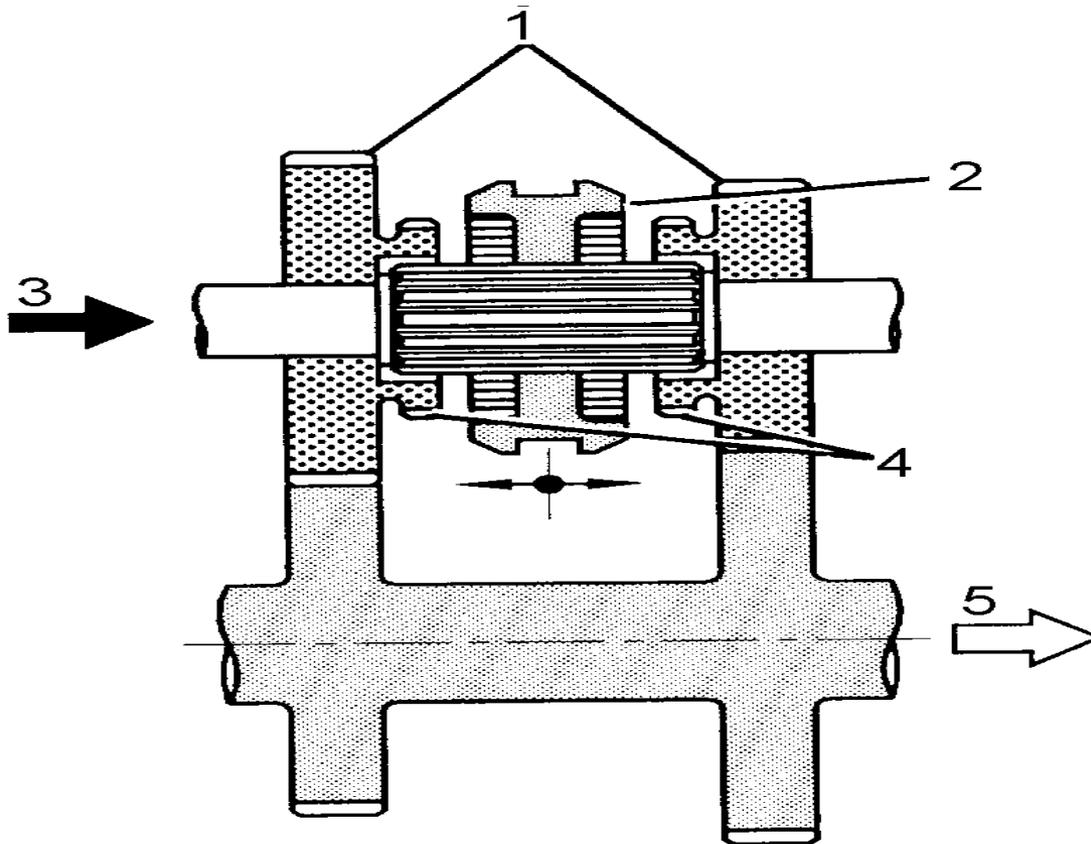
Esquema de um dispositivo seletor de velocidades de uma caixa com seis relações de transmissão para a frente e uma para trás.

a- Rótula b- Seletor das velocidades c- Dedo de seleção d- Bloco de fixação e- Eixo dos garfos f- Garfos



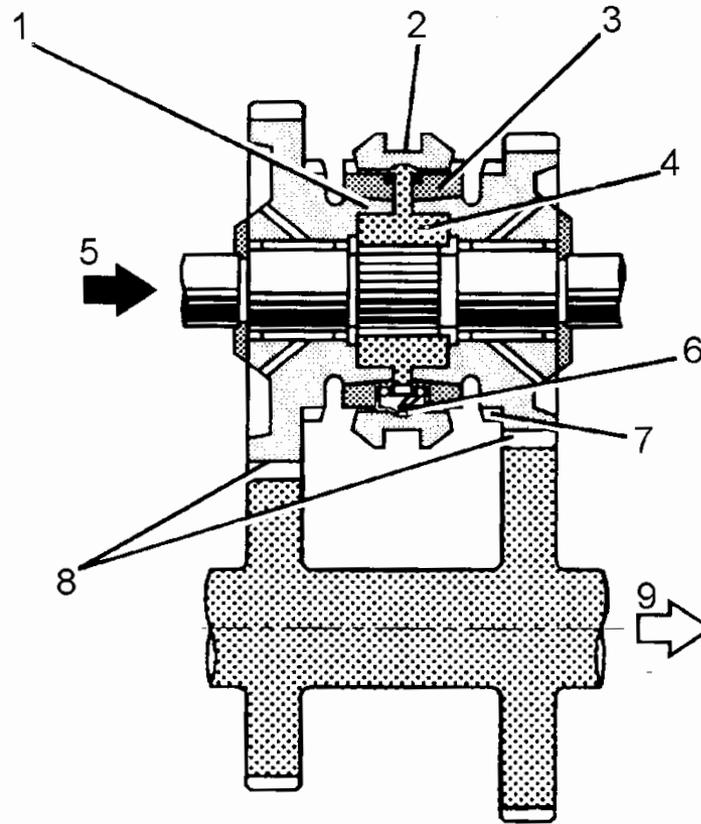
Representação de um par de carretos deslizantes

1- Carretos deslizantes 2- Veio primário 3- Veio secundário



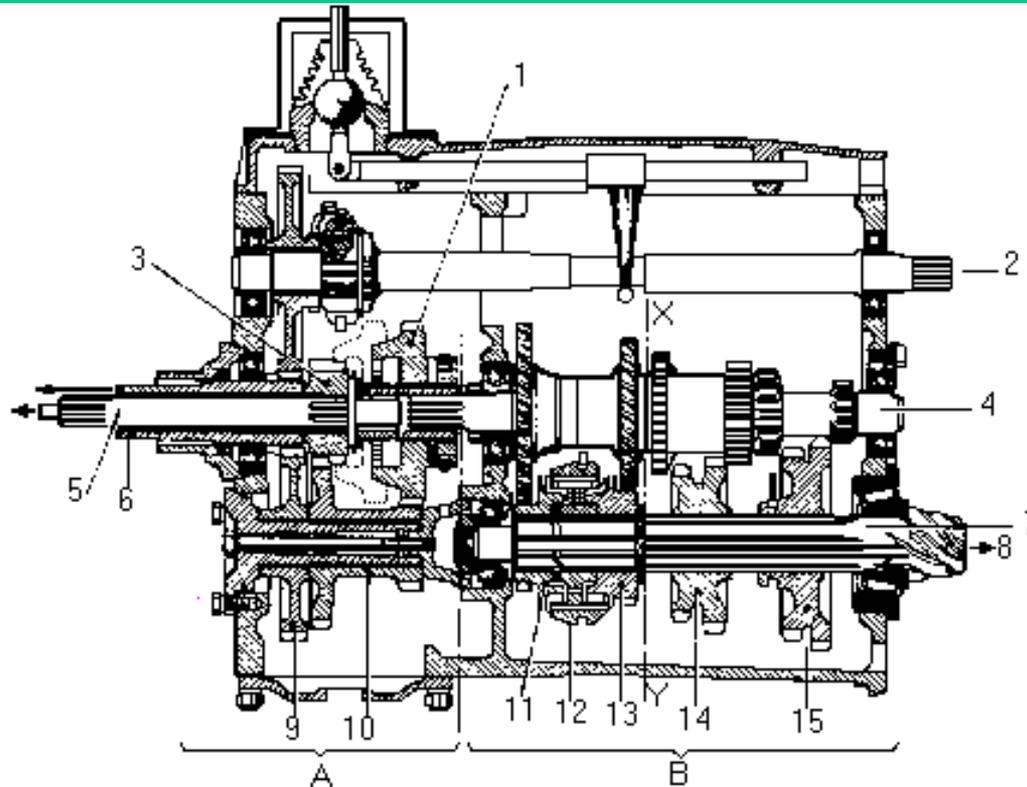
Representação da transmissão de movimento em carretos permanentemente engrenados utilizando uma **manga deslizante**.

1- Carretos 2- Manga deslizante 3- Veio primário 4- Dentes laterais de engrenamento
5- Veio secundário



Representação da transmissão de movimento em carretos permanentemente engrenados utilizando **um sincronizador**

- 1- Cone de sincronização 2- Sincronizador 3- Ligação cónica intermédia
4- Núcleo deslizante 5- Veio primário 6- Trinco 7- Dente de transmissão
8- Carretos loucos 9- Veio secundário.



Esquema de uma caixa de velocidades com 10 relações de transmissão

A- Caixa de pré-seleção B- Caixa com seis relações de transmissão

1- Carreto deslizante 2- Veio da TDF 3- Carreto de desmultiplicação 4- Veio intermediário 5- Veio primário 6- Veio da TDF 7- Veio secundário 8- Movimento para o diferencial 9- Carreto para acionamento da TDF ventral 10- Trem intermediário de desmultiplicação 11- Carreto da 6ª velocidade 12- Sincronizador da 5 e 6ª velocidade 13- Carreto da 5ª velocidade 14- Trem deslizante da 3 e 4ª velocidade 15- Trem deslizante da 1 e 2ª velocidade

Caixa de velocidades com amplificadores de tração e semi-automáticas

A mudança de relação de transmissão em carga só é possível com utilização de amplificadores de tração e com uma caixa de velocidades semi-automática, vulgarmente designadas por « Power-Shift», pois nas convencionais é necessário interromper a cadeia de transmissão, o que conduz à diminuição ou paragem do trator , desgaste acentuado da embraiagem, perdas de tempo, etc.

Amplificadores de tração

Os amplificadores de tração, também designados por redutores de velocidade, são montados em complemento das caixas de velocidades convencionais e permitem aumentar para o dobro ou triplo, o número de relações de transmissão e modificar, em carga, estas relações, sem interromper o movimento de avanço do trator ; estes dispositivos podem ser montados conjuntamente com um inversor do sentido de deslocamento.

Principais amplificadores de tração:

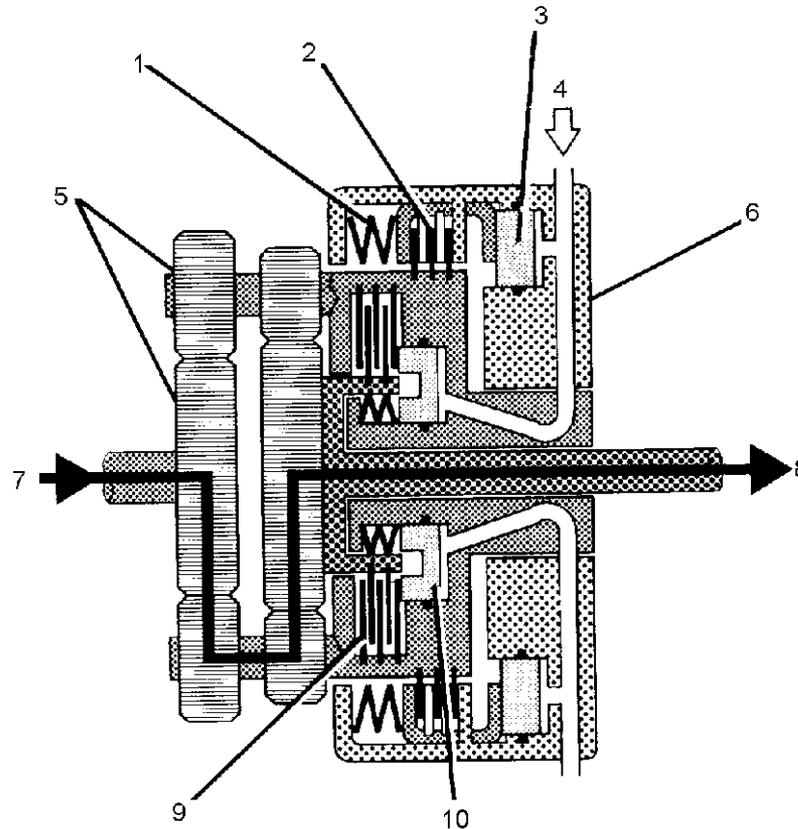
- sistema «Hi-Lo»;
- sistema «Dual Power»;
- sistema «Tractoshift».

O sistema amplificador «Hi-Lo»

O sistema «Hi-Lo», é constituído por dois conjuntos de carretos redutores axiais e dois conjuntos multidiscos, em que um é uma embraiagem que permite ligar (desligar) o porta-satélites com o veio de saída; a operação de embraiar é feita hidraulicamente e a de desembraiar mecanicamente, por molas.

O segundo conjunto funciona de travão, imobilizando o porta-satélites e tornando-o solidário com o cárter da transmissão; a operação de imobilização do porta-satélite é efetuada ao contrário da anterior, ou seja, mecanicamente por molas e a libertação dos discos por pressão hidráulica. O conjunto de discos da embraiagem permite que o sistema funcione em posição "alta (normal)" «Hi» e os discos dos travões em posição "baixa (lenta)" «Lo».

Departamento de Agronomia



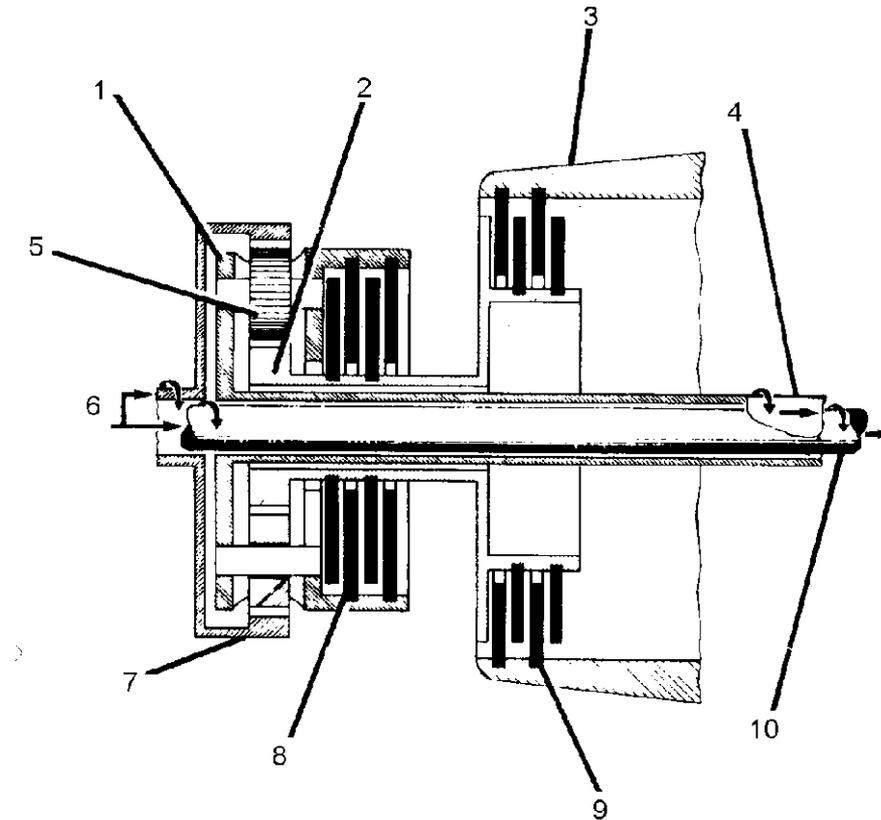
Esquema de um dispositivo amplificador de tração «Hi-Lo» da John Deere.

**1- Mola 2- Freio multidiscos 3- Êmbolo 4- Pressão de comando
5- Carretos redutores 6- Carter 7- Entrada do movimento 8- Saída do movimento 9- Embraiagem multidiscos 10- Êmbolo**

O sistema amplificador «Dual Power»

Este sistema é caracterizado por ser montado antes da caixa de velocidades convencional, é constituído por:

- um trem epicicloidal no qual a roda de coroa é condutora, o porta-satélites conduzido e o planetário fixo ou móvel conforme a combinação desejada;
- uma embraiagem e um sistema de travagem multidisco comandados hidraulicamente, permitindo a primeira tornar solidário o carreto central e o porta-satélites, por forma a obter-se a gama normal, e o segundo, imobilizar o carreto central com o cárter das transmissões, para se obter a gama ampliada (lenta).



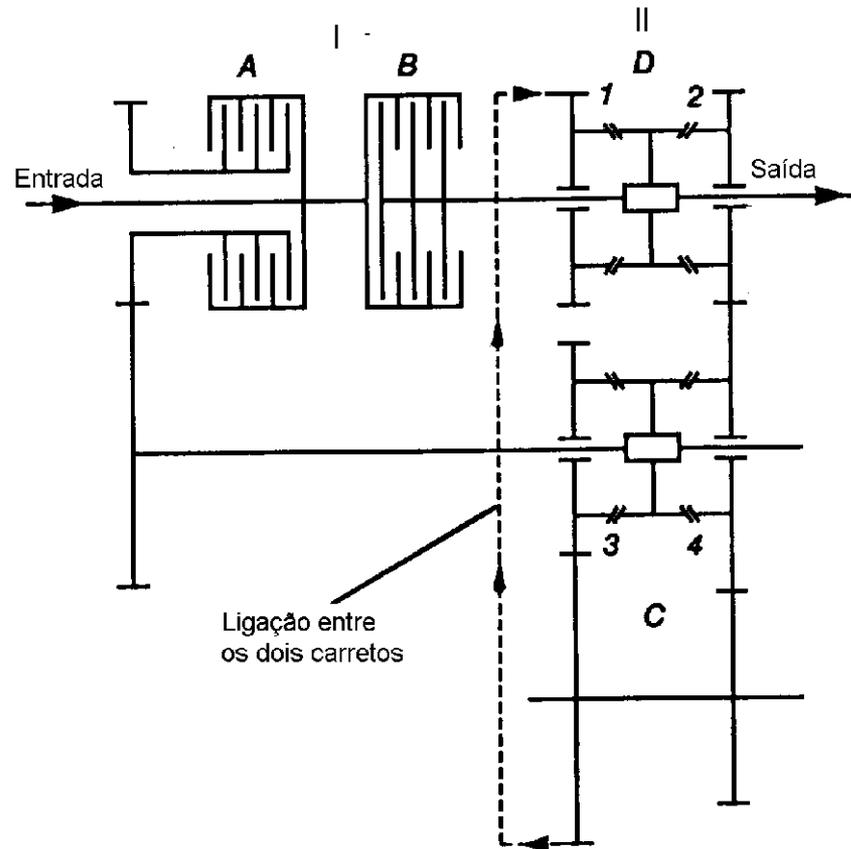
Representação de um amplificador de tração «Dual Power» da Ford
1- Porta-satélites 2- Planetário 3- Cárter fixo da transmissão 4- Veio primário da caixa de velocidades 5- Satélites 6- Motor 7- Roda de coroa 8- Embraiagem multidiscos 9- Travões multidiscos 10- Veio da TDF.

O sistema amplificador «Tractoshift»

Este sistema encontra-se colocado entre a caixa de velocidades propriamente dita e a caixa de pré-selecção, e permite alterar a relação de transmissão obtendo-se quatro relações de transmissão, ou seja, uma rápida, uma normal, uma lenta e a inversão do sentido do movimento; o funcionamento deste sistema é semelhante a uma caixa de velocidades semi-automática pois não é necessário desembraiar o motor da transmissão.

Diferentes combinações das relações de transmissão de um sistema amplificador-inversor de tracção «Tractoshift»

Combinação seleccionada	Relação obtida	Embraiagem accionada	Posição do sincronizador
Para a frente:			
rápido	1.2	A	C4 e D2
normal	1	B	C3 e D2 (inactivos)
lento	0.8	A	C3 e D2
Para trás	1	A	C3 e D1



Representação esquemática de um amplificador-inversor de tração «Tractoshift»

I- Embraiagens multidiscos; II- Sincronizadores, 1, 2, 3, 4- Carretos

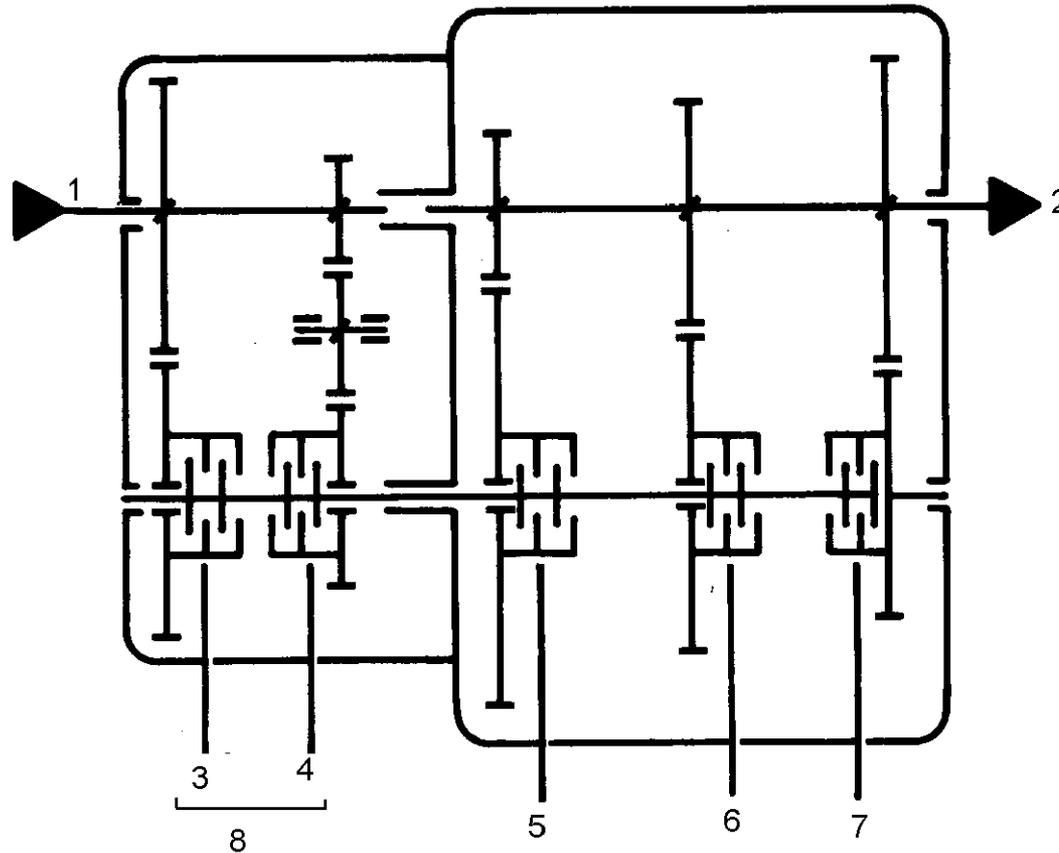
Caixa de velocidades semi-automáticas

As caixas de velocidades semi-automáticas, também designadas por caixas de velocidades «powershift», permitem alterar as relações de transmissão em carga, sem desembraiar, portanto sem interromper a transmissão da potência do motor; o termo «powershift» significa mudança da relação de transmissão sob potência.

Nos tratores que dispõem destas caixas, que podem substituir as convencionais, é possível escolher, sem interrupção da cadeia de transmissão, a velocidade de tração que melhor se ajuste a cada trabalho, ou mesmo inverter o sentido de marcha.

Caixa de velocidades semi-automáticas (cont)

Considerando o esquema anexo constata-se que existem três relações para a frente e três para trás, e que todos os carretos se encontram permanentemente engrenados, tornando-se solidários com o veio intermédio por embraiagens multidiscos; esta operação é executada pelo operador do seu posto de condução não sendo necessário utilizar a embraiagem principal.



Representação geral de uma caixa de velocidades «Powershift»

1- Entrada do movimento 2- Saída do movimento 3- Embraiagem para deslocamento para a frente 4- Embraiagem para deslocamento para trás 5- 3ª RT 6- 2ª RT 7- 1ª RT 8- Inversor

Transmissão da caixa para as rodas

Transmissão da caixa para as rodas (componentes):

- par cónico;
- diferencial;
- redutores finais;
- ponte dianteira.

Par cónico

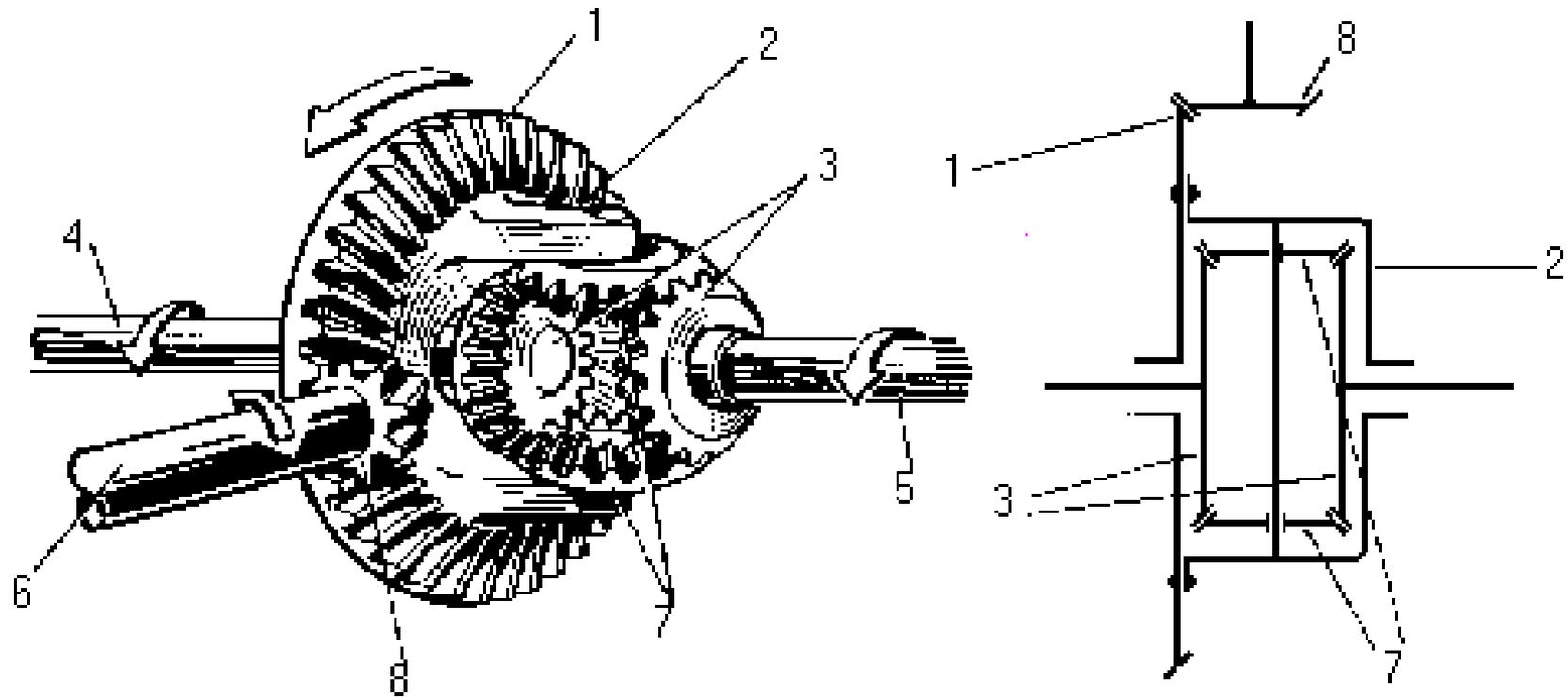
O par cónico, cujos carretos têm dentes cónicos helicoidais, **permite converter o movimento longitudinal do motor em movimento transversal para cada um dos semieixos**; os dentes cónicos helicoidais suportam maiores binários que os direitos e facilitam a lubrificação.

Diferencial

O diferencial é o elemento que permite às duas rodas motrizes girarem à mesma velocidade quando o trator se desloca em linha reta ou a velocidades diferentes nas curvas, sem patinar, absorver potência e prejudicar a direção.

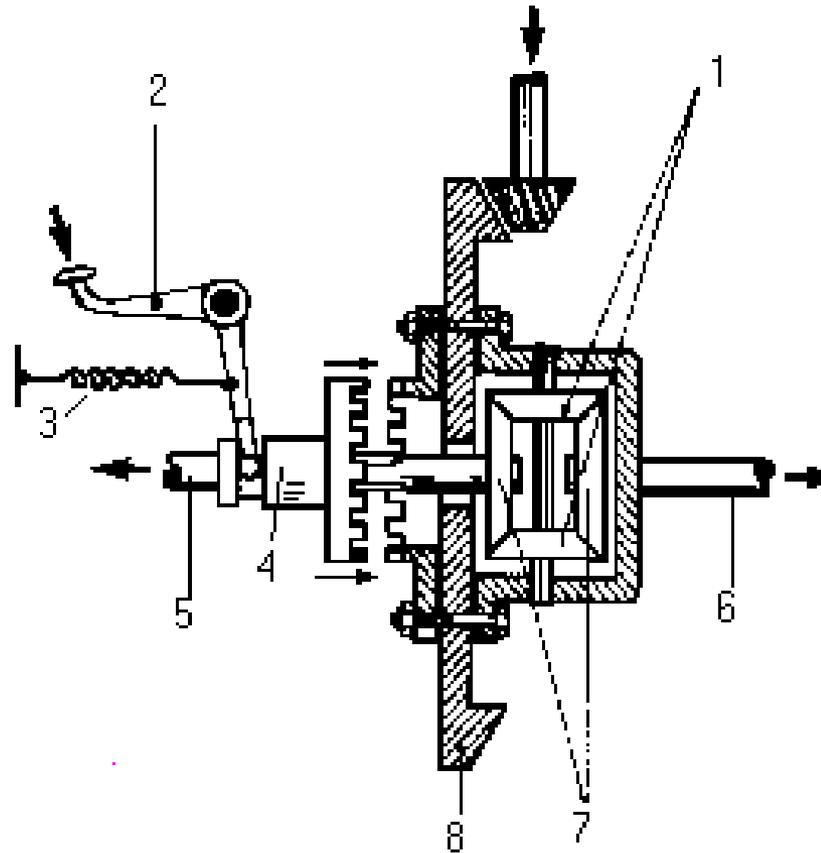
Constituição do diferencial:

- **planetários**, dois carretos cónicos solidários com os semieixos das rodas;
- **satélites**, dois ou mais carretos, com o mesmo passo que os anteriores, que giram loucos em eixos montados na caixa do diferencial, que é solidária com a **roda de coroa**;
- **pinhão de ataque**, carreto de dentes helicoidais que está colocado na extremidade do veio secundário da caixa de velocidades.



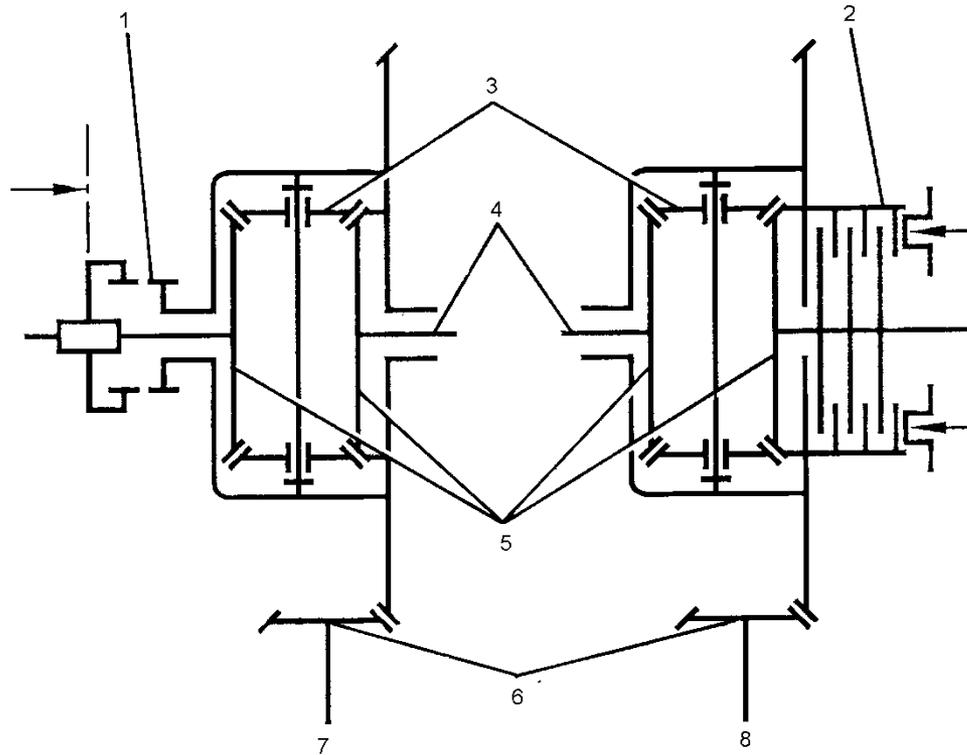
Representação de um par cónico e diferencial.

1- Roda de coroa 2- Cárter do diferencial 3- Planetários 4- Semieixo direito
5- Semieixo esquerdo 6- Veio secundário 7- Satélites 8- Pinhão de ataque



Representação de um dispositivo de **bloqueio do diferencial**.

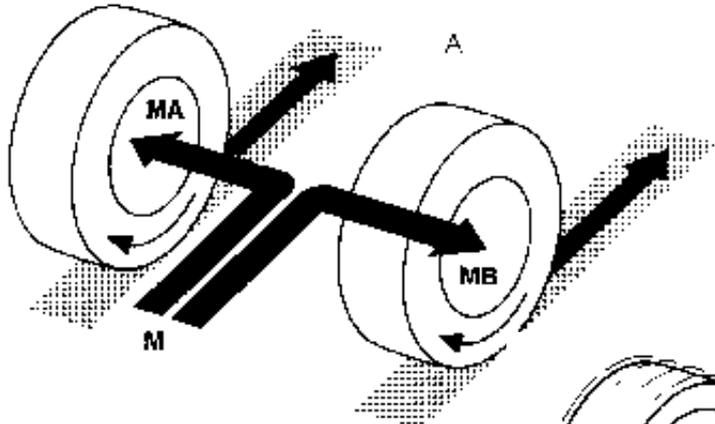
1- Satélites 2- Pedal de comando 3- Mola de chamada 4- Manga com dentes laterais
5- Semieixo esquerdo 6- Semieixo direito 7- Planetários 8- Roda de coroa



Diferencial e seu bloqueio (**bloqueio mecânico e bloqueio hidráulico**)

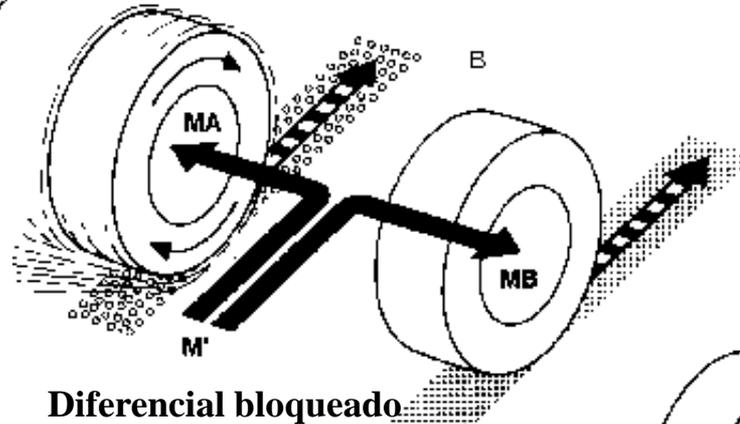
- 1- Carreto do bloqueio 2- Embraiagem de comando hidráulico 3- Satélites
4- Semieixos 5- Planetários 6- Par cônico 7- Bloqueio por carreto 8- Bloqueio por embraiagem

Departamento de Agronomia



Comportamento do diferencial conforme a aderência das rodas

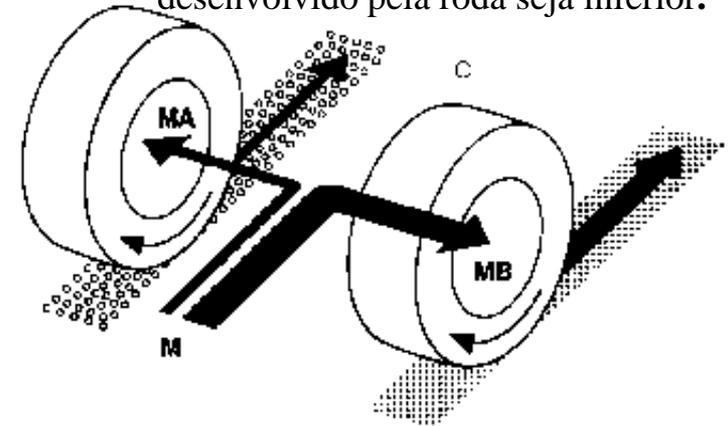
A aderência ao solo igual
O binário nas rodas é igual pelo que ambas as rodas desenvolvem a mm força de tração.



Diferencial bloqueado.
As rodas desenvolvem o mm binário mas como a aderência ao solo é menor no rodado esquerdo este mantém o mm regime mas a força de tração diminui.

Diferencial não bloqueado

O binário na roda direita é superior, pois o pneu tem maior aderência ao solo, e a roda esquerda devido à falta de aderência faz com que o binário desenvolvido pela roda seja inferior.

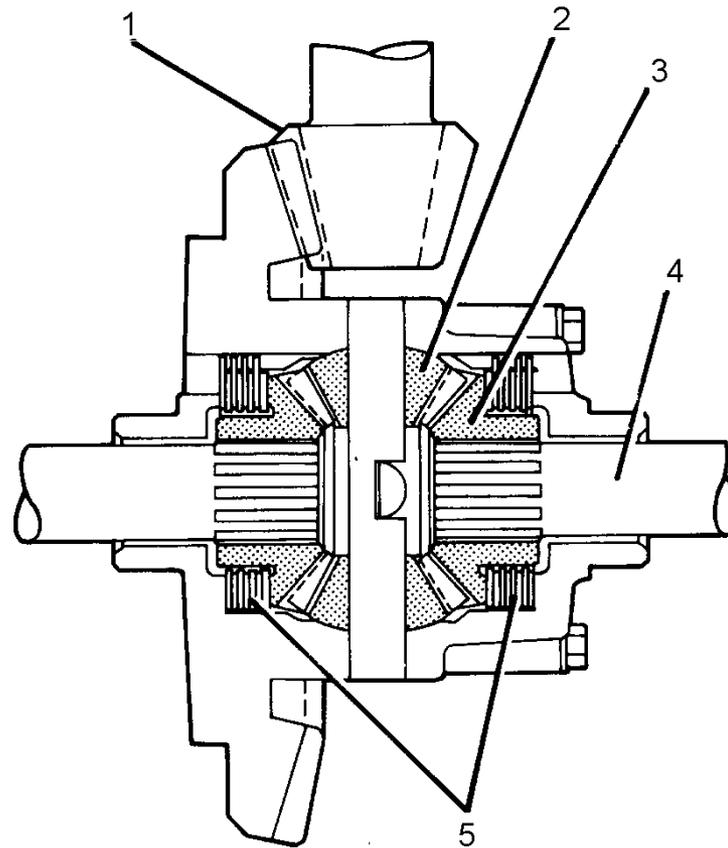


IMPORTANTE: Na situação em que não se está a usar o bloqueio do diferencial existe um equilíbrio entre o binário desenvolvido pela roda e a aderência ao solo. Se uma das rodas patinar (não tem aderência) o trator não avança.

Relativamente ao bloqueio do diferencial este pode ser acionado pelo operador ou automático.

No primeiro caso, o sistema de funcionamento é semelhante ao da ponte traseira, sendo geralmente acionados em simultâneo, podendo os automáticos ser de diferencial com escorregamento limitado ou “NON SPIN”.

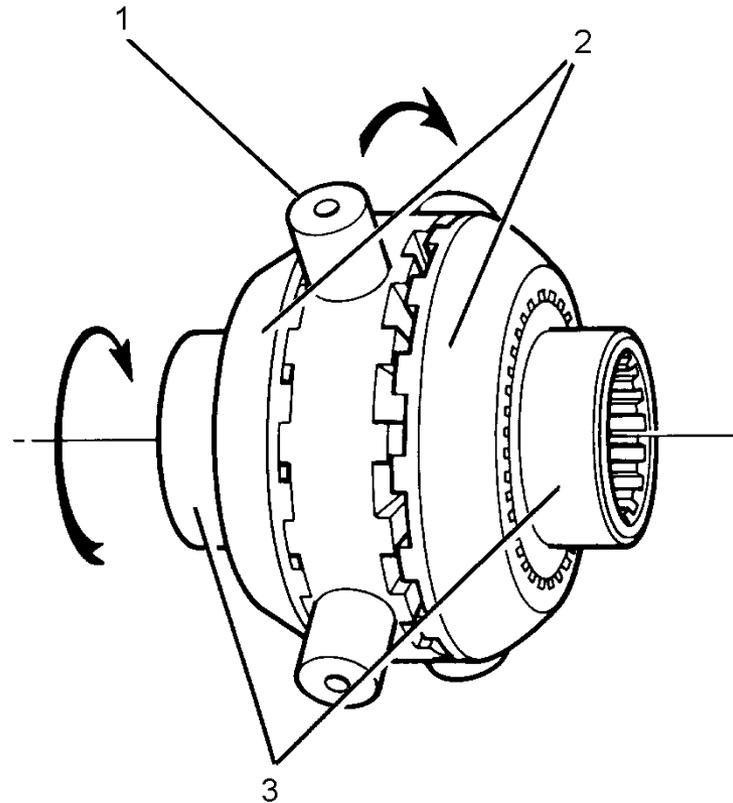
- com escorregamento limitado (ver fig.) ou diferencial autoblocante apresenta uma embraiagem multidisco entre o planetário e a caixa do diferencial. Quando o binário nos semieixos é diferente, resultante de diferentes escorregamentos das rodas, a reação dos dentes cónicos do planetários comprimem os discos contra a caixa do diferencial bloqueando-o.



Representação de um diferencial de escorregamento limitado.

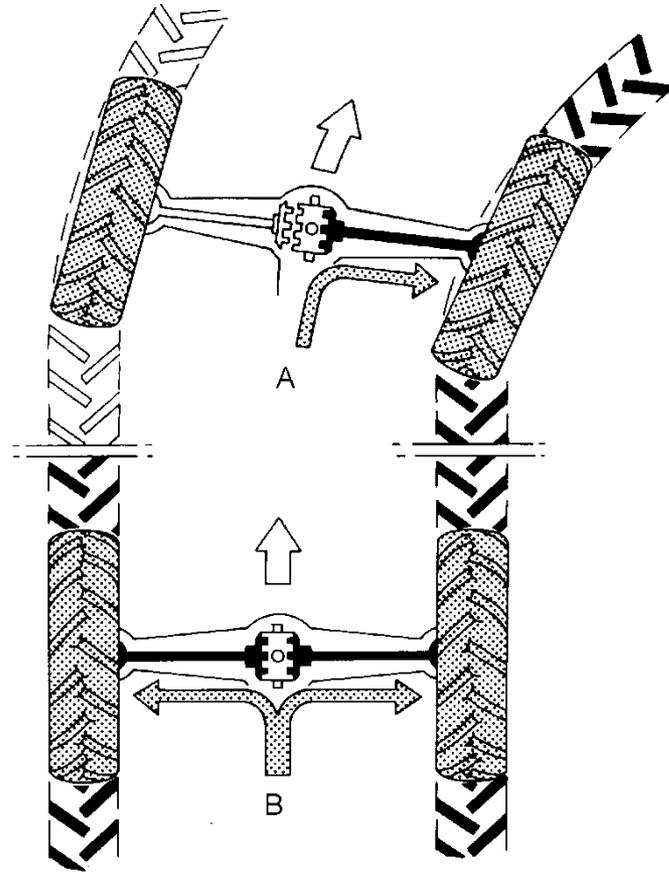
1- Par cónico 2- Satélite 3- Planetário 4- Semieixo 5- Discos de fricção

- sistema “NON SPIN” (ver fig.) apresenta uma conceção diferente pois permite que em tração, em linha reta, as duas rodas permaneçam solidárias, mesmo que tenham diferentes aderências, mas nas curvas a roda exterior é liberta, permanecendo apenas a interior motriz.



Representação de um dispositivo **auto-blocante NO- SPIN**

1- Mecanismo condutor 2- Pratos deslizantes dentados - Mangas dos semi-eixos



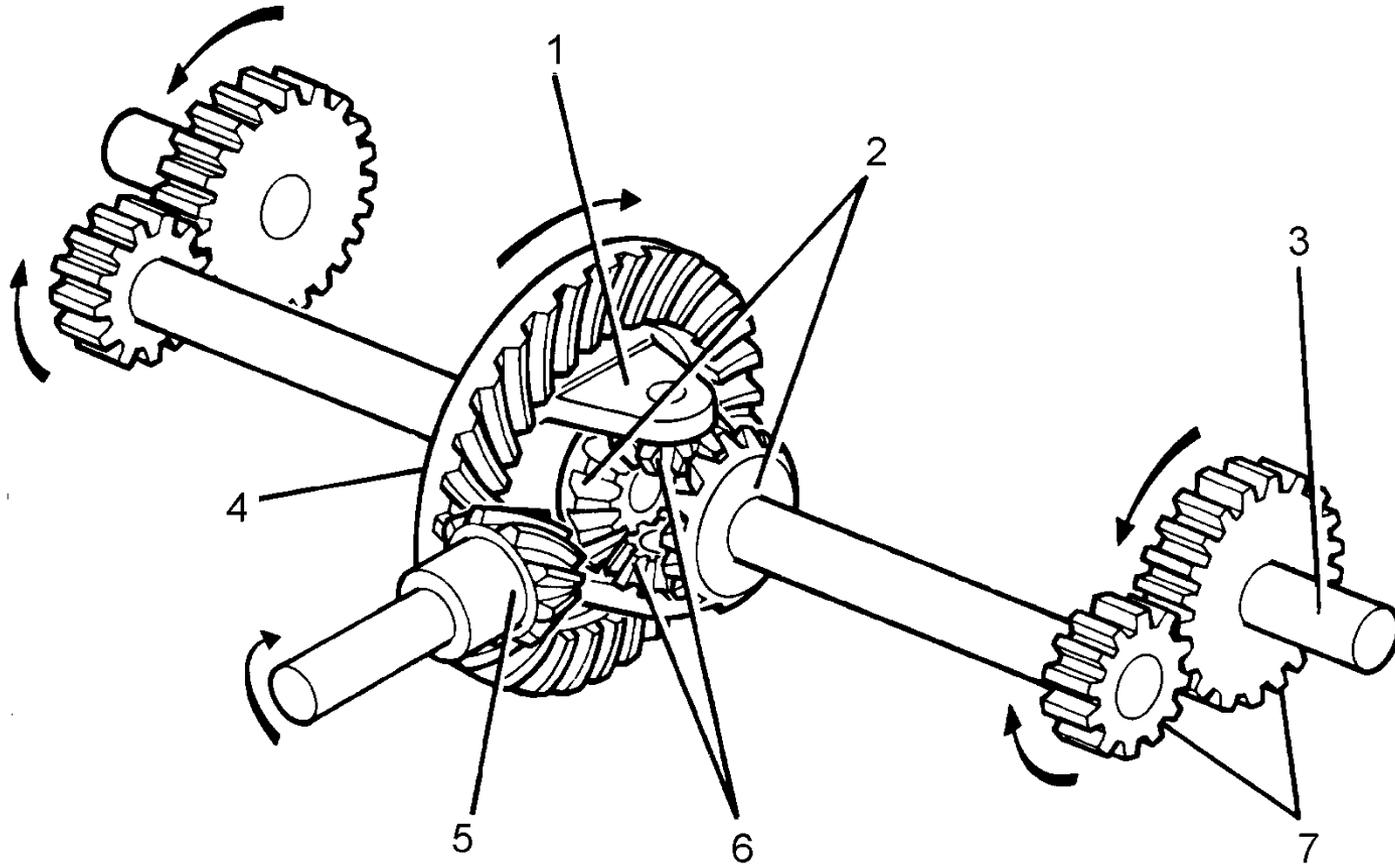
Princípio de ação do **sistema NO-SPIN**
A- tração em viragem B- tração em linha reta

Redutores finais

São trens de engrenagens simples ou hepíclóidais, colocados entre o diferencial e as rodas motrizes, têm como **objetivo principal desmultiplicar ainda mais o regime motor, aumentando-se o binário disponível nas rodas.**

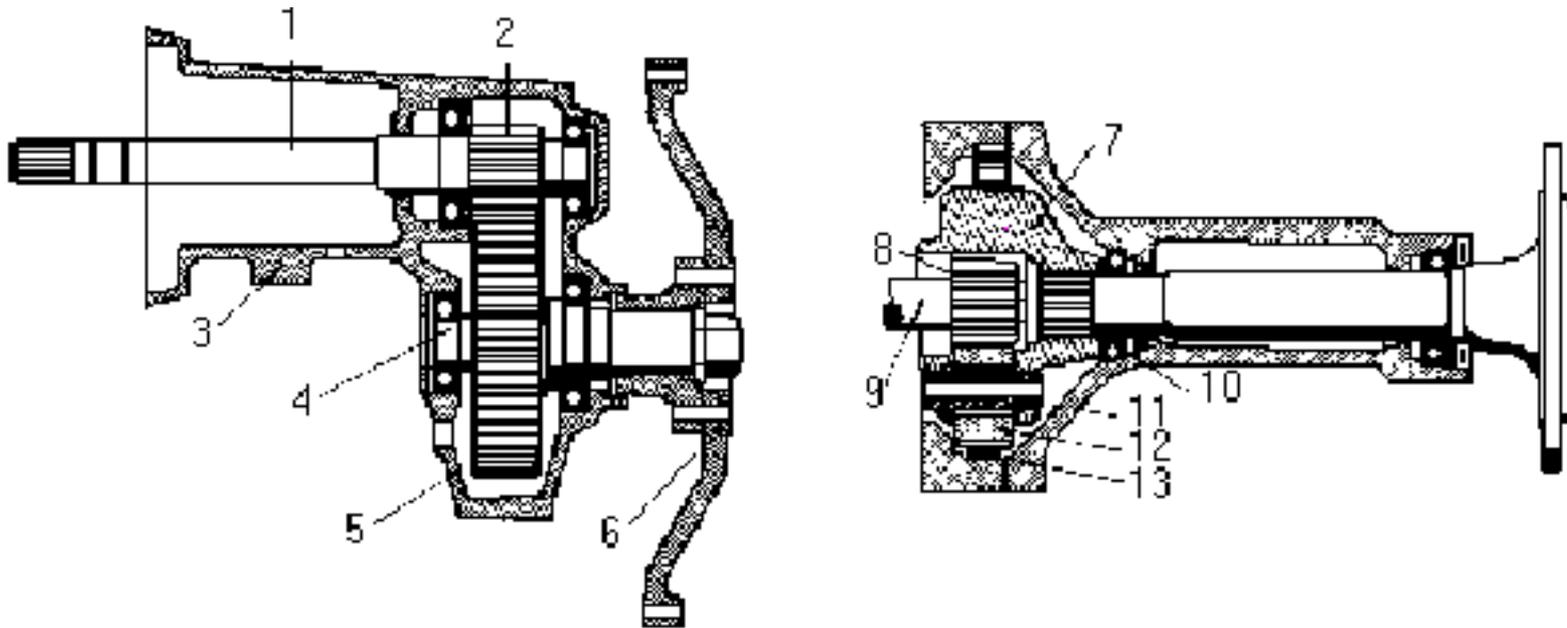
Os redutores finais permitem tb diminuir o binário a que os carretos, nomeadamente os da caixa de velocidades, estão sujeitos assim como aumentar o espaço livre inferior do trator.

A diferença da colocação do redutor final junto ao diferencial ou às rodas prende-se, fundamentalmente, com o binário que os semieixos podem suportar.



Diferencial e redutores finais

1- Caixa do diferencial 2- Planetários 3- Veio da roda 4- Roda de coroa 5- Pinhão de ataque 6- Satélites 7- Redutores finais



Redutor final de carretos com dentes diretos colocado junto à roda.

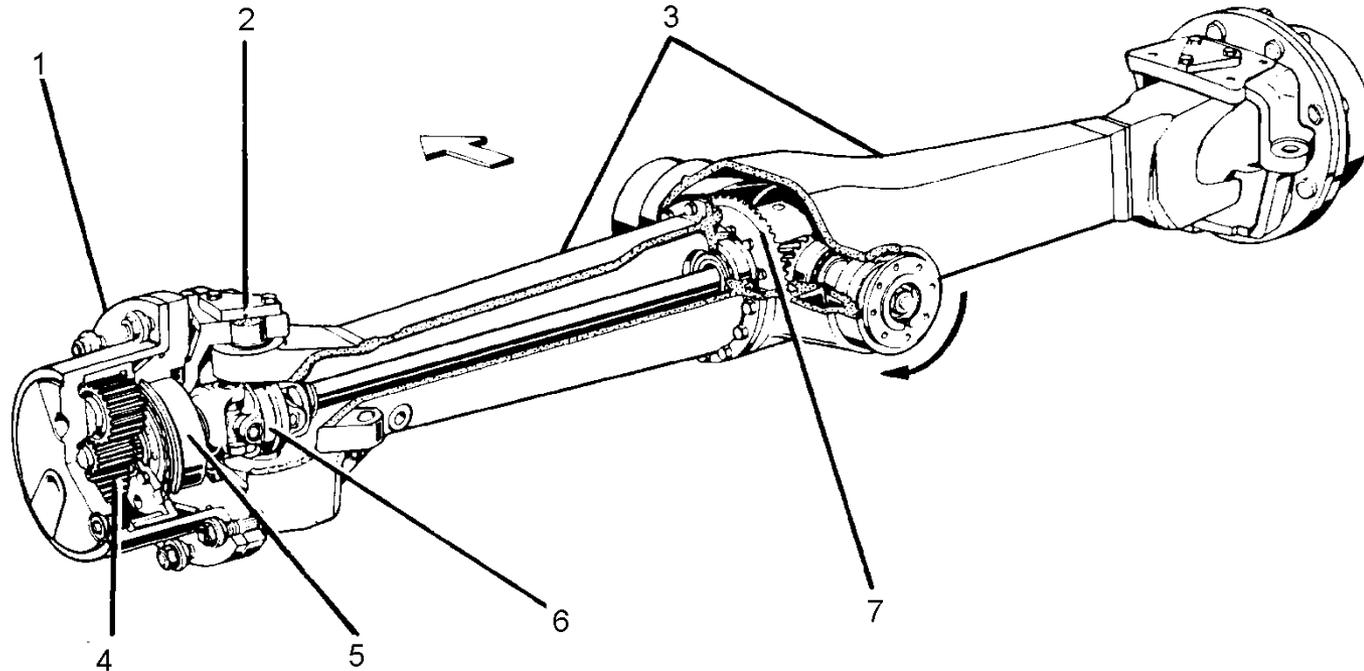
1- Semieixo 2- Carreto condutor 3- Cárter do redutor 4- Semieixo da roda
5- Carreto conduzido 6- Jante da roda 7- Porta satélite condutor 8- Carreto solar
9- Semieixo do diferencial 10- Cárter do redutor 11- Eixo dos satélites 12- Satélite
13- Grande coroa fixa

Ponte dianteira

Nos tratores de **duas rodas motrizes** serve apenas para mudança de direção.

Nos tratores de **quatro rodas motrizes**, permite transmitir movimento às rodas da frente.

Quanto à sua constituição esta tem, à semelhança da ponte traseira, um par cónico, um diferencial, dois semieixos e os redutores finais que são montados junto das rodas e apresentam uma desmultiplicação importante para compensar a pequena desmultiplicação do par cónico.



Representação de um trem dianteiro

1- Eixo da roda 2- Pivot 3- Cárter 4- Redutor final 5- Rolamento 6- Cardan
7- Diferencial

As transmissões mecânicas para a tomada de força

Pode ser efetuada a partir do veio primário da caixa de velocidades ou depois desta, obtendo-se assim:

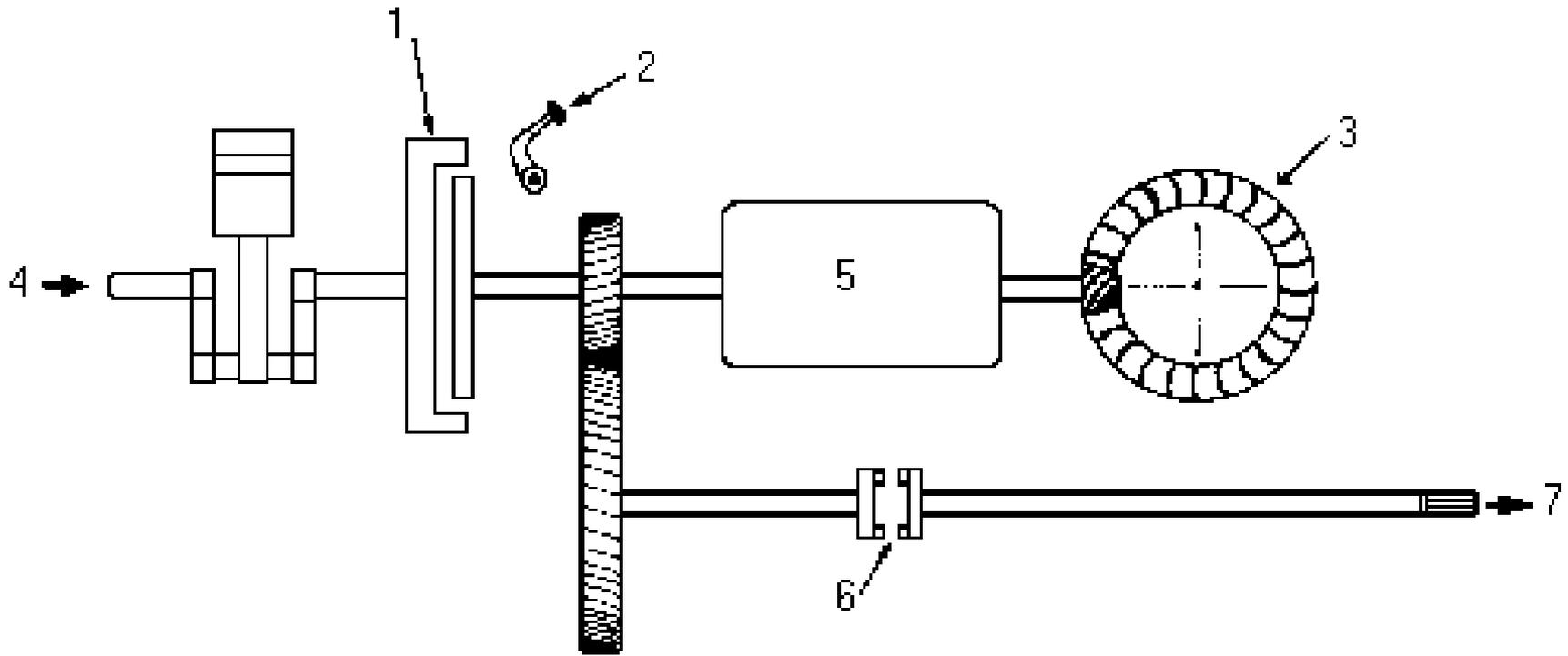
- um regime da TDF independente da velocidade do trator (TDF motor),
- um regime da TDF proporcional à velocidade do trator (TDF trator).

TDF motor

Nas TDF motor - o regime é proporcional ao regime motor, sendo o acionamento da cadeia de transmissão é efetuado a partir do veio primário da caixa de velocidades, segundo diferentes formas o que conduz a diferentes tipos de TDF, ou seja:

- tomada de força **dependente** em que o movimento é obtido depois de uma **embraiagem monodisco** e simples efeito. Esta tomada de força utiliza-se nos tratores mais pequenos e tem como principais inconvenientes o não permitir imobilizar a TDF sem parar o trator e, reciprocamente, parar este sem interromper a transmissão à TDF.

- tomada de força **semi-independente** em que o movimento é obtido a partir de uma **embraiagem de duplo disco e duplo efeito**;
- tomada de força **independente** em que o movimento se obtêm a partir de uma **embraiagem de duplo disco e comandos separados**.



1- TDF **dependente** do avanço do trator

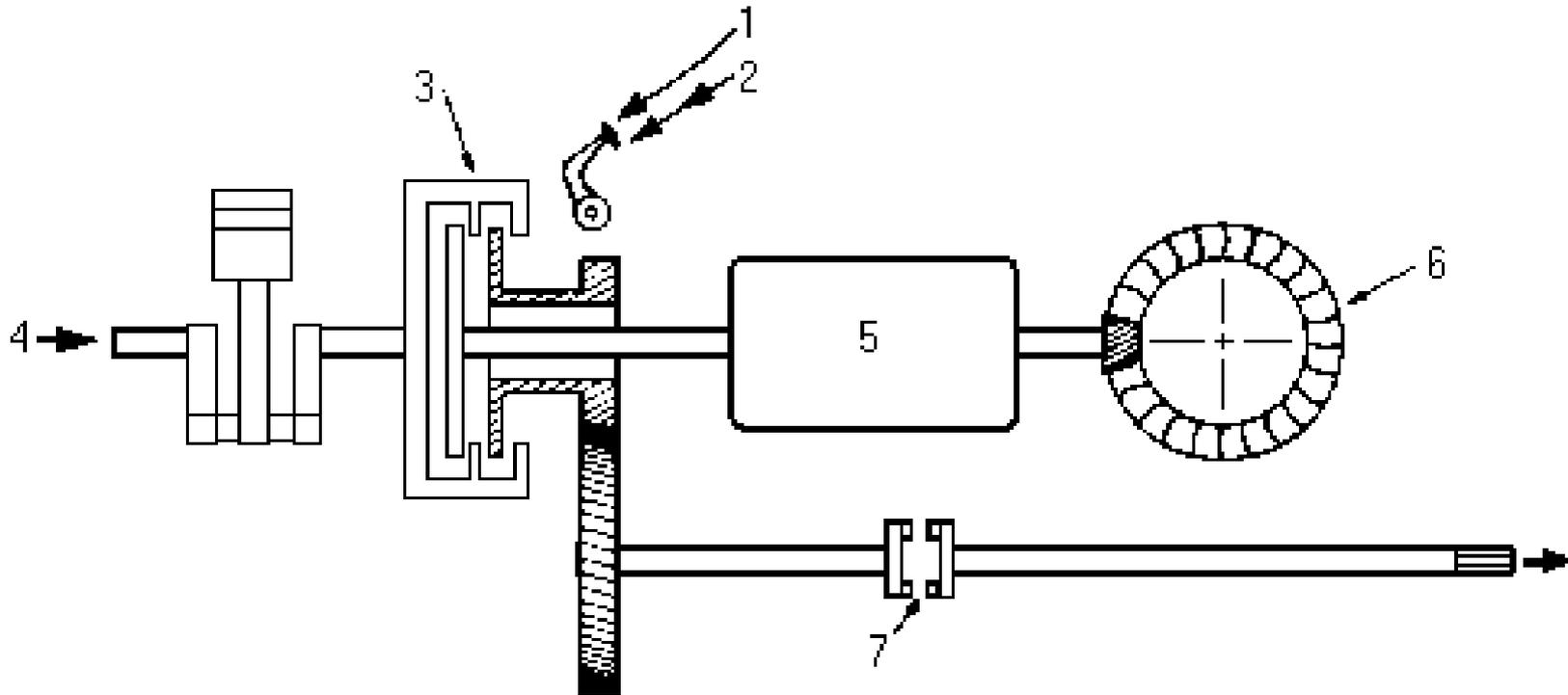
- 1- Embraiagem de simples efeito 2- Pedal da embraiagem 3- Ponte traseira
4- Movimento do motor 5- Caixa de velocidades 6- Dispositivo de engrenamento da TDF 7- Movimento para a TDF

Tomada de força semi-independente

Esta tomada de força caracteriza-se por receber movimento do motor através de um segundo disco de embraiagem (embraiagem de dois discos) sendo o acionamento deste obtido pelo mesmo pedal que controla o disco que transmite o movimento às rodas motrizes.

Tomada de força independente.

Esta tomada de força apresenta uma embraiagem semelhante às das tomadas de força semi-independentes mas com comandos separados para cada um dos discos; o disco de avanço é acionado pelo pedal e o da TDF por um comando manual.

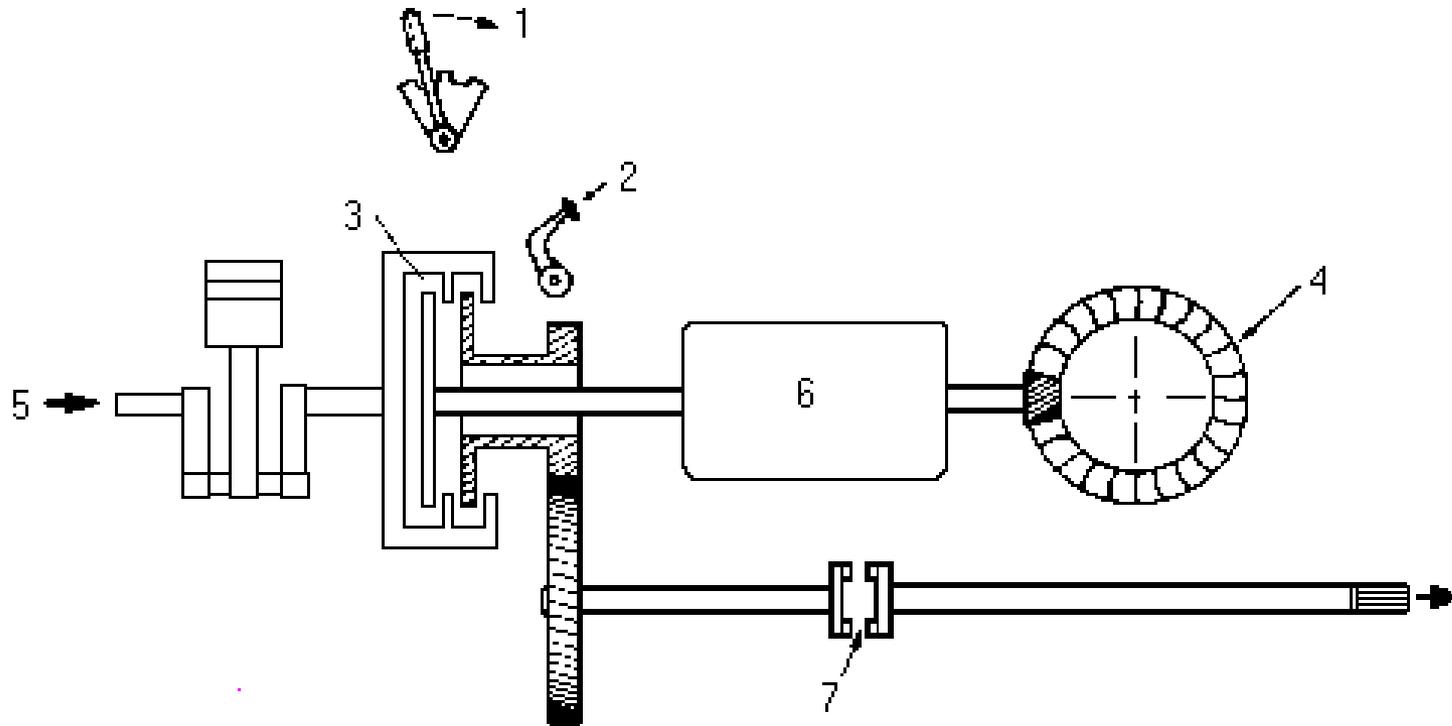


2- TDF **semi-independente** com embraiagem de duplo efeito.

- 1- Desembraiar do disco de avanço
- 2- Desembraiar do disco da TDF
- 3- Embraiagem de duplo efeito
- 4- Movimento do motor
- 5- Caixa de velocidades
- 6- Ponte traseira

Tomada de força independente (cont)

Nos tratores em que existe este tipo de TDF os movimentos de translação do trator e de rotação da TDF são independentes bastando para isso desembraiar, engrenar e embraiar o par de carretos da caixa desejado ou o dispositivo de engrenamento da TDF.



3- TDF independente de dois discos e comandos separados.

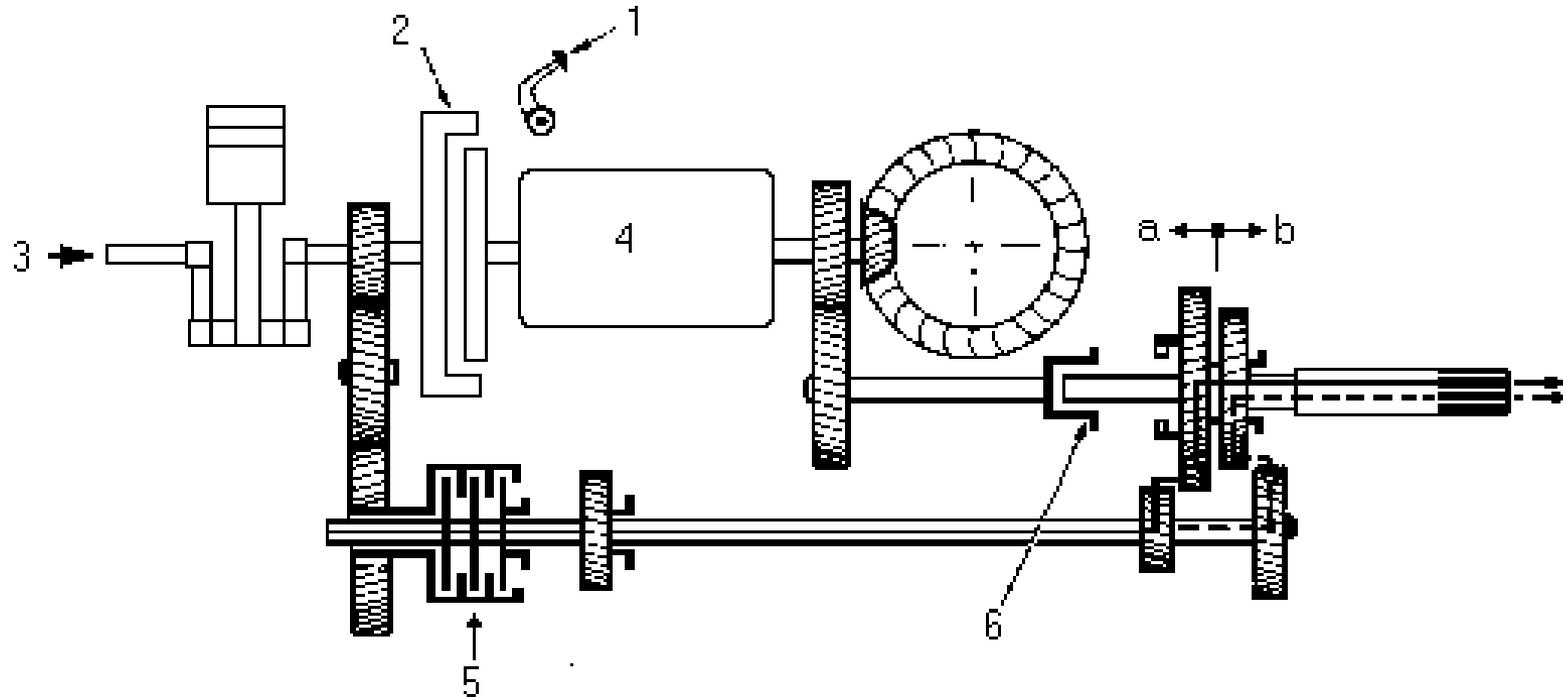
- 1- Comando do disco da TDF 2- Pedal de acionamento do disco de avanço
3- Embraiagem de dois discos e comandos separados 4- Ponte traseira
5- Movimento do motor 6- Caixa de velocidades 7- Dispositivo de engrenamento da TDF

Tomada de força **totalmente independente com embraiagem multidisco**

As tomadas de força totalmente independentes com embraiagem multidisco em banho de óleo, funcionam completamente independente da embraiagem do avanço.

É uma situação semelhante à anterior, mas em que o embraiar e engrenar é efetuado praticamente em simultâneo.

Departamento de Agronomia



3- TDF totalmente independente com embraiagem multidisco, de 540 e 1000 rpm comandada, podendo também ter movimento de rotação proporcional à velocidade de deslocamento.

a- 540 rpm b- 1000 rpm

1- Pedal de acionamento do disco de avanço 2- Embraiagem de simples efeito

3- Movimento do motor 4- Caixa de velocidades 5- Embraiagem multidisco

6- Dispositivo de acionamento da TDF proporcional ao avanço.

TDF trator (regime proporcional ao avanço)

As tomadas de força trator, ou tomadas de força com regime proporcional ao avanço, apresentam uma **rotação dependente da relação de transmissão** engrenada na caixa de velocidades e da aceleração do motor.

Este tipo de TDF é muito comum nos motocultivadores pois permite transmitir o movimento às rodas de um semi-reboque funcionando o conjunto como tendo quatro rodas motrizes; **nos tratores este tipo de TDF é pouco utilizado.**

Automatização nos comandos das transmissões.

Função	Acção que resulta da automatização	
	Accionar	Desaccionar
Bloqueio dos diferenciais anterior e traseiro	<ul style="list-style-type: none">- se não se trava;- se o sistema de levantamento baixa;- se a velocidade é inferior a 14 km / h.	<ul style="list-style-type: none">- actuando sobre os travões;- se o sistema de levantamento sobe;- se a velocidade ultrapassa os 14 km / h;- se a pressão do sistema hidráulico é baixa.
Ponte dianteira	<ul style="list-style-type: none">- quando do deslocamento do tractor;- quando da travagem, a uma velocidade superior a 5 km /h;- se o bloqueio dos diferenciais é accionado;- se a velocidade é inferior a 14 km /h	<ul style="list-style-type: none">controlo progressivo da embraiagem;- motor em funcionamento <ul style="list-style-type: none">accionando o interruptor de comando;- se a velocidade é superior a 14 km / h
Tomada de força	<ul style="list-style-type: none">- se a velocidade é inferior a 14 km /hcontrolo progressivo da embraiagem;- motor em funcionamento	<ul style="list-style-type: none">- se a embraiagem patina;- se a pressão do sistema hidráulico é baixa;- quando o motor para;- em caso de sobre - regime.
Alteração da gama lenta - rápida	<ul style="list-style-type: none">- se a velocidade é inferior a 2 km / h	<ul style="list-style-type: none">Interdito se:- a gama baixa está engrenada;- velocidade superior a 2 km / h;- pressão hidráulica insuficiente