UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA RURAL

TRACTOR AGRÍCOLA

TRANSMISSÃO PARA AS RODAS; PNEUS E BITOLAS

(Apontamentos para uso dos Alunos)

JOSÉ OLIVEIRA PEÇA

ÉVORA

2017

Resumo

Este trabalho destina-se a apoiar a aprendizagem de estudantes do ramo das ciências agrárias no que de relevante se refere à cadeia de componentes de transmissão para as rodas, bem como a pneus agrícolas e à modificação da bitola de tractores agrícolas.

A transmissão do motor para as rodas nos tractores agrícolas é um aspecto em constante evolução desde a última década do século XX, evolução que vai no sentido de tornar o tractor mais fácil de manobrar, apresentar uma maior escolha de velocidades no intervalo de utilização do motor e incluir funções memorizáveis que podem ser actuadas muito facilmente pelo operador, facilitando a gestão da transmissão em manobras repetitivas como as voltas de cabeceira.
A manutenção da transmissão é tarefa que pode evitar despesas vultuosas pelo que é importante o conhecimento básico dos meios, locais e periodicidades de manutenção.
O pneu agrícola, sendo o último órgão na cadeia de tracção, tem de cumprir a função de distribuir no solo a carga nos eixos de forma a minorar a compactação. Finalmente é, na maioria dos casos a suspensão do tractor e, simultaneamente, um fusível na transmissão da potência do motor às rodas. A sua parcela nos custos de utilização do tractor justificaria por si só a atenção que deve ser dada a este componente. A via ou bitola é a distância medida desde o centro de um pneu ao centro do pneu oposto, no mesmo eixo. A bitola é por vezes alterada para adaptar o tractor a culturas em linha, a linhas de tráfego ou a necessidades específicas da alfaia. Serão abordados os métodos mais usuais de alteração da bitola.

Os temas são apresentados numa perspectiva do utilizador e não do projectista ou do mecânico. Por este motivo é dada particular ênfase aos comandos e a aspectos de manutenção e segurança.

Este trabalho actualiza e completa edições anteriores (2015; 2012) e destina-se a ser utilizado no contexto da unidade curricular de *Tractores e Equipamentos Automotrizes* (2006/07 até ao presente) – unidade curricular optativa da licenciatura em Agronomia.

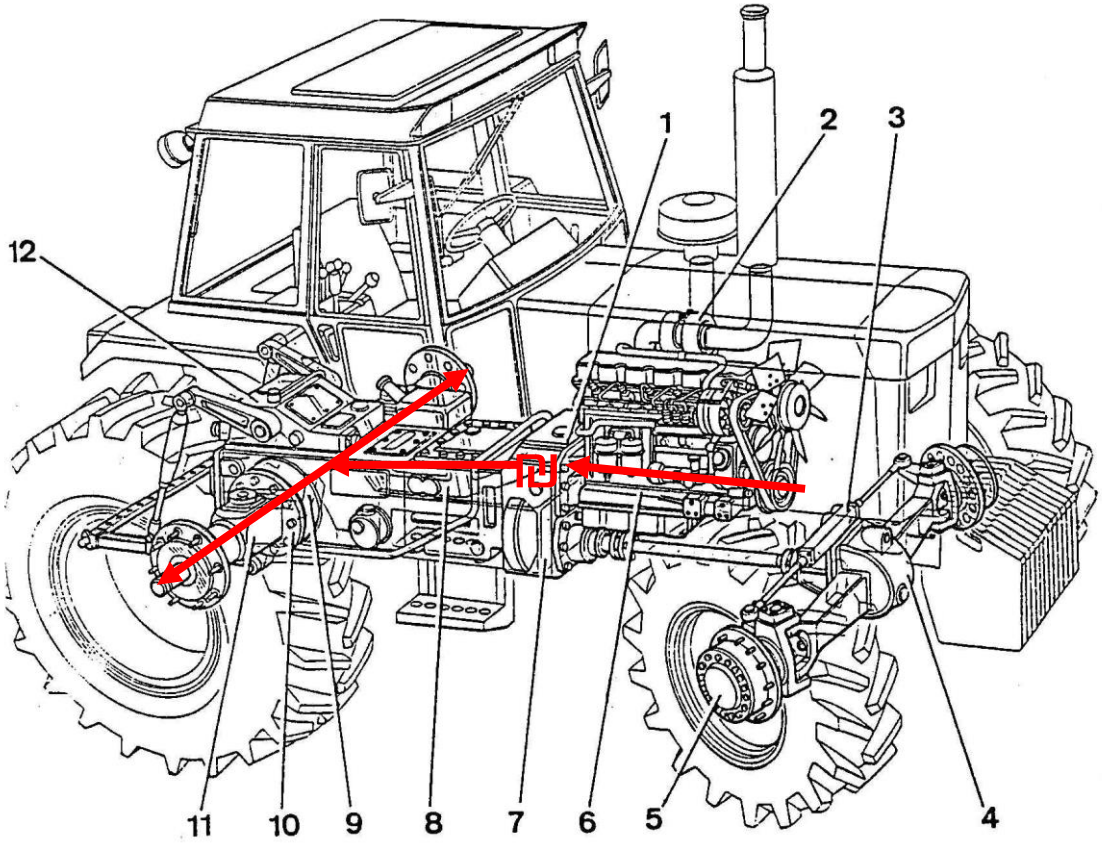
Outras disciplinas apoiadas pelos textos:
Tractores Agrícolas – (2004/05 e 2005/06) – disciplina obrigatória do 4º semestre de Engenharia Agrícola e optativa do 8º semestre de Engenharia Zootécnica;
Motores e Tractores (1983/84 a 2003/04) - disciplina obrigatória do 4º semestre os cursos de Engenharia Agrícola e Engenharia Zootécnica.

Textos anteriores do mesmo autor:
Tractor Agrícola - Transmissão para as rodas (2011; 2006; 2003; 1992; 1986);
Tractor Agrícola - Manutenção da transmissão para as rodas (2011; 2009; 2006; 2002; 1993);
Tractor Agrícola – Pneus (2010; 2006; 2002; 1991);
Tractor Agrícola – Via ou bitola (2011; 2006, 2002; 1996; 1992).

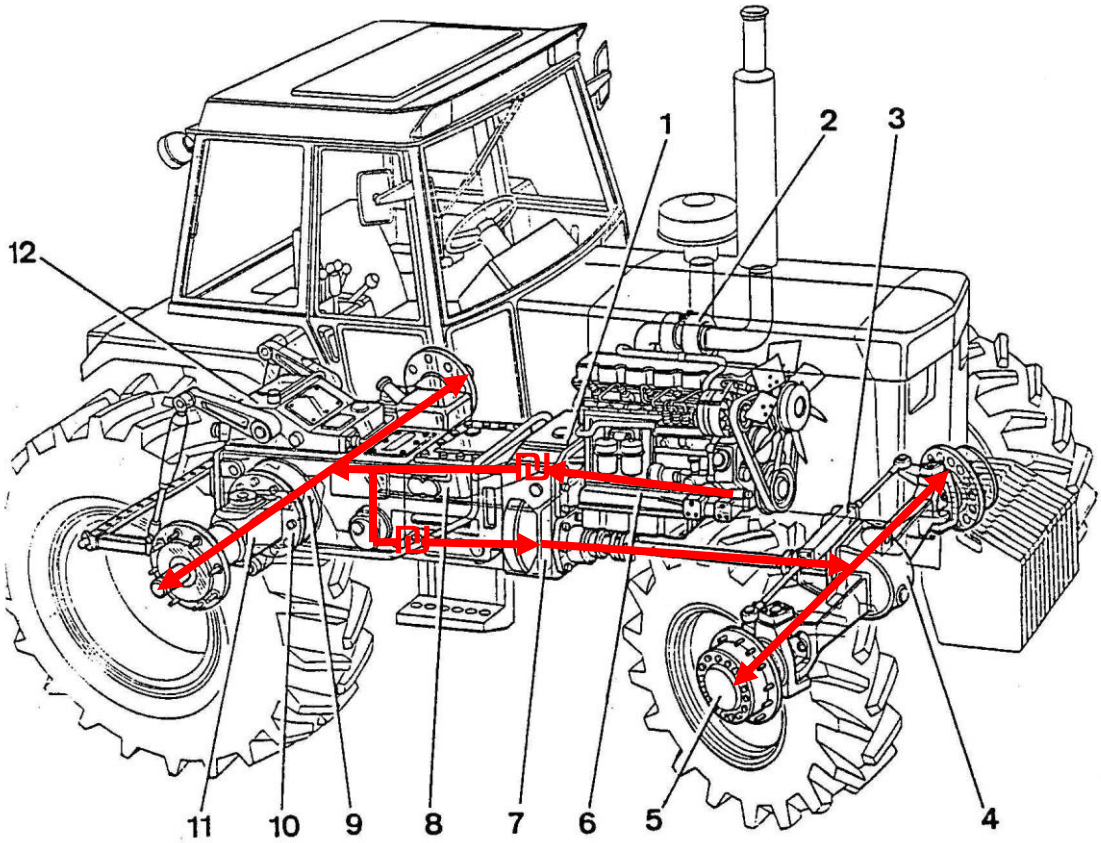
INDICE

1. Esquema geral da transmissão para as rodas

A figura seguinte mostra esquematicamente a transmissão de potência desde o motor Diesel (6) até às rodas traseiras do tractor. A cadeia de componentes que possibilita esta transmissão compreende:
- Embraiagem principal (1);
- Caixas de velocidades (8), compreendendo a caixa de gamas/velocidades/inversor;
- Eixo traseiro (9), compreendendo o grupo cónico/diferencial e redutores fina traseiros.



A figura seguinte completa a transmissão com a ligação para fornecer potência às rodas dianteiras do tractor:
- Caixa/embraiagem de transferência para o eixo dianteiro;
- Grupo cónico e diferencial dianteiro (4);
- Redutores finais dianteiros (5).

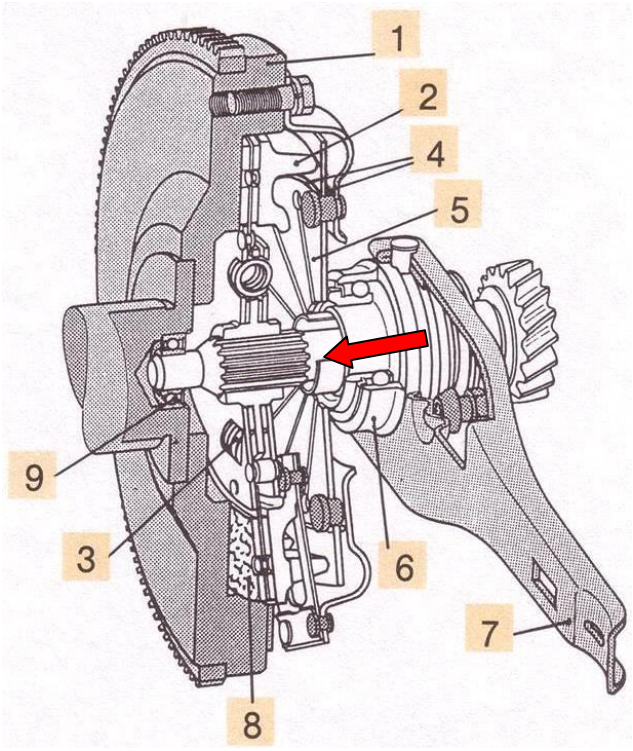


2. Órgãos da transmissão para as rodas

2.1. Embraiagem principal

A embraiagem principal, permite estabelecer ou interromper a passagem de potência do motor para as rodas e fazê-lo de forma suave. É comandada pelo operador através do pedal esquerdo.

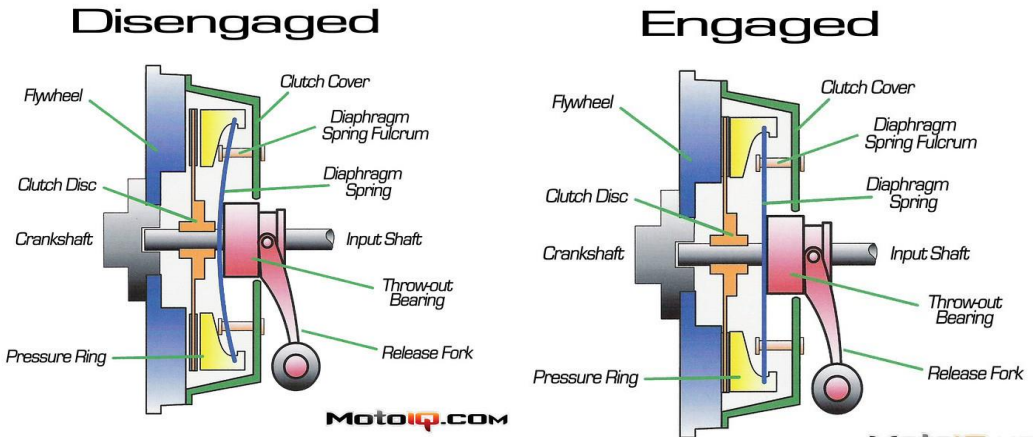
A figura seguinte mostra uma embraiagem monodisco seco (*Single dry plate clutch*).



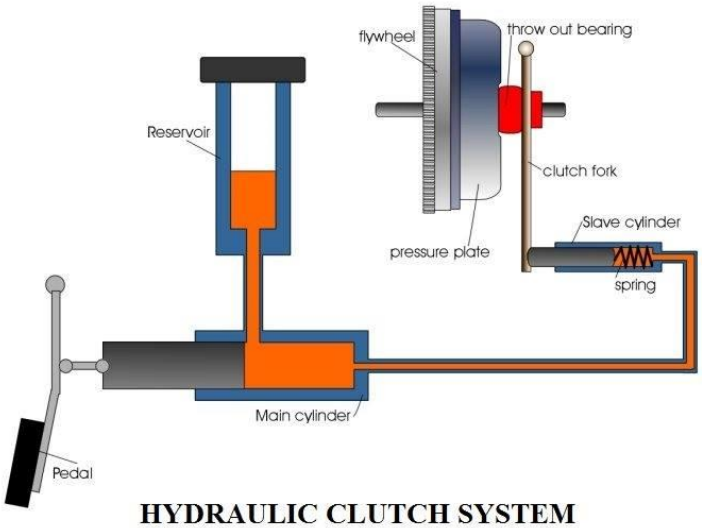
Quando o pedal de embraiagem é pressionado (desembraiar), a alavanca, 7, fará deslocar o rolamento de encosto, 6, no sentido da seta. Este movimento leva a mola de diafragma, 5, a deixar de actuar força no prato de pressão, 2; este, deixa de apertar o disco da embraiagem, 8, de encontro ao volante do motor, 1. Como consequência, é interrompida a passagem de potência do motor para o veio primário da caixa de velocidades.

Ao ser retirado o pé do pedal da embraiagem (embraiar), dar-se-á o deslocamento do rolamento para a direita; a mola empurra o prato de pressão, apertando o disco de embraiagem contra o volante do motor. Fica estabelecida a continuidade da transmissão de potência do motor para a transmissão.

A figura seguinte mostra as duas situações acima descritas:



A embraiagem dispõe de comando hidráulico. A figura seguinte mostra o sistema esquematicamente:



HYDRAULIC CLUTCH SYSTEM

A força necessária para desembraiar é aplicada por um cilindro hidráulico (*slave cylinder*). Quando o pedal da embraiagem é pressionado, a bomba de êmbolo, (*main cylinder*), comprime óleo para actuar o cilindro hidráulico (*slave cylinder*).

2.2. Caixas de velocidades

O termo "caixas de velocidades" aplica-se a um conjunto de órgão que incluem a caixa de velocidades, propriamente dita, a caixa de gamas e a caixa do inversor.
A caixa do inversor permite inverter a direcção do movimento do tractor. O comando da caixa de inversão tem normalmente 3 posições identificadas por símbolos que simbolizam marcha-à-frente, neutro e marcha atrás. É usual que o motor do tractor só possa ser colocado em marcha se a alavanca da caixa de inversão estiver no neutro (ponto morto).

A caixa de gamas permite selecionar grupos de velocidades para utilização preferencial em estrada ou utilização preferencial em trabalho no campo. Os símbolos indicados na alavanca de comando são diversos (símbolos; letras). O número de opções é variável, havendo pelo menos a opção de gama de estrada e a gama de campo.

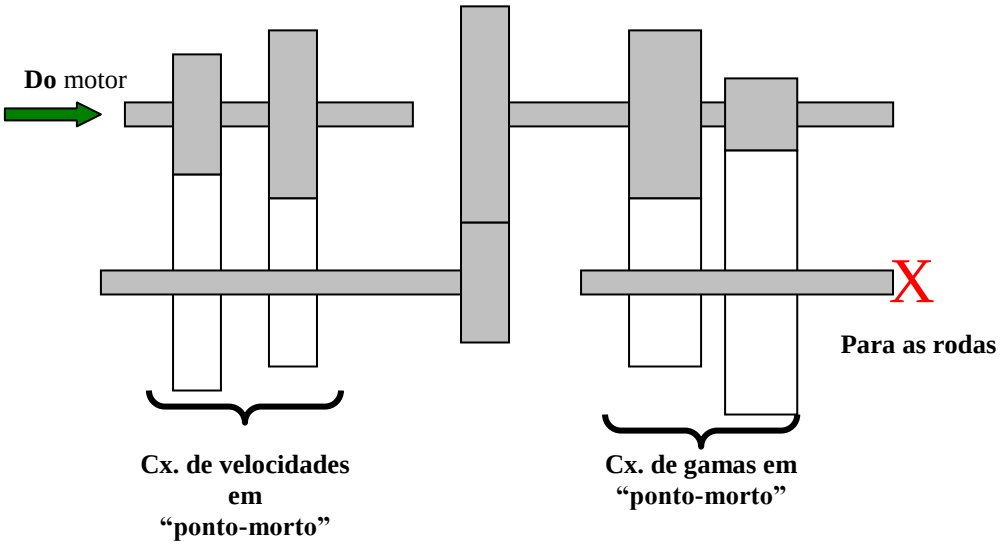
A caixa de velocidades permite em cada gama escolher a velocidade de avanço, normalmente identificados por números na respectiva alavanca de comando. O número é variável.

Poderá, ainda, haver a caixa do desmultiplicador, a qual permite optar, em cada gama e em cada velocidade, por uma velocidade mais rápida ou por uma mais lenta. Esta caixa pode existir apenas como opcional. O comando pode ser uma alavanca com duas posições possíveis, identificadas com os símbolos lebre e tartaruga.

2.2.1. Sistema convencional

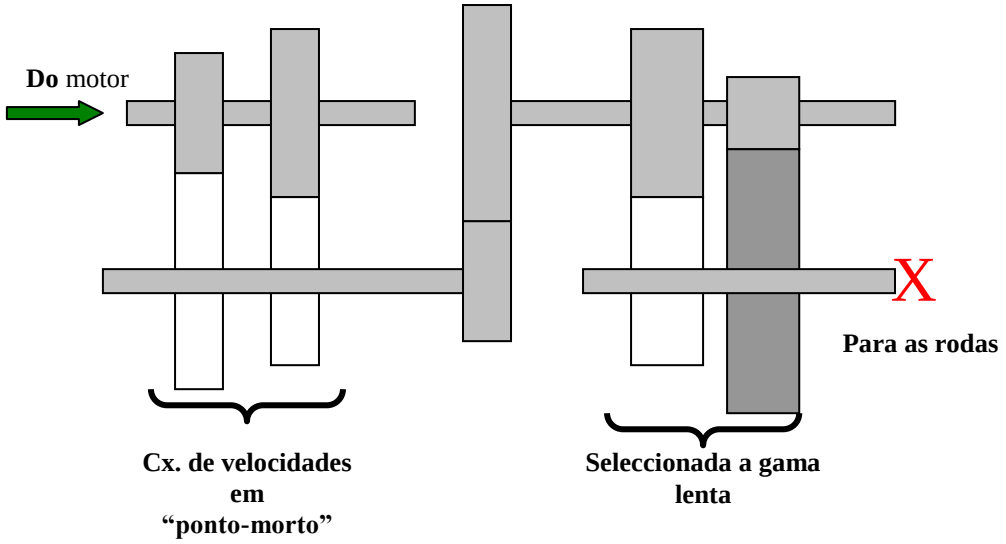
Este sistema baseia-se em engrenagens paralelas. O exemplo esquemático a seguir apresentado, por uma questão de simplificação, parte do princípio que a caixa de

velocidades (cv) tem apenas duas "velocidades" à escolha (1ª e 2ª) e a caixa de gamas (cg) tem, igualmente, duas opções (Alta e Baixa).
O movimento vem do motor e entra na cv no veio primário, o qual tem solidarias duas rodas dentadas. Cada uma destas rodas faz rodar o seu par no veio intermédio da cv. Contudo se o comando da cv estiver seleccionado para neutro (ponto-morto) as rodas do veio intermédio da cv não se encontram engatadas no seu veio, pelo que rodam em torno deste sem o fazer rodar. Assim, se o veio intermédio não roda não haverá movimento transferido para a caixa seguinte (cg) e, consequentemente, não passará movimento para as rodas.

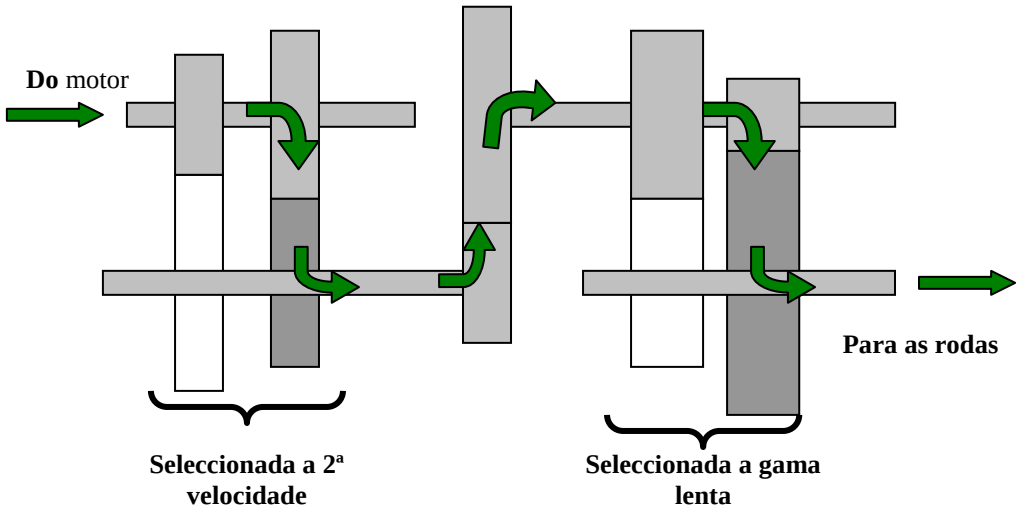


A caixa de gamas (cg) está à direita no esquema apresentado e ligada à cv por uma engrenagem paralela. É contituída por um veio intermédio (superior) onde estão solidárias duas rodas dentadas. Cada uma destas rodas faz rodar o seu par no veio secundário (inferior). Contudo se o comando da cg estiver seleccionado para neutro (ponto-morto) as rodas do veio secundário não se encontram engatadas no seu veio, pelo que rodam em torno deste sem o fazer rodar.

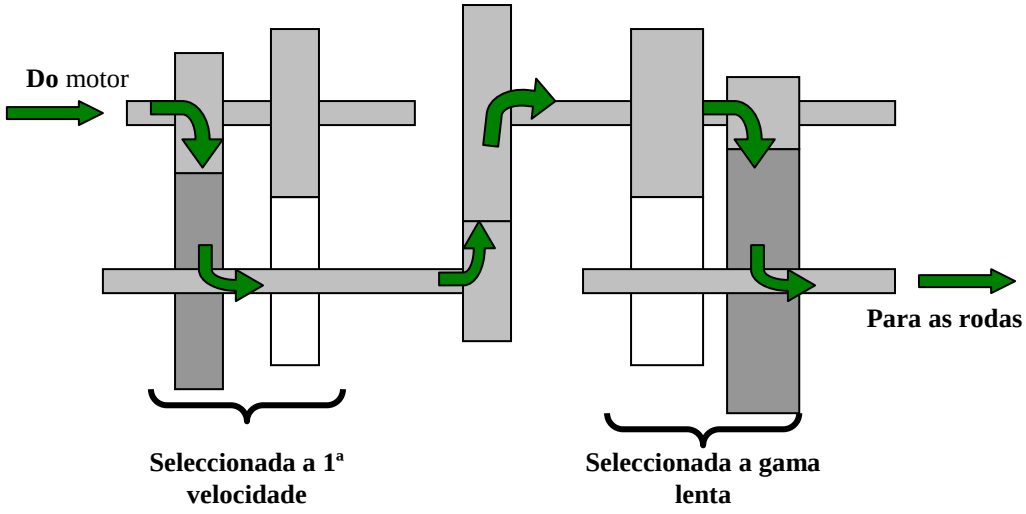
Na figura seguinte, admitamos que o operador seleccionou a gama Baixa. A roda dentada correspondente no veio secundário fica agora solidária com o seu veio. Contudo ainda não haverá movimento do motor para as rodas em virtude da cv estar em "ponto-morto"

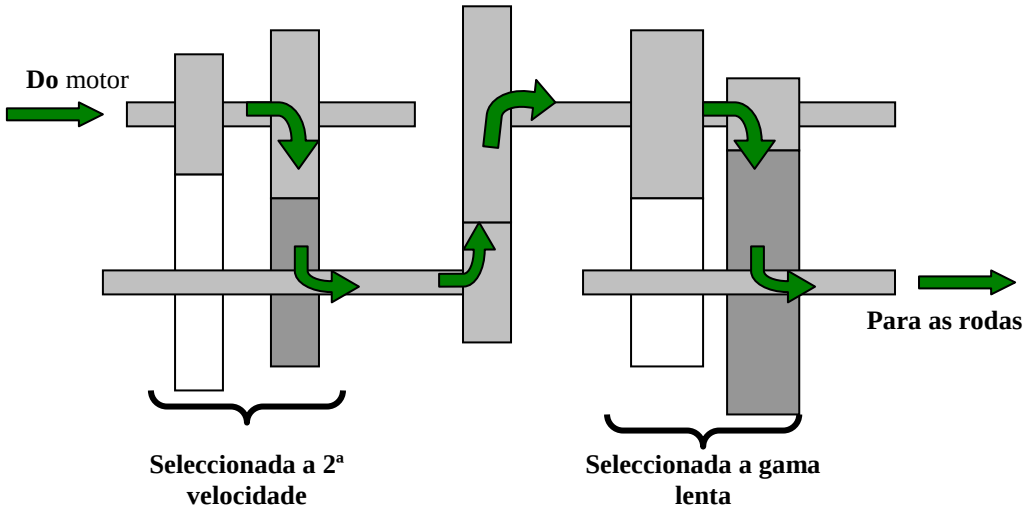


A figura seguinte mostra que o operador seleccionou a 2ª velocidade na cv. A roda dentada correspondente no veio intermédio passou a estar solidária com o seu veio. Agora haverá movimento do motor para as rodas em 2ª Baixa.



A figura seguinte mostra o caso em que o operador seleccionou a 1ª velocidade na cv. A roda dentada correspondente no veio intermédio passou a estar solidária com o seu veio. Agora haverá movimento do motor para as rodas em 1ª Baixa.

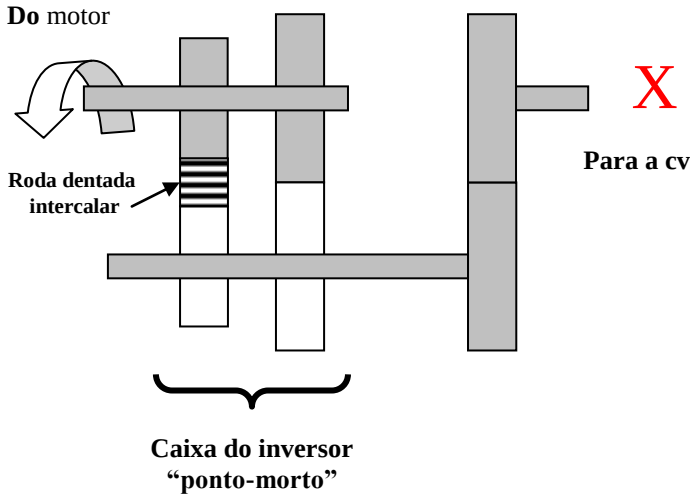




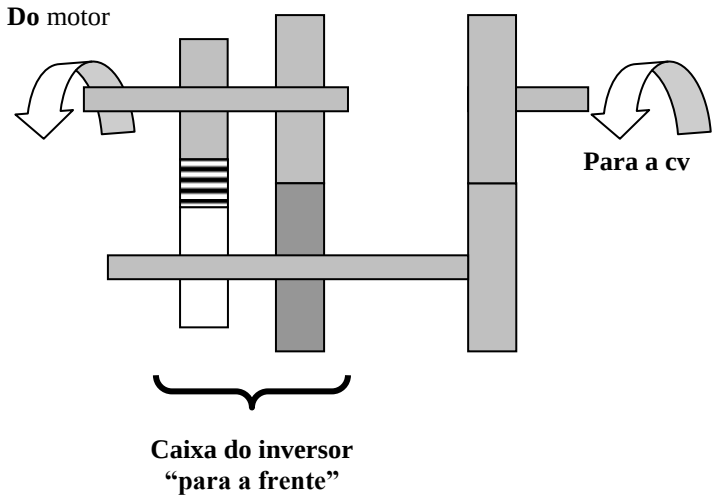
Numa transmissão convencional deste tipo e após a selecção que tenha sido feita na cv e cg, corresponderá um único valor de rotação da roda para cada rotação do motor. No exemplo anterior, como há 4 possibilidades de combinar a transmissão (2 na cv × 2 na cg) então, para 1000rpm do motor, haverá 4 distintas velocidades de rotação da roda do tractor e, consequentemente, 4 velocidades de avanço distintas. Compreende-se que ao passar de uma combinação para outra, para que não haja um salto brusco na velocidade, se desligue o motor da transmissão, carregando no pedal da embraiagem (desembraiando).

A montante do conjunto formado pela cv e cg, está a caixa inversora (ci). A sua função é a inversão de marcha do tractor, o que se consegue invertendo o sentido de rotação do veio primário da cv.

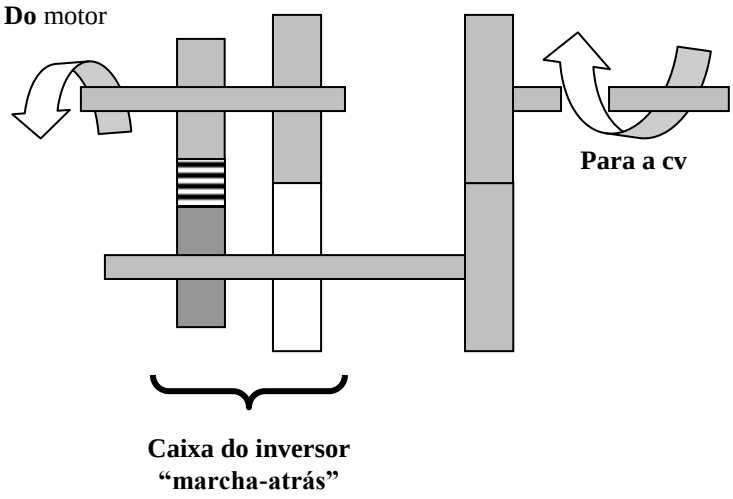
A figura seguinte mostra um esquema simplificado da ci: o movimento vem do motor, através da embraiagem principal, e entra na ci no veio primário, o qual tem solidarias duas rodas dentadas. Cada uma destas rodas faz rodar o seu par no veio secundário (inferior), sendo que um dos pares, possui uma rida dentada intervalar. Contudo se o comando da ci estiver seleccionado para neutro (ponto-morto) as rodas do veio secundário não se encontram engatadas no seu veio, pelo que rodam em torno deste sem o fazer rodar. Assim, se o veio secundário não roda, não haverá movimento transferido para a caixa seguinte (cv) e, consequentemente, não passará movimento para as rodas.



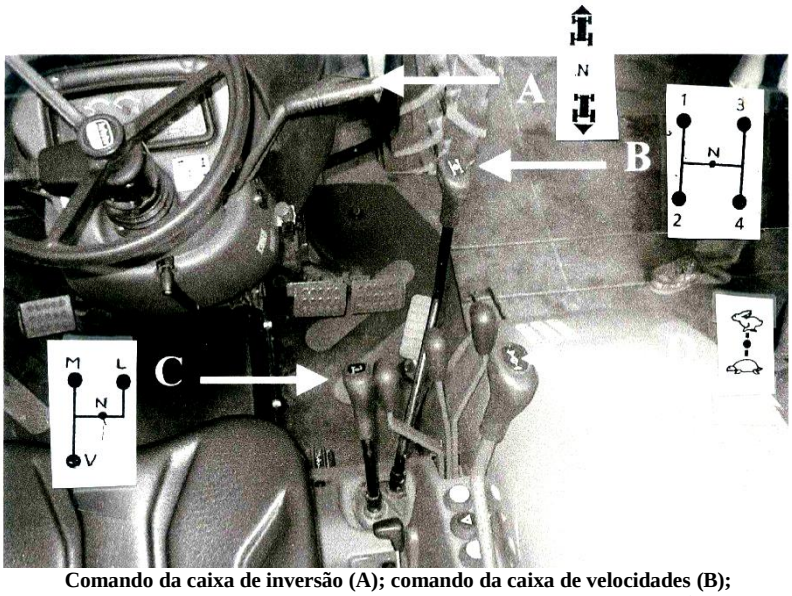
A figura seguinte mostra o caso em que o operador seleccionou a "marcha à frente" na ci. A roda dentada correspondente no veio secundário passou a estar solidária com o seu veio. Agora haverá movimento do motor para as rodas e o tractor desloca-se no sentido normal da marcha na mudança e gama previamente seleccionada.



A figura seguinte mostra o caso em que o operador seleccionou a "marcha atrás" na ci. A roda dentada correspondente no veio secundário passou a estar solidária com o seu veio. Agora haverá movimento do motor para as rodas e o tractor desloca-se em marcha atrás na mudança e gama previamente seleccionada.



A figura seguinte mostra os comandos da transmissão convencional de um tractor:



Comando da caixa de inversão (A); comando da caixa de velocidades (B); comando da caixa de gamas (C); comando da caixa de desmultiplicação (D)

Tractor Carraro Agriplus usado nas aulas de Tractores Agrícolas 2004/05 e 2005/06

A caixa do inversor tem os símbolos indicados: marcha-à-frente, neutro e marcha atrás. O motor do tractor só possa ser colocado em marcha se a alavanca da caixa de inversão (A) estiver no neutro (ponto morto).

A caixa de gamas permite selecionar: V – Veloz (estrada); M – Média (campo); L – Lenta.
A caixa de velocidades permite em cada gama escolher da 1ª à 4ª velocidade.

A caixa do desmultiplicador permite optar, em cada gama e em cada velocidade, por uma velocidade mais rápida (lebre) ou por uma mais lenta (tartaruga).
No total o tractor possui 24 velocidades para a frente e 24 velocidades para trás, conforme a tabela de velocidades seguinte.

Esta transmissão diz-se convencional, uma vez que é **necessário desembraiar para accionar qualquer dos comandos:** caixa de gamas (C); caixa de desmultiplicação (D); caixa de velocidades (B); caixa de inversão (A).

VELOCIDADES EM km/h, A 2350 rpm DO MOTOR E COM PNEUS 420/70 R 30

L	TARTARUGA	1	0.465
		2	0.688
		3	1.007
		4	1.415
	LEBRE	1	0.607
		2	0.899
		3	1.316
		4	1.849
M	TARTARUGA	1	2.169
		2	3.212
		3	4.700
		4	6.605
	LEBRE	1	2.833
		2	4.196
		3	6.139
		4	8.627
V	TARTARUGA	1	9.401
		2	13.920
		3	20.368
		4	28.622
	LEBRE	1	12.278
		2	18.181
		3	26.603
		4	37.383

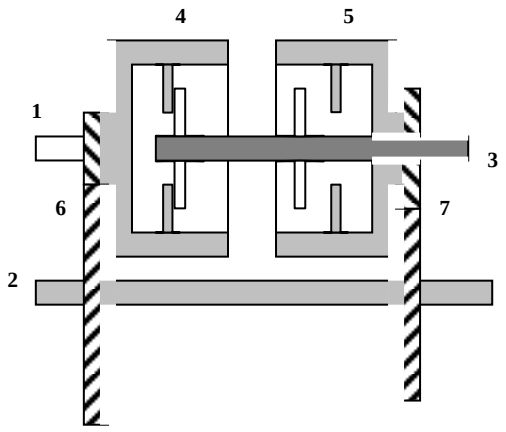
Neste exemplo, o accionamento dos comandos da caixa de gamas (C), da caixa de inversão (A), e da caixa de desmultiplicação (D) só pode efectuar-se com o tractor imobilizado. Na caixa de velocidades, a subida nas mudanças da 1ª para a 4ª e a descida nas mudanças da 4ª para a 2ª, pode ser efectuada com o tractor em andamento. A 1ª só pode ser engrenada com o tractor imobilizado.

2.2.2. Sistema de mudança em carga

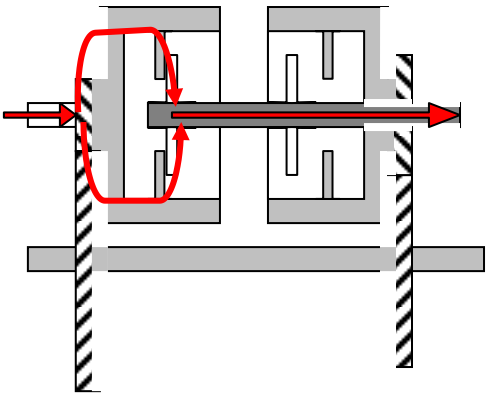
No sistema convencional, ao desembraiar para passar de uma mudança para outra, efectua-se, de facto, a separação do motor das rodas. Quando o tractor está em deslocação na estrada, a própria inércia do conjunto faz com que o tractor não se imobilize. Contudo quando o tractor está a puxar fortes cargas, como em trabalhos de mobilização de solo, assim que o pedal de embraiagem é pressionado, o tractor imobiliza-se.

Com o sistema de mudança em carga (*powershift*) pode passar-se de uma mudança para outra sem separar o motor da transmissão.

A figura seguinte mostra, esquematicamente, uma concepção possível para uma transmissão com mudanças *powershift Hi-Lo*. Esta caixa está situada a montante da caixa de velocidades e é constituída por um veio de entrada, denominado veio primário (1), solidário com a "*outercasing*" da embraiagem (4). O veio primário transmite, permanentemente, movimento para o veio intermediário (2), através de uma engrenagem paralela (6). O veio intermediário (2) transmite, permanentemente, movimento para a "*outercasing*" da embraiagem (5), através da engenagem paralela (7). O veio secundário (3), que é o veio de saída da caixa Hi-Lo, tem solidário os "*inerdiscs*" das embraiagens (4) e (5).

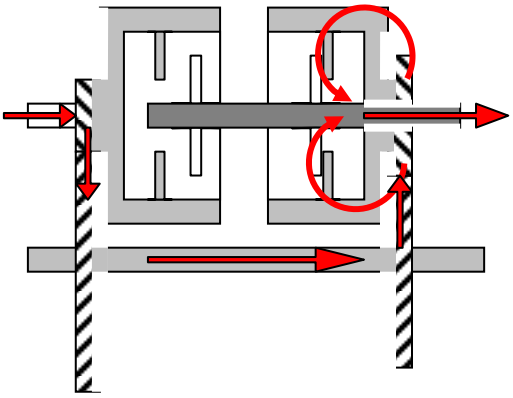


A figura seguinte mostra a transmissão na posição Hi, em que está embraiada a embraiagem (4) e desembraiada a embraiagem (5). Nesta situação o veio primário (1) transmite, directamente, movimento para o veio o veio secundário (3), que é o veio de saída da caixa Hi-Lo. A transmissão através do veio intermediário (2) apenas fará rodar, em vazio, a "*outercasing*" da embraiagem (5), sem que ela transmita qualquer movimento para jusante, já que está desembraiada.



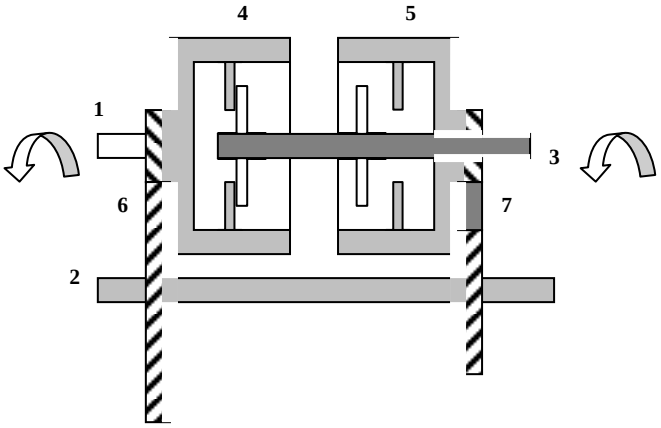
A figura seguinte mostra a transmissão na posição Lo em que está embraiada a embraiagem (5) e desembraiada a embraiagem (4). Nesta situação o veio primário (1), via a engrenagem paralela (6), via o veio intermediário (2), via a engrenagem paralela (7) e, finalmente, via embraiagem (5), transmite movimento ao veio secundário (3), que é o veio de saída da caixa Hi-Lo. O movimento está agora desmultiplivado (Lo) uma vez que passou pelas engrenagens (6) e (7).

As embraiagens (4) e (5) são do tipo multidisco em banho de óleo. A transmissão pode fazer-se em carga, uma vez que ao se desembraiar uma das embraiagens está-se igualmente a embraiar a outra. Nunca haverá interrupção de movimento do motor para as rodas e mesmo quando o tractor está a exercer uma forte tracção, nunca chega a imobilizar-se. Normalmente o comando das embraiagens (4) e (5) é electro-hidráulico.

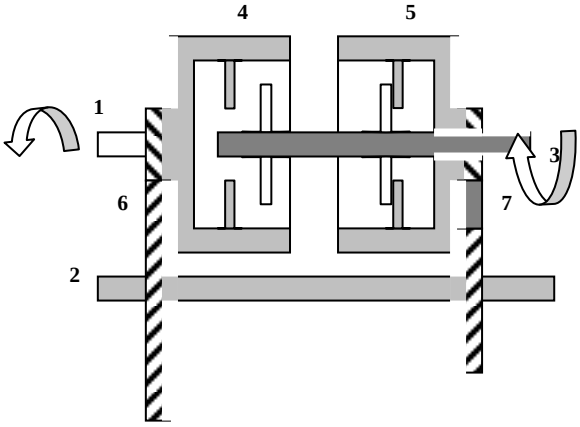


2.2.2.1. Inversor "powershuttle"

A mesma tecnologia é empregada para a caixa do inversor que permite realizar a inversão de\marcha em carga (*powershutle*), sem necessidade de utilizar a embraiagem principal.
A figura seguinte mostra uma concepção simplificada da caixa inversora na posição em que a rotação do veio primário (1) e a rotação do veio secundário (3) são ambas no mesmo sentido:



A figura seguinte mostra a caixa inversora na posição em que a rotação do veio primário (1) e a rotação do veio secundário (3) são em sentidos opostos (o tractor inverte o sentido de marcha), devido ao carreto intermédio 7:



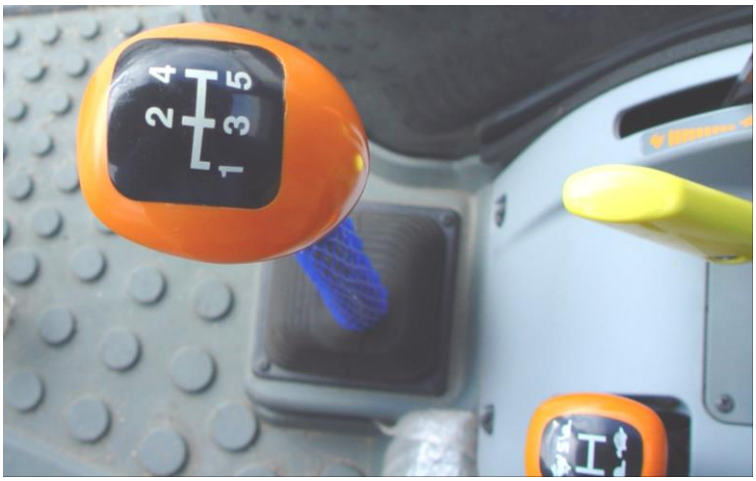
2.2.2.2. Transmissão convencional + “powershift” e “powershuttle”

Seguidamente dá-se um exemplo de uma transmissão convencional + *powershift* Hi-Lo e *powershutle*:

Tractor Deutz-Fahr Agrofarm 420 usado nas aulas de Tractores e Equipamentos Automotrizes de 2009/10

A figura seguinte mostra o comando da caixa de inversão *powershuttle* (inversor electro-hidráulico), a qual tem 3 posições: neutro (não há transmissão de potência às rodas); levantando a alavanca e levando-a à frente (o tractor avança para a frente); levantando a alavanca e levando-a atrás (o tractor recua). **Não é necessário desembraiar para utilizar este comando (powershuttle).**

A figura seguinte mostra o comando da caixa de velocidades (5 velocidades) e da caixa de gamas. São transmissões convencionais e, portanto é **necessário desembraiar para accionar qualquer destes comandos.**



O tractor tem dois comandos para desembraiar: o normal comando de pedal e um botão na alavanca de velocidades.

Comando electro-hidráulico da embraiagem principal

A utilização deste último facilita a a mudança de uma velocidade para outra, já que o operador com a mesma mão desembraia e muda de velocidade.
O tractor possui 4 gamas: lebre, tartaruga, caracol e superlentas. Esta última gama é normalmente uma opção, já que são pouco frequentes os trabalhos agrícolas requerendo esta gama.

O transplantador é um exemplo de equipamento que requer velocidades superlentas.
Alunos da U.c. de Controlo de Equipamentos e Mecanização Aplicada (2016/17) substituindo os operadores

O accionamento do comando da caixa de gamas só pode efectuar-se com o tractor imobilizado. Na caixa de velocidades, passagens a subir e a descer da 2ª à 5ª, podem ser efectuadas com o tractor em andamento. A 1ª só pode ser engrenada com o tractor imobilizado.
A figura seguinte mostra o comando *powershift Hi-Lo* na alavanca da caixa de velocidades. Este botão permite, em cada gama e em cada uma das 5 posições da caixa, optar por uma velocidade mais lenta ou mais rápida, em carga, isto é sem necessidade de desembraiar a embraiagem principal. Assim, em trabalho de mobilização o operador tem a opção de passar de uma velocidade Hi para outra ligeiramente mais lenta (Lo) com o comando powershift, sem que o tractor se imobilize.

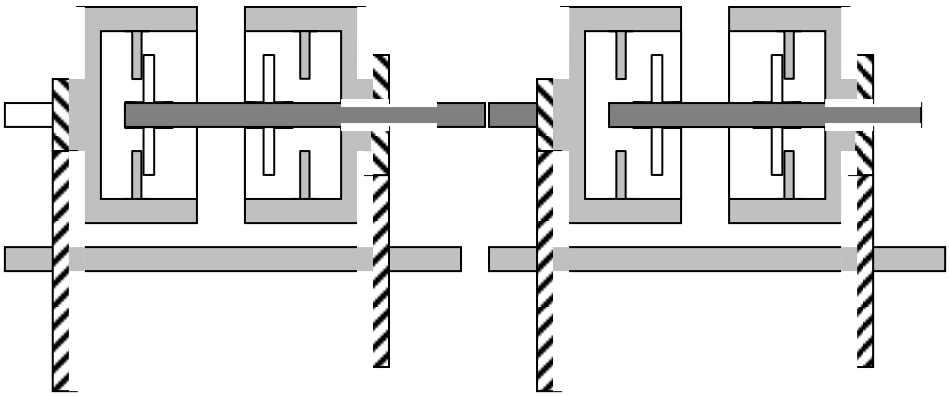
No conjunto o tractor possui 5 vel × 4 gamas × 2 (Hi-Lo) = 40 velocidades para a frente e 40 velocidades para trás, conforme a seguinte tabela de velocidades (*km/h*), apresentada para 4 valores de rotação do motor (incluindo a nominal de 2300 rpm) e pneus traseiros de medida 18.4R34:

ENGINE	1400		1800		2082		2300		RPM
1S	0.27	0.32	0.35	0.41	0.41	0.48	0.45	0.52	SPEED Km/h TYRE 18.4/34
2S	0.37	0.43	0.47	0.55	0.55	0.64	0.61	0.71	
3S	0.49	0.57	0.63	0.74	0.73	0.85	0.81	0.94	
4S	0.70	0.81	0.90	1.05	1.04	1.21	1.15	1.34	
5S	0.94	1.10	1.21	1.41	1.40	1.63	1.55	1.80	
1	0.93	1.09	1.20	1.40	1.38	1.62	1.53	1.78	
2	1.25	1.46	1.61	1.88	1.86	2.17	2.06	2.40	
3	1.67	1.94	2.14	2.50	2.48	2.89	2.74	3.19	
4	2.37	2.77	3.05	3.56	3.53	4.12	3.90	4.55	
5	3.20	3.73	4.11	4.80	4.76	5.55	5.26	6.13	
1	2.01	2.35	2.58	3.02	2.99	3.49	3.30	3.85	
2	2.70	3.16	3.48	4.06	4.02	4.69	4.44	5.18	
3	3.60	4.20	4.63	5.40	5.35	6.24	5.91	6.90	
4	5.12	5.98	6.59	7.69	7.62	8.89	8.42	9.82	
5	6.91	8.06	8.88	10.4	10.3	12.0	11.4	13.2	
1	5.99	6.98	7.70	8.98	8.90	10.4	9.83	11.5	
2	8.05	9.39	10.3	12.1	12.0	14.0	13.2	15.4	
3	10.7	12.5	13.8	16.1	16.0	18.6	17.6	20.5	
4	15.3	17.8	19.6	22.9	22.7	26.5	25.1	29.2	
5	20.6	24.0	26.5	30.9	30.6	35.7	33.8	39.4	
PTO	363		467		540		596		RPM
	463		595		689		761		
	613		788		911		1006		
	781		1005		1162		1284		

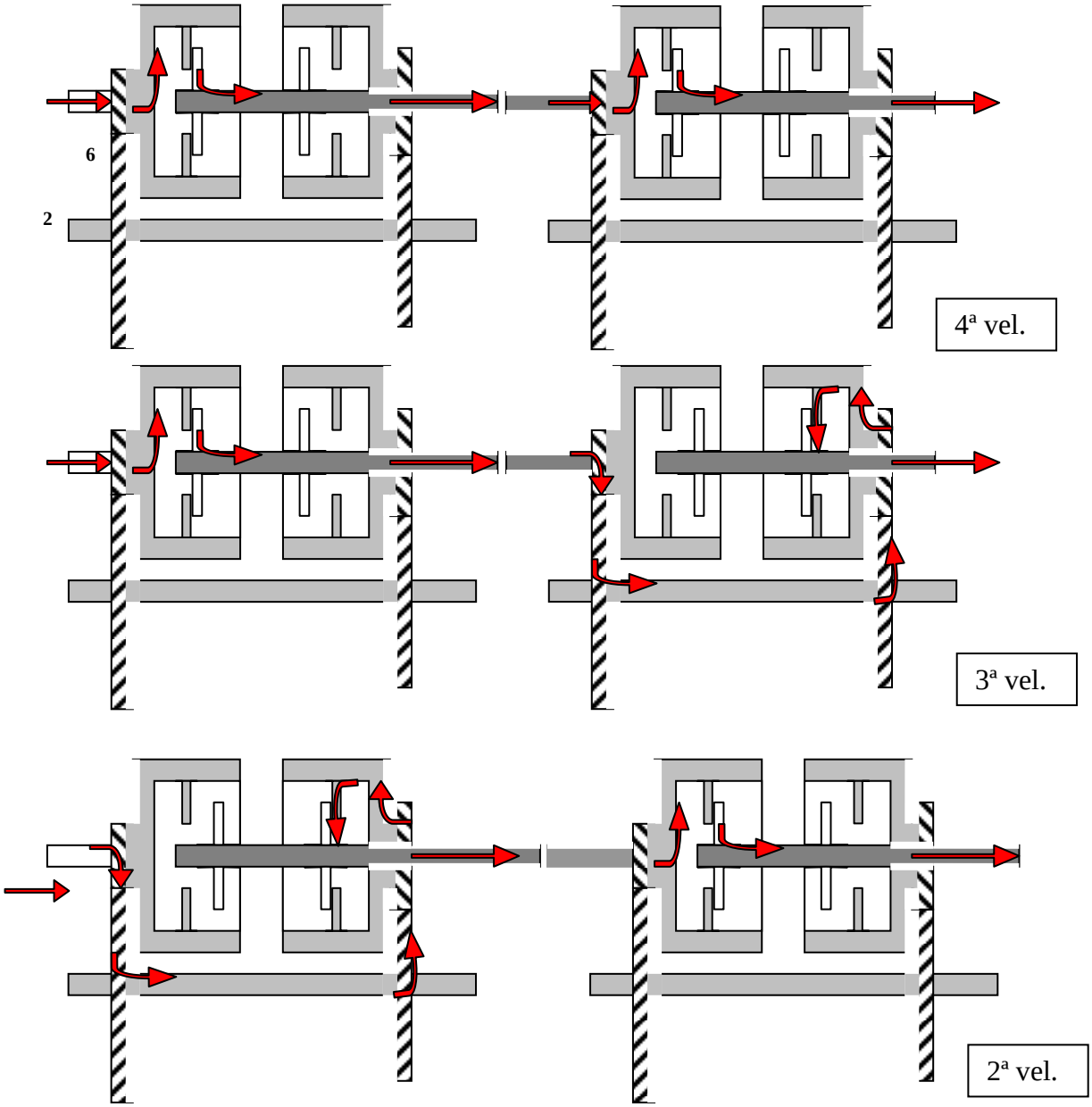
Por exemplo: admitamos que o operador seleccionou 1800*rpm* com o acelerador de mão, e a 3ª tartaruga na transmissão. Se estiver na *powershift Hi* o tractor desloca-se a 5.4*km/h*; se o botão *powershift* for premido, a transmissão passa a *Lo* e o tractor abranda (mas não pára) e passará a deslocar-se a 4.63*km/h*. Se o botão voltar a ser premido a transmissão volta a *Hi* e o tractor acelera para voltar a deslocar-se a 5.4*km/h*.

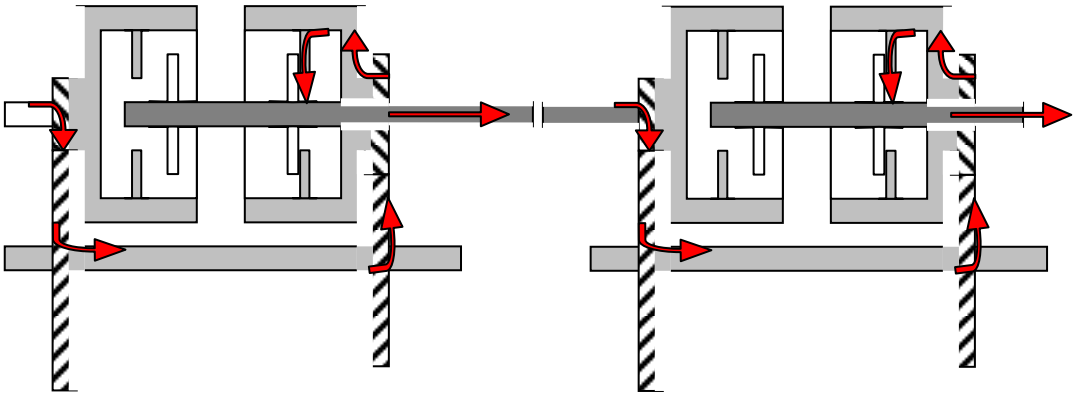
2.2.2.3. Associação em série de *powershift Hi-LO*

Seguidamente dá-se um exemplo de uma associação, em série, de duas transmissões *powershift* Hi-Lo:



Estão embraiadas as embraiagens das extremidades, o que garante uma determinada velocidade de saída em relação à entrada. Como há 4 combinações possíveis, deduz-se que esta é uma caixa *powershift* de 4 velocidades.

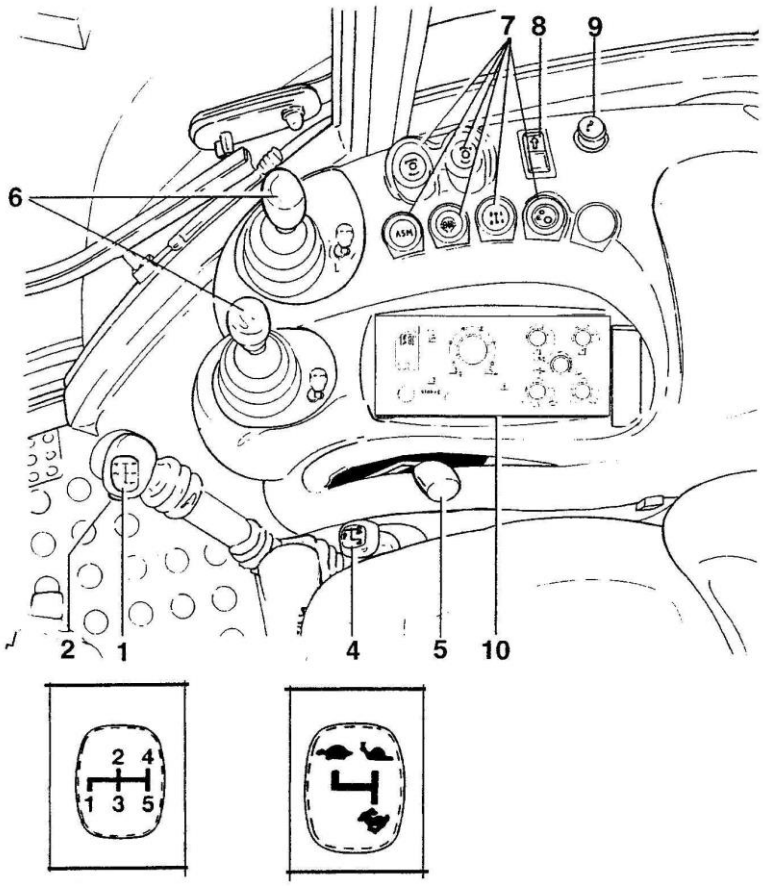




Deste modo, gradualmente a opção de 2 velocidades em carga (Hi-Lo) foi aumentando para mais velocidades em carga. Seguidamente dá-se um exemplo de uma transmissão convencional + *powershift* de 3 velocidades e *powershutle*:

Tractor Deutz-Fahr Agroplus 95 usado nas aulas de Tractores Agrícolas de 2002/03

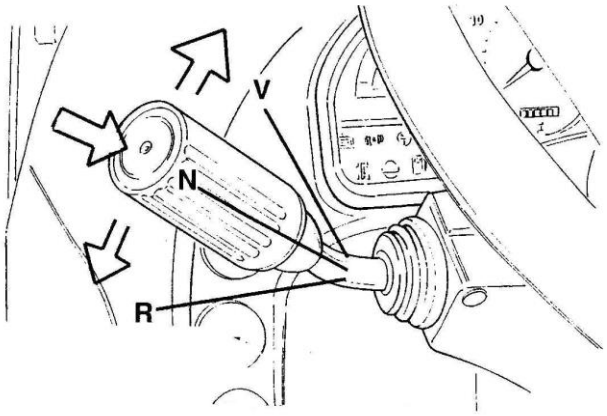
A figura mostra os comandos da caixa de velocidades (1), da caixa de gamas (4). São transmissões convencionais e, portanto é **necessário desembraiar para accionar qualquer destes comandos.**

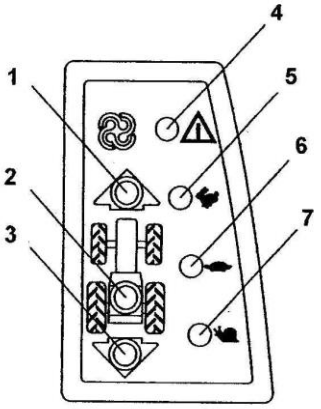


O accionamento dos comandos da caixa de gamas (4) só pode efectuar-se com o tractor imobilizado. Na caixa de velocidades, subir nas mudanças da 1ª para a 5ª e descer da 5ª para a 2ª, pode ser efectuada com o tractor em andamento. A 1ª só pode ser engrenada com o tractor imobilizado.
O tractor tem dois comandos para a embraiagem principal: o normal comando de pedal e um botão na alavanca de velocidades:

Comando electro-hidráulico da embraiagem principal

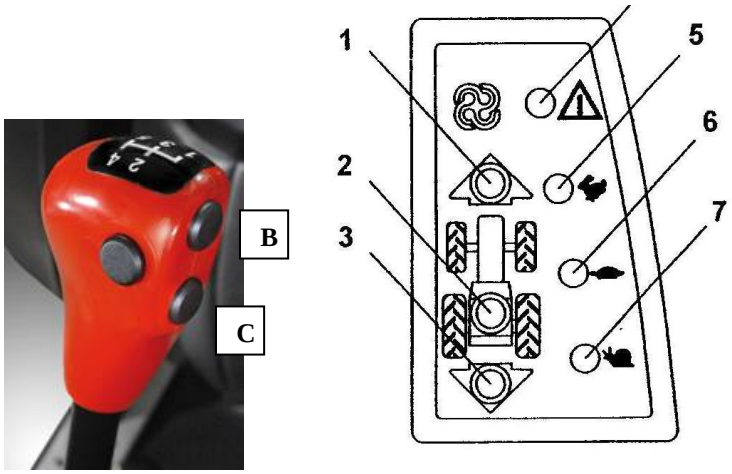
A figura seguinte mostra o comando da caixa de inversão, a qual tem 3 posições: neutro (não há transmissão de potência às rodas - LED 2 aceso); premindo axialmente na alavanca e levando-a à frente (o tractor avança para a frente - LED 1 aceso); premindo axialmente na alavanca e levando-a atrás (o tractor recua - LED 3 aceso). **Não é necessário desembraiar para utilizar este comando (powershuttle).**
A tecnologia "powershuttle" vem facilitar muito as manobras repetitivas de inversão de marcha, sendo o exemplo mais comum o trabalho de manuseamento de cargas com carregador frontal.





Uma vez actuada a alavanca de inversão de marcha, esta só se efectua se o tractor estiver a deslocar-se a uma velocidade inferior a 10km/h. Caso contrário, ainda que o comando de inversão seja actuado a inversão de marcha não se realiza e um alarme é activado, acendendo-se ainda o LED 4

A transmissão deste tractor está ainda equipada com uma caixa *powershift* de 3 velocidades, accionada nos botões (B) e (C) existente na alavanca de comando da caixa de velocidades:



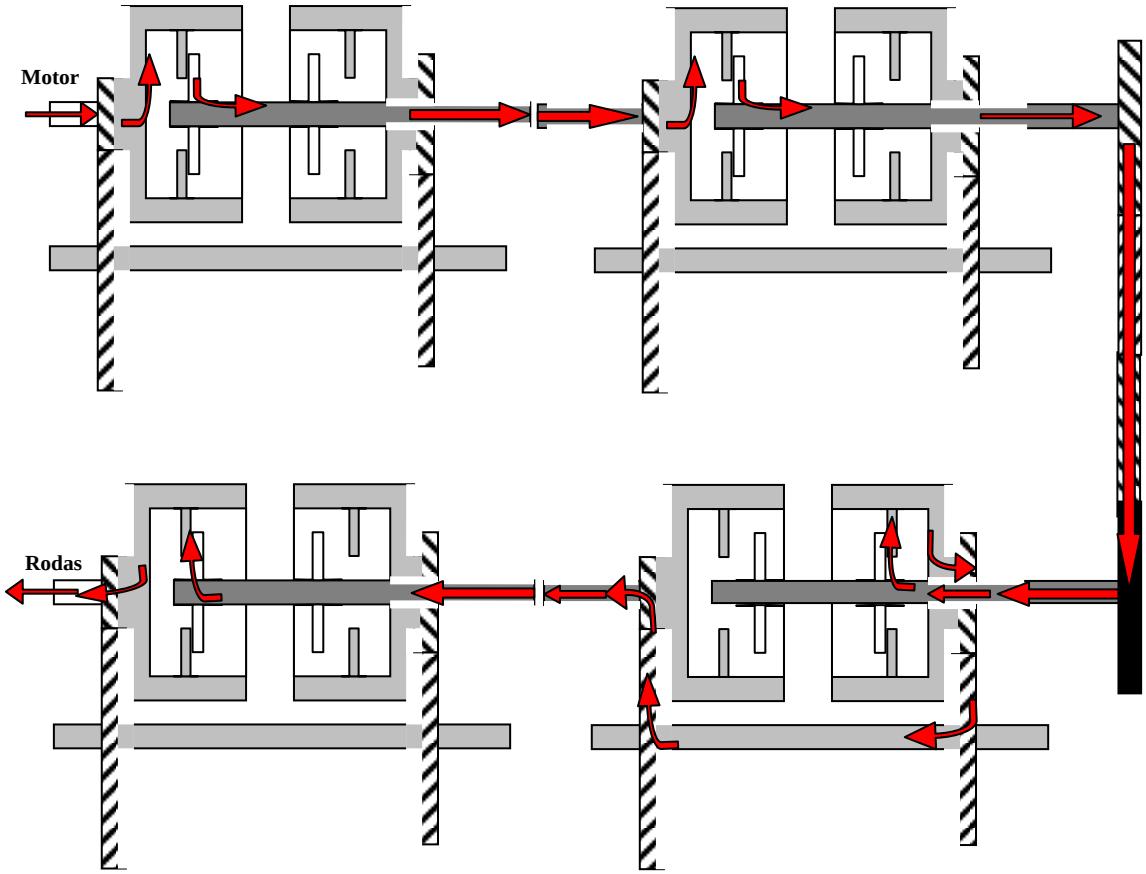
Comandos powershift

Admita que o tractor está a deslocar-se a uma certa velocidade, encontrando-se aceso o LED 6 no painel de instrumentos. Se for premido o botão (C), haverá uma ligeira redução de velocidade do tractor, passando a estar aceso o LED 7. Se agora for premido o botão (B), a velocidade voltará ao valor anterior, acendendo-se de novo o LED 6. Se agora for premido mais uma vez o botão (B), haverá um ligeiro aumento de velocidade do tractor (em relação à inicial), passando a estar aceso o LED 5. **Os botões (B) e (C) são utilizados com o tractor em andamento e sem desembraiar.**
O tractor possui 45 velocidades para a frente e 45 velocidades para trás, conforme a seguinte tabela de velocidades (km/h), válida para 2300 rpm do motor e pneus traseiros de medida 14.9 R 38:

GAMA	VELOCIDADE	*PORWERSHIFT*		
CARACOL	1	1.09	1.31	1.60
	2	1.62	1.94	2.37
	3	2.16	2.58	3.15
	4	2.85	3.41	4.16
	5	4.02	4.81	5.86
TARTARUGA	1	2.37	2.83	3.45
	2	3.51	4.20	5.11
	3	4.66	5.58	6.80
	4	6.16	7.37	8.98
	5	8.68	10.39	12.66
LEBRE	1	7.05	8.43	10.28
	2	10.44	12.50	15.23
	3	13.90	16.63	20,20
	4	18.30	21.90	26.70
	5	25.80	30.90	37.70

2.2.2.4. Transmissão totalmente "powershift"

A associação em série conjuntos *powershift*, abordados anteriormente, permite aumentar o número de velocidades *powershift*, a tal ponto, que se prescinde da transmissão convencional. A figura seguinte mostra um esquema simplificado de uma transmissão integralmente *powershift*. Estão embraiadas as embraiagens que garante uma determinada velocidade de saída em relação à entrada. Como há 16 combinações possíveis, deduz-se que esta é uma caixa *powershift* de 16 velocidades.



Seguidamente dá-se um exemplo de uma transmissão integralmente *powershift*, com *powershutle*:

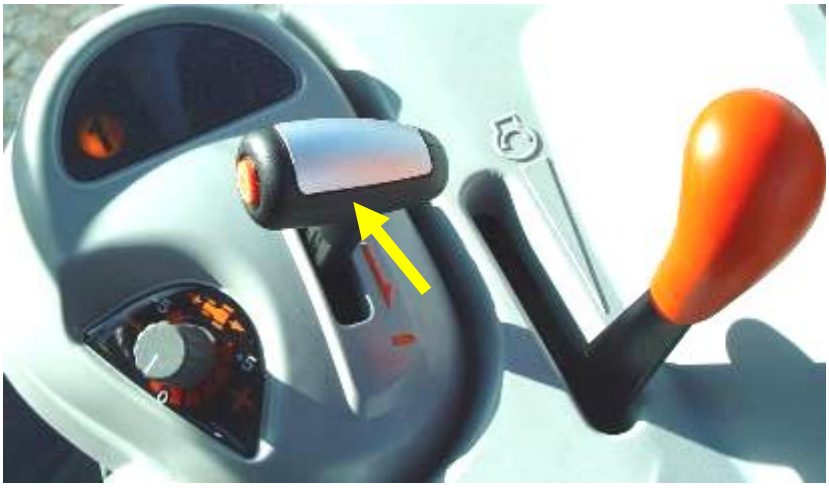
Tractor Massey Ferguson 5465 usado nas aulas de Tractores e Equipamentos Automotrizes de 2009/10

A figura seguinte mostra o comando da caixa de inversão (inversor electro-hidráulico), a qual tem 3 posições: neutro (não há transmissão de potência às rodas); levantando a alavanca e levando-a à frente (o tractor avança para a frente); levantando a alavanca e levando-a atrás (o tractor recua). **Não é necessário desembraiar para utilizar este comando (*powershuttle*).**

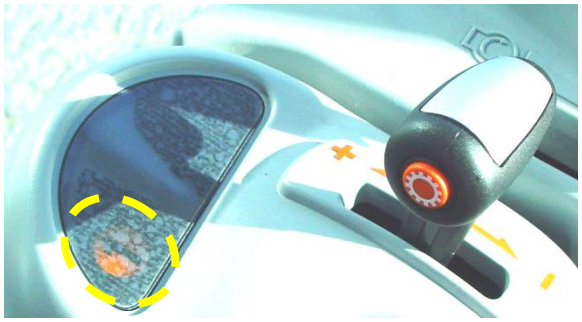
A figura seguinte mostra parte da consola lateral onde se encontram, entre outros, o potenciómetro de regulação entre "BRUSCO / SUAVE", nas mudanças de direcção powershuttle.

Regulação para "suave" para evitar queda da carga. **Regulação para "brusco" para minorar perdas de tempo.**

Os comandos da caixa de velocidades e da caixa de gamas estão agrupados na alavanca indicada na figura seguinte:



O tractor possui quatro gamas, numeradas de 1 a 4 e indicadas com luzes no mostrador junto da alavanca. Para subir nas gamas basta levar a alavanca no sentido do **+**, premindo ao mesmo tempo o botão lateral. Para descer nas gamas basta levar a alavanca no sentido do **-**, premindo ao mesmo tempo o botão lateral. Não necessita de usar a embraiagem (transmissão ***powershift***)



O tractor possui quatro velocidades, letras A a C e indicadas com luzes no painel de instrumentos. Para subir nas velocidades basta levar a alavanca no sentido do **+**. Para descer nas gamas basta levar a alavanca no sentido do **-**. Não necessita de usar a embraiagem (transmissão ***powershift***)

A vantagem da transmissão *powershift* pode ser observada na facilidade com que uma mudança é efectuada em operações de estrada, mas é sobretudo em trabalhos de mobilização em que a alteração da mudança, não vai imobilizar o tractor, pelo facto de não ser necessário desembraiar.

A mudança de velocidade (A,B,C,D) e de gama (1,2,3,4) pode ser alterada em andamento. No caso do operador, em andamento, efectuar uma alteração de gama, a gestão electrónica da transmissão selecciona automaticamente, entre A a C, a opção certa que esteja mais próxima da velocidade de deslocamento a que se vai. Deste modo evitam-se variações bruscas.

O comando de alteração da velocidade A a C está duplicado na alavanca de **powershuttle:**

Com a marcha à frente seleccionada, levando a alavanca no sentido do **+,** sobe-se nas velocidades . Para descer nas velocidades basta levar a alavanca no sentido do **-**. Não necessita de usar a embraiagem (transmissão ***powershift***).

Procedimento semelhante se pode executar em marcha-atrás.

O tractor possui 16 velocidades para a frente e 16 velocidades para trás, conforme a seguinte tabela de velocidades (*km/h*), válida para 2200 rpm do motor e pneus traseiros de medida 18.4 R 34:

GAMA	VELOCIDADE	Para a frente
1	A	1.96
	B	2.42
	C	2.95
	D	3.62
2	A	4.66
	B	5.73
	C	6.99
	D	8.60
3	A	9.46
	B	11.64
	C	14.19
	D	17.46
4	A	21.82
	B	26.84
	C	32.74
	D	40.27

Seguidamente dá-se outro exemplo de uma transmissão integralmente *powershift*, com *powershutle*:

Tractor MASSEY FERGUSON 5608 da Universidade de Évora desde o ano lectivo de 2015/2016

A figura seguinte mostra o **comando powershuttle (**inversor electro-hidráulico).

O tractor dispõe de uma transmissão denominada *Dyna -4* que compreende:

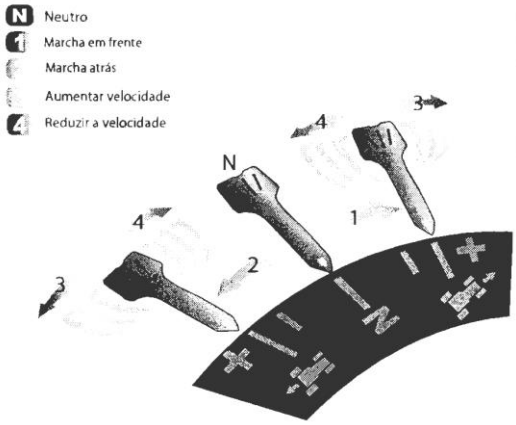
- 2 modos: tartaruga (campo) e lebre (estrada). Estes modos podem ser selecionados utilizando a alavanca de comando, premindo simultaneamente o botão lateral. No

sentido do **+,** passa de tartaruga para lebre; no sentido do **-** passa de lebre para tartaruga. Não necessita de usar a embraiagem (transmissão ***powershift***).

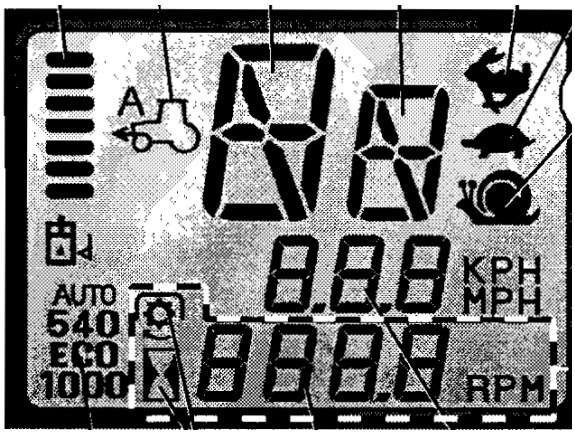
- 4 gamas (numeradas de 1 a 4)
- 4 velocidades (A;B;C;D;).

A transmissão é sequencial (1A;1B;1C;1D;2A;2B;2C;2D; 3A, etc). Para subir na sequência basta levar a alavanca no sentido **+**. Para descer na sequência basta levar a alavanca no sentido **-**. Não necessita de usar a embraiagem (transmissão ***powershift***)

O comando da transmissão sequencial está duplicado na alavanca de **powershuttle:** Com a marcha à frente seleccionada, levando a alavanca no sentido do **+,** sobe-se na sequência. Para descer na sequência basta levar a alavanca no sentido do **-**. Não necessita de usar a embraiagem (transmissão ***powershift***).
Procedimento semelhante se pode executar em marcha-atrás.



Num LCD do painel de instrumentos do tractor fica registado o modo (lebre e tartaruga) a mudança de avanço seleccionada:



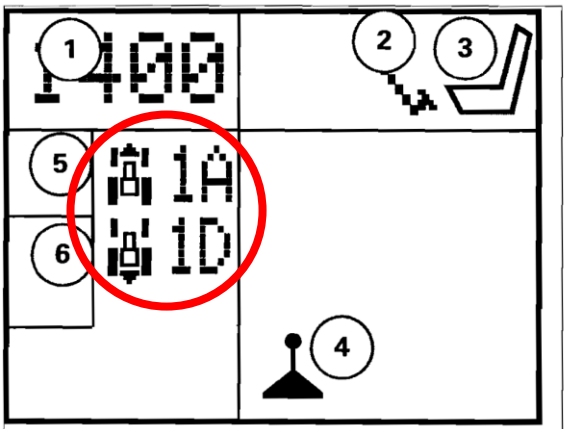
O tractor, no total, possui 32 velocidades para a frente e 32 velocidades para trás

A transmissão deste tractor possui uma função (explicada como activar no Manual de Operador) com a qual o operador pode predefinir, de entre as mudanças 1A;2A;3A;4A, qual a que pretende para iniciar a marcha, quer em marcha-à-frente, quer em marcha-atrás.
Esta função pode ser útil quando, na aproximação se requer marcha lenta, mas para o afastamento a marcha pode ser mais rápida.

Colheita mecânica de azeitona com vibrador de tronco – Projecto AGRO 271, Vale do Osso – Alfandega da Fé

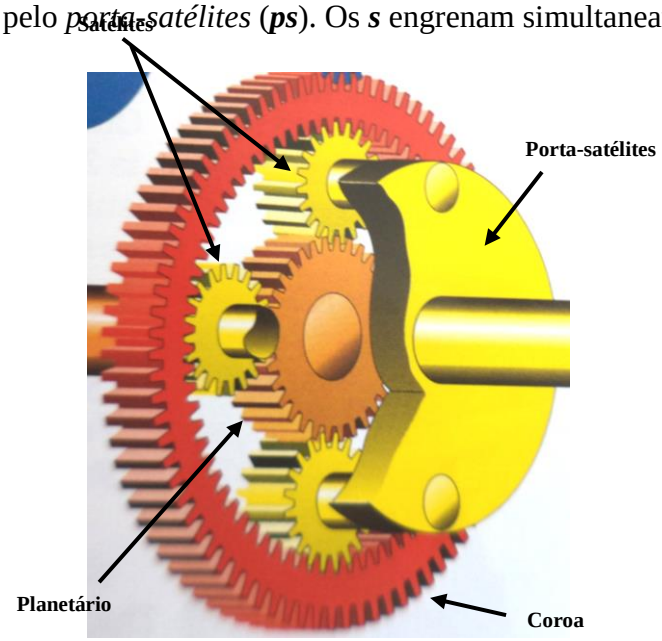
A figura anterior mostra um exemplo de operação em que a manobra de aproximação deverá ser mais lenta do que a manobra de afastamento.

Num LCD do painel de instrumentos do tractor fica registado a velocidade de avanço e de recuo pré-seleccionadas:



2.2.3. Sistema de variação contínua de velocidade

Este sistema baseia-se na cinemática de funcionamento da engrenagem epicicloidal. A figura mostra uma engrenagem epicicloidal formada por uma roda dentada central, denominada *planetário* (***p***), por uma roda dentada com dentado interior e exterior, denominada *coroa* (***c***), e por 4 rodas dentadas intermédias, denominadas *satélites* (***s***), as quais estão unidas pelo *porta-satélites* (***ps***). Os ***s*** engrenam simultaneamente com ***p*** e ***c***.



***New infinitly variable gearbox designs – Autopowr and Eccom*,**
Revista PROFI international, nº 03, Março 2003, p 54 a 56

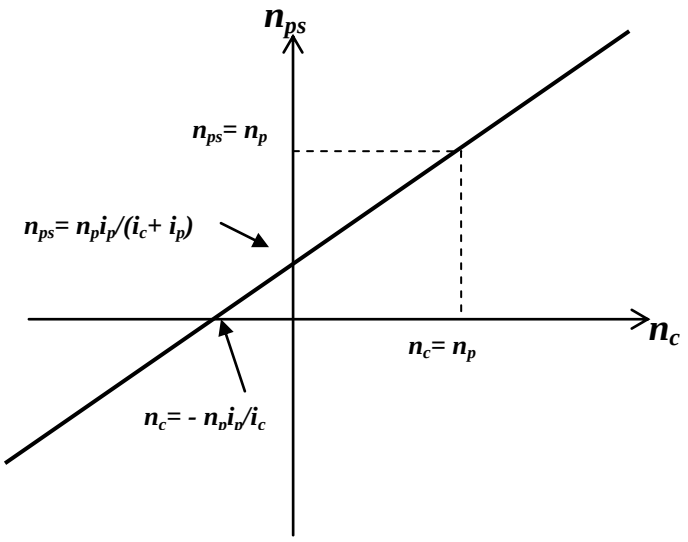
A relação entre as velocidades de rotação dos componentes da engrenagem epicicloidal é dada pela expressão seguinte:

$$\frac{i_c}{i_p} = -\frac{n_p - n_{ps}}{n_c - n_{ps}}$$

i_c = número de dentes da *coroa*;
i_p = número de dentes do *planetário*;
n_c = velocidade de rotação da *coroa*;
n_p = velocidade de rotação do *planetário*;

n_{ps} = velocidade de rotação do *porta-satélites*.

A figura seguinte mostra uma representação gráfica de n_{ps}, em função de n_c, para um valor de n_p constante:



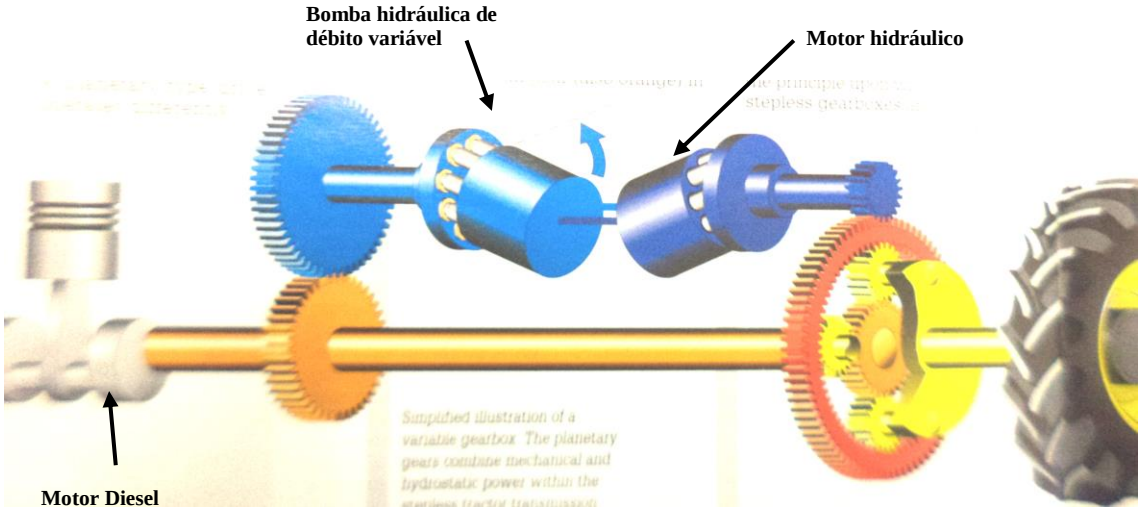
Admitamos que o ***planetário*** roda no sentido de rotação dos ponteiros do relógio (SRPR) com um valor fixo de rotação (***n_p***). A figura anterior mostra que ao aumentar a rotação da ***coroa***, desde zero, no mesmo SRPR, o ***porta-satélites*** também aumenta de rotação no SRPR. Em particular, quando $n_c= 0$, então $n_{ps}= n_p i_p/(i_c+i_p)$. Quando $n_c= n_p$, então $n_{ps}= n_p$.

Sem alterar a rotação e sentido do ***planetário*** (***n_p***), se aumentarmos a rotação da ***coroa***, desde zero, <u>mas agora no sentido de rotação contrário ao dos ponteiros do relógio (SRCPR)</u>, o ***porta-satélites*** diminui de rotação, no SRPR, até parar. Depois aumenta de rotação no SRCPR. Em particular, quando $n_c= 0$, então $n_{ps}= n_p i_p/(i_c+i_p)$.
Quando $n_c= - n_p i_p/i_c$, então $n_{ps}= 0$.

Conclui-se que, para um valor fixo de rotação do ***planetário***, gerindo a velocidade e sentido de rotação da ***coroa***, podemos ter uma variação contínua da velocidade de rotação do ***porta-satélites***, o qual pode girar no mesmo sentido do ***planetário***, pode imobilizar-se e pode mesmo inverter o sentido.

É este princípio que é utilizado nas transmissões com variação contínua de velocidade (*Continuous Variable Transmission* – CVT). O motor do tractor está ligado ao ***planetário*** e as rodas do tractor ao ***porta-satélites***. A gestão da velocidade de rotação da ***coroa*** é feita por uma transmissão hidrostática

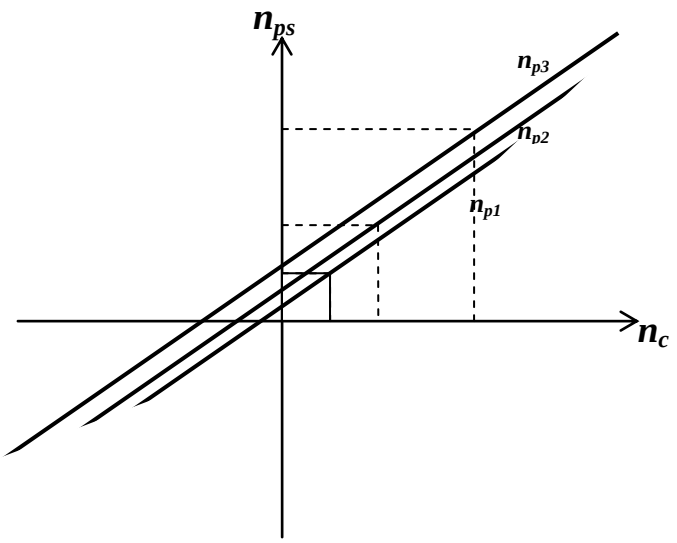
A figura seguinte mostra, de forma esquemática, o princípio da CVT.



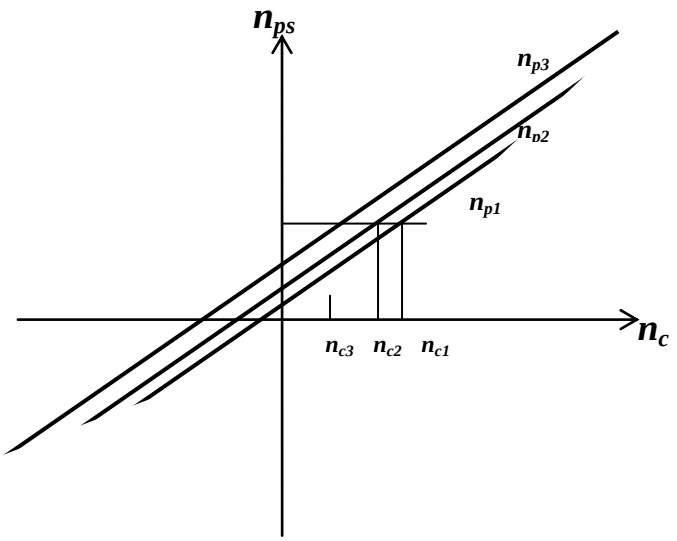
New infinitly variable gearbox designs – Autopowr and Eccom,
Revista PROFI international, nº 03, Março 2003, p 54 a 56

O motor Diesel movimenta um veio que tem na extremidade o ***planetário*** de uma engrenagem epicicloidal. O veio transmite, ainda, movimento, através de uma engrenagem paralela, para uma bomba de êmbolos axiais de débito variável (*Swashplate pump*) de uma transmissão hidrostática. O motor hidráulico da transmissão hidrostática liga-se à roda de ***coroa*** da engrenagem epicicloidal. O ***porta-satélites*** da engrenagem epicicloidal está ligado à transmissão até às rodas do tractor.
Conclui-se:
1 – O operador fixa um valor de rotação do motor Diesel (rotação fixa do ***planetário***), utilizando o acelerador de mão;
2 - O operador gere o caudal da bomba hidráulica, através de um *joystick* e, consequentemente, altera o valor e o sentido de rotação do motor hidráulico, ou seja, o valor e sentido de rotação da ***coroa*** da engrenagem epicicloidal;
3 – O resultado é uma variação contínua da velocidade de rotação do ***porta-satélites*** (ligado às rodas do tractor), o qual pode girar no mesmo sentido do ***planetário***, pode imobilizar-se e pode mesmo inverter o sentido,
4 – O resultado final será o tractor a deslocar-se para a frente, imobilizar-se, ou inverter o sentido de marcha.

A figura seguinte mostra a representação gáfica de n_{ps} , em função de n_c , para 3 valores crescentes de n_p.



A figura seguinte mostra que o mesmo valor de n_{ps} pode ser obtido em diversos pares de n_c ; n_p.



Em termos práticos, a transmissão CVT pode garantir uma determinada velocidade de avanço do tractor para diferentes rotações do motor Diesel, controlando o caudal da bomba hidráulica que vai para o motor hidráulico, através do *joystick*. Teoricamente há infinitas opções. Numa transmissão convencional ou *powershift*, o número de opções seria limitado a algumas.

Numa transmissão convencional ou *powershift*, em trabalho, o operador selecciona uma rotação do motor (acelerador de mão) e, seguidamente, selecciona na transmissão a velocidade/gama que lhe permita a velocidade mais próxima da que pretende trabalhar. Se subir ou baixar na transmissão, ocasionará um salto na velocidade de avanço.

Nas versões mais evoluídas de transmissão CVT, o operador tem um comando que permite avançar o tractor, mais depressa ou mais devagar, com o qual pode escolher a velocidade de deslocamento a que quer trabalhar. A unidade de gestão electónica denominada "*Central Processing Unit* - CPU" que integra a gestão do motor Diesel e da

transmissão CVT escolhe automaticamente qual a rotação do motor Diesel e caudal da bomba hidráulica que permita assegurar critérios pre-estabelecidos e armazenados na memória da CPU. Esses critérios não serão exactamente iguais nas diferentes operações que o tractor executa: transporte de semi-reboques em estrada; elevada tracção, como a mobilização de solo; utilização da tdf. Sensores de velocidade e sensores de carga bem como a activação de comandos como o da tdf, informam a CPU, permitindo a esta reconhecer automaticamente em que situação o tractor está a ser utilizado.

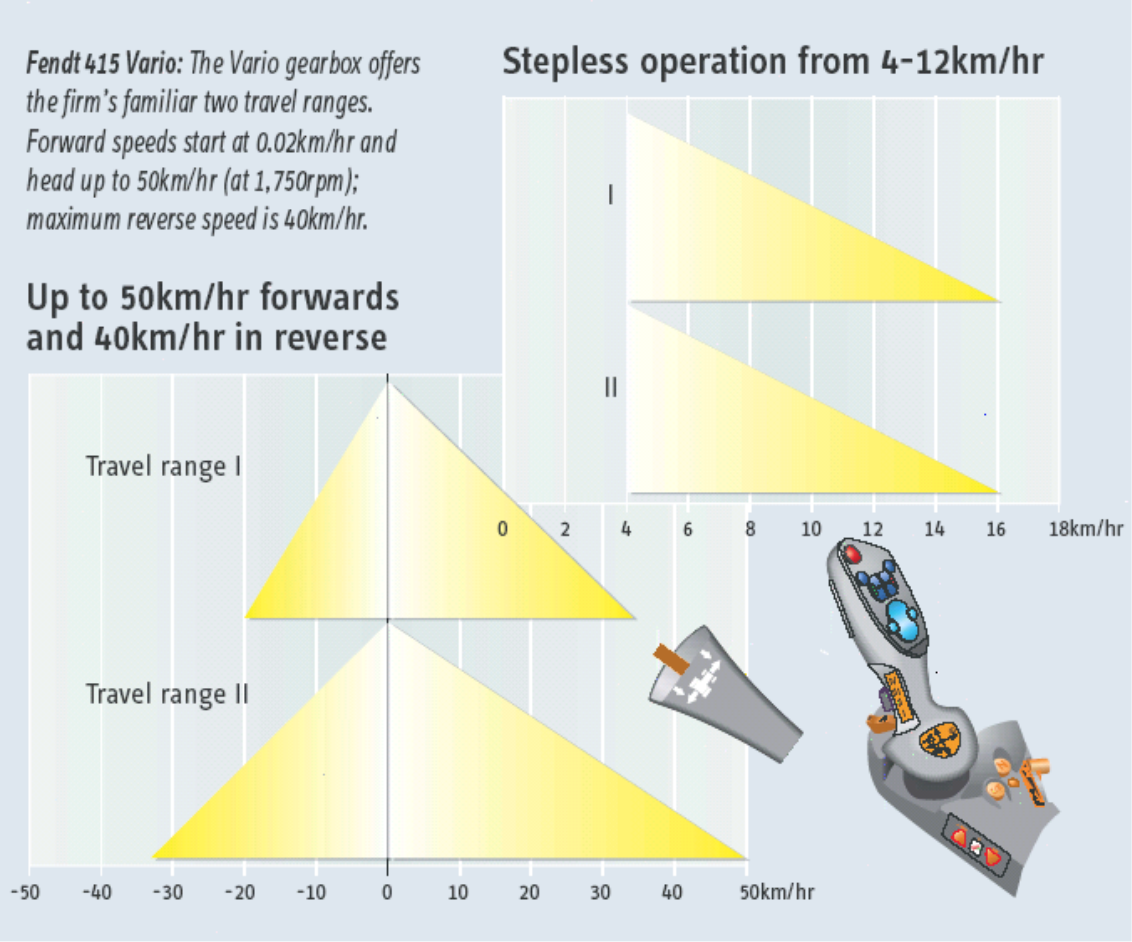
Este grau de automatismo requer que a transmissão CVT tenha um elevado grau de complexidade mecânica e hidráulica. Contudo obedece ao princípio esquemático acima exposto. As caixas CVT apresentadas pelos principais construtores de tractores podem conter várias engrenagens epicicloidais e engrenagens paralelas e o sistema hidrostático pode ter mais de que um motor hidráulico.

Tractor Fendt 415 Vario – Tractores e Equipamentos automotrizes 2011/12

A figura seguinte mostra o *joystick* do tractor Fendt 415 Vario. Este comando ao ser empurrado para a frente vai gradualmente aumentando a velocidade de avanço; se a velocidade de avanço for excessiva podemos diminui-la puxando o comando gradualmente para trás, até se atingir a velocidade de avanço desejada.

Tractor Fendt 415 Vario – Tractores e Equipamentos automotrizes 2011/12

Os botões assinalados na figura anterior permitem seleccionar a duas gamas (*range*) de variação contínua de velocidade: *Range* I (*field*), com variação continua até 35*km/h*, e *Range* II (*road*), com variação continua até 50*km/h*.



Movendo lateralmente o *joystick* para dar um toque à sua esquerda, esta acção fará com que a direcção da marcha seja invertida (*shuttle reverser operation*). A inversão de marcha pode ser igualmente realizada através do comando habitual situado do lado esquerdo do volante.

Tractor Fendt 411 F Vario TMS

A influência que o deslocamento do *joystick* tem na variação da velocidade de deslocamento do tractor, imprimindo maior ou menor aceleração (*adjustment of the acceleration and deceleration rates*), pode ser regulada em 4 escalões através de um butão (I; II; III; IV) colocado lateralmente no *joystick*.

Tractor Fendt 411 F Vario TMS

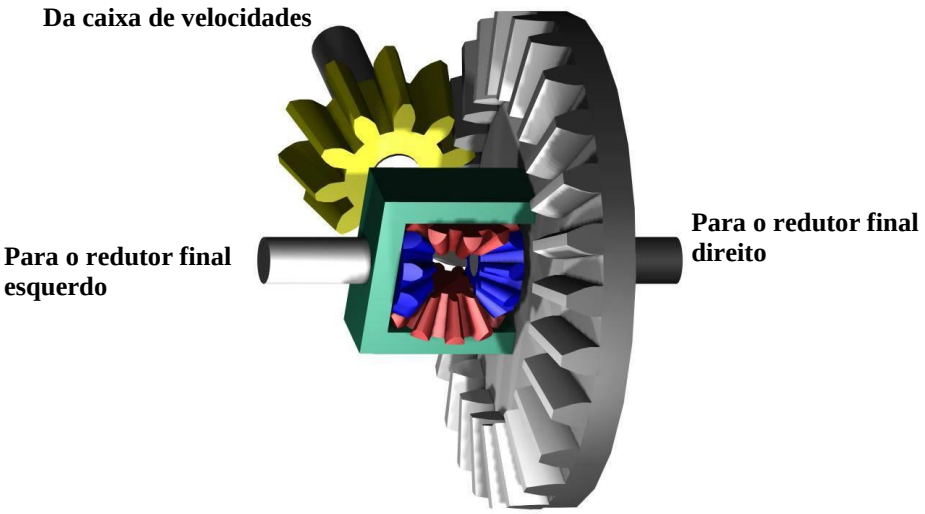
Uma das características das CVT é a de poderem memorizar velocidades de deslocamento que o CPU manterá constantes independentemente da rotação do motor Diesel (*cruise control speeds*). No presente exemplo o tractor poderá memorizar 2 velocidades as quais serão inseridas no Terminal Vario da figura seguinte.

Tractor Fendt 415 Vario – Tractores e Equipamentos automotrizes 2011/12

Também no Terminal Vario o operador pode activar a função *load limit sensing*. Ao ser introduzido um valor entre 0% e 30%, por exemplo 10%, a CPU automaticamente ajustará a transmissão assim que a carga sobre o tractor ultrapassar, em 10%, a carga na altura da activação do sistema. Logo que o acréscimo de carga se deixe de sentir, a transmissão voltará às regulações anteriores.

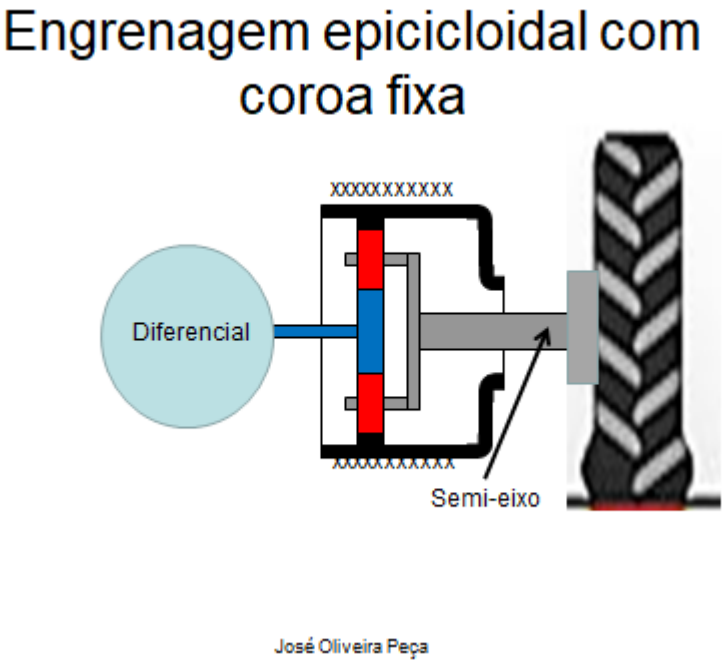
2.3. Eixo traseiro

A potência que está a ser transmitida por órgãos longitudinais ao tractor é transferida para órgãos transversais ao tractor por forma a chegar às rodas traseiras. Esta transferência é efectuada pelo grupo cónico e o diferencial que lhe está ligado.

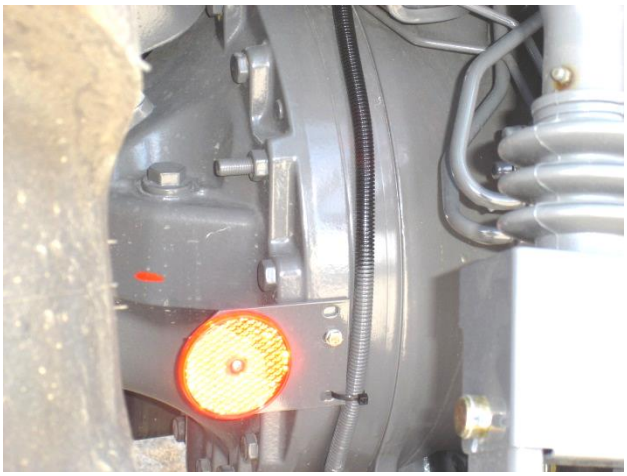


Ao grupo cónico cabe a função de transmitir a potência entre veios a 90º, enquanto o diferencial possibilita que a potência seja transmitida para ambas as rodas traseiras de forma independente, nomeadamente permitindo que estas rodem a velocidades diferentes (essencial quando o veículo estiver a curvar).

Os redutores finais (direito e esquerdo) têm a função de reduzir a rotação dos veios que vêm do grupo cónico e, desta forma, ampliar o momento transmitido às rodas traseiras do tractor. Na sua quase totalidade são redutores epicicloidais em que a ***coroa*** está fixa na estrutura do tractor e a potência entra no redutor pelo ***planetário*** e sai pelo ***porta-satélites*** para o semi-eixo que conduz o movimento, agora desmultiplicado, para as rodas.



Estes redutores podem estar situados à direita e à esquerda, junto do grupo-cónico/diferencial, ou mais afastados, junto de cada uma das rodas traseiras.



Caixa do redutor final traseiro, do lado esquerdo, do tractor Fendt 415 *Vario*

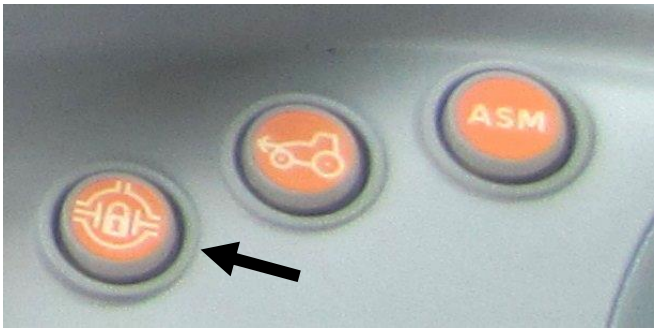
2.3.1. Bloqueio do diferencial

Uma vez que a potência flui independente para cada uma das rodas, ela terá tendência a fluir para a roda que oferecer menor resistência. Em situação de estrada ambas as rodas têm resistências semelhantes. No campo, diferentes consistências de solo debaixo de uma e outra roda, podem criar a situação de a potência fluir preferencialmente para a roda cujo solo oferece menor resistência (solo solto ou encharcado). A roda que estiver sobre o solo que ofereça menor resistência, começará a patinar, enquanto a outra roda (sobre solo duro ou seco) não recebe potência e se imobiliza.

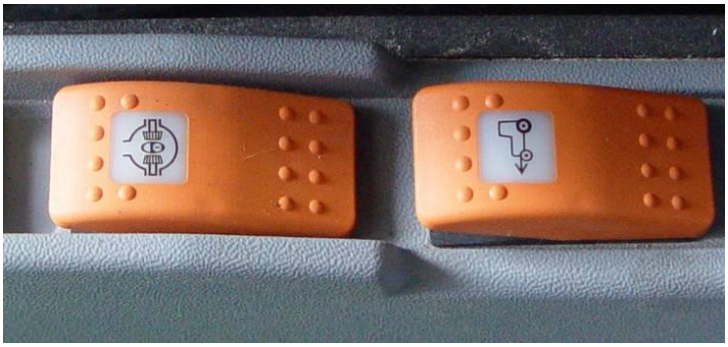
A imagem anterior ilustra uma situação em que as rodas que vão no rego de lavoura e as rodas que vão fora do rego encontram solos diferentes. Acresce o facto de as rodas que estão no rego terem maior carga vertical, dado a inclinação do tractor. Assim em situações em que o tractor está a lavrar é frequente verificar que as rodas foram do rego patinam.

Para ultrapassar esta dificuldade que, no extremo, leva à imobilização do tractor, existe um mecanismo que permite neutralizar o efeito do diferencial, fazendo com que ambas as rodas recebam potência e, de facto, passem a rodar à mesma velocidade.

Um comando electro-hidráulico é a forma mais comum de comando do bloqueio do diferencial:



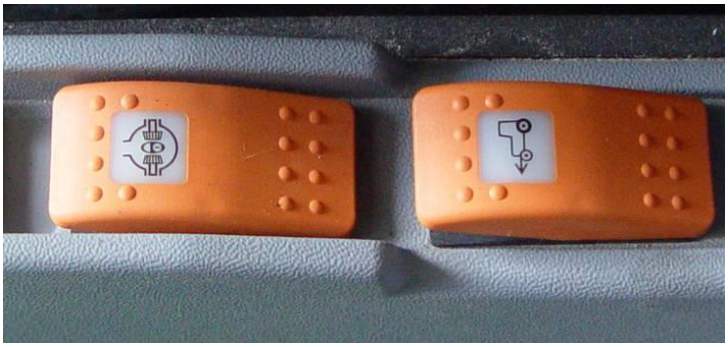
A figura seguinte mostra um pormenor da consola lateral de um tractor onde se encontra, à esquerda, o interruptor de comando electro-hidráulico do bloqueio do diferencial (*diff–lock rocker switch*):



Actuando o bloqueio do diferencial acende-se uma luz de aviso no painel. **Utilizar o bloqueio em percursos EXCLUSIVAMENTE em linha recta**, e antes que se verifique excessiva patinagem (*wheel slip*). Quando detectar que uma roda patina muito em relação à do outro lado, antes de ligar o bloqueio, deve desembraiar.

2.4. Caixa de transferência e eixo dianteiro

A transmissão para o eixo dianteiro realiza-se a partir da caixa de gamas/velocidades/inversor, através de uma engrenagem paralela ligada a uma embraiagem multidisco em banho de óleo. Esta embraiagem de comando electro-hidráulico, permite transmitir ou interromper a transferência de potência para o eixo da frente.
A figura seguinte mostra parte da consola lateral onde se encontra, à direita, o interruptor da ligação electro-hidráulica da tracção dianteira (*four-wheel-drive rocker switch*):

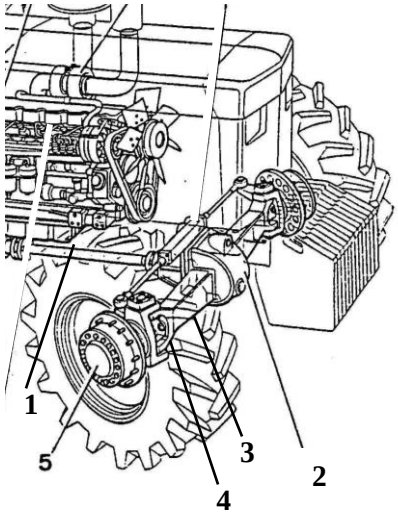


Tractor DEUTZ-FAHR AGROFARM 420

A tracção dianteira só pode ser accionada com o tractor imobilizado. Uma luz no painel de instrumentos avisa quando a tracção dianteira está ligada. Não usar a tracção dianteira na estrada. No campo só usar a tracção dianteira em trabalhos exigentes em tracção.
A figura seguinte mostra parte da consola lateral onde se encontram, entre outros, o interruptor de comando do bloqueio do diferencial, o interruptor da ligação da tracção dianteira:

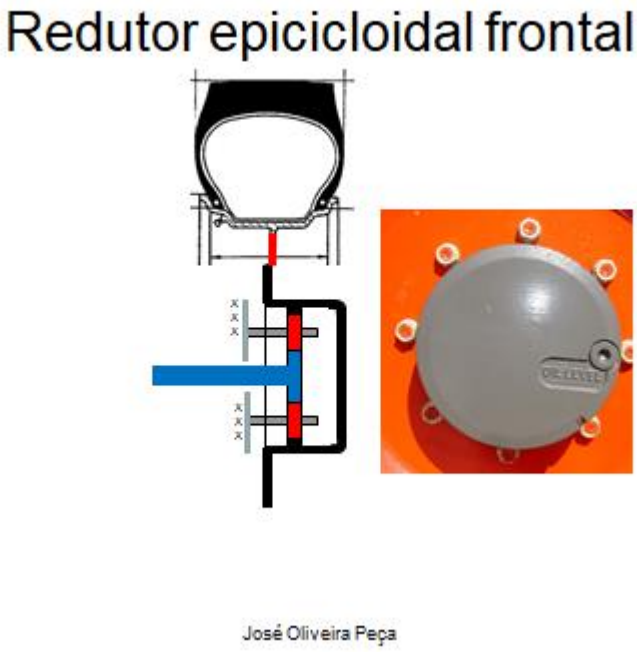
Tractor MASSEY FERGUSON 5465

A figura seguinte mostra os órgãos seguintes da transmissão para o eixo dianteiro, nomeadamente o veio longitudinal de transmissão (1), o grupo cónico/diferencial dianteiro (2); os semi-eixos (3); as juntas homocinéticas (4); e os redutores finais (5).

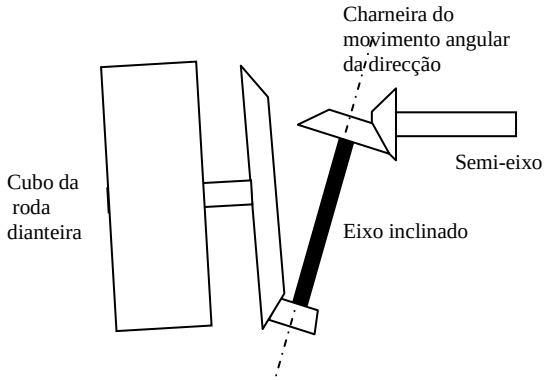


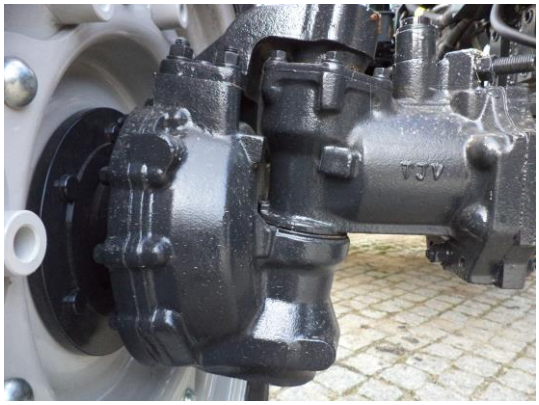
O grupo cónico/diferencial dianteiro é semelhante ao traseiro. O seu sistema de bloqueamento é automático (sistema autoblocante) assim que um dos semi-eixos rodar acima de uma percentagem em relação ao outro.
As juntas homocinéticas permitem transmitir movimento entre dois veios em ângulo, o que acontece quando a direcção é accionada.

Os redutores finais (direito e esquerdo) têm a função de reduzir a rotação dos veios que vêm do grupo cónico dianteiro e, desta forma, ampliar o momento transmitido às rodas dianteiras do tractor. Na sua quase totalidade são redutores epicicloidais em que o ***porta-satélites*** está fixa na estrutura do tractor e a potência entra no redutor pelo ***planetário*** e sai pela ***coroa***, a qual tem aparafusada a jante do pneu.



A figura seguinte mostra simplificadamente uma variante constituída por um veio inclinado com dupla engrenagem cónica, dispensando as juntas homocinéticas e realizando a redução de velocidade:





Tractor ISEKI TJA 8090

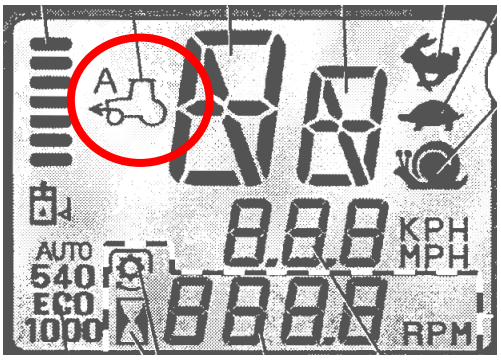
2.5. Exemplos de automatismos na transmissão

A figura seguinte mostra parte da consola lateral de um tractor onde se encontram, entre outros, o interruptor de comando do bloqueio do diferencial, o interruptor da ligação da tracção dianteira:

Tractor MASSEY FERGUSON 5608

Premindo o interruptor 1, a tracção dianteira fica ligada. Voltando a premir a tracção dianteira desliga-se. Este comando denomina-se “ligação manual da tracção dianteira”. Uma luz de aviso no painel de instrumentos assinala se a tracção dianteira está ligada.

Premindo o interruptor 2, a tracção dianteira fica ligada. Este comando denomina-se “ligação automática da tracção dianteira”. Voltando a premir a tracção dianteira desliga-se. Um aviso no LCD do painel de instrumentos assinala se a tracção dianteira está ligada de forma automática:



Com a “ligação automática da tracção dianteira”, a tracção desliga-se automaticamente se a velocidade de deslocamento ultrapassar 20*km/h* e restabelece-se se descer abaixo de 19*km/h*.
Com a “ligação automática da tracção dianteira”, a tracção desliga-se automaticamente se o ângulo da direcção ultrapassar 25° e restabelece-se se descer abaixo de 23°.

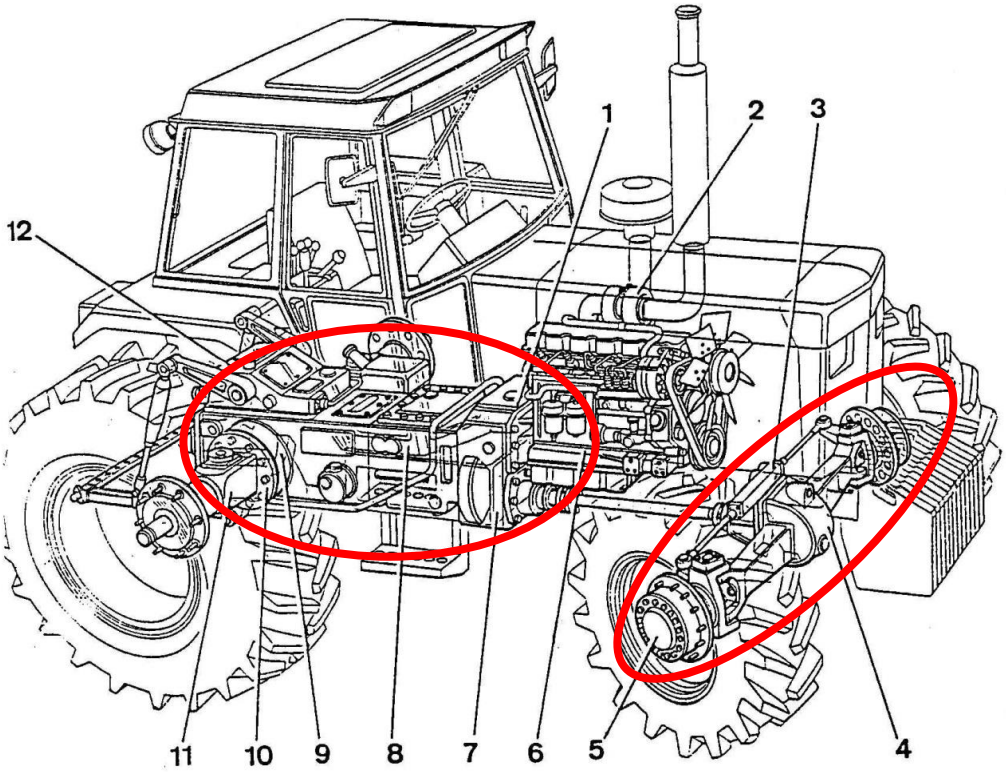
Premindo o interruptor 3, os diferenciais (traseiro e dianteiro) ficam bloqueados e a tracção dianteira fica ligada (se já não estiver). Este comando denomina-se “ligação manual do bloqueio do diferencial”. Uma luz de aviso no painel de instrumentos assinala se a tracção dianteira está ligada.
Voltando a premir o botão 3, o bloqueio sessa. O bloqueio sessa se a velocidade de deslocamento ultrapassar 20*km/h*. O bloqueio sessa, igualmente, se os travões forem actuados.

Premindo o interruptor 4, os diferenciais (traseiro e dianteiro) ficam bloqueados e a tracção dianteira fica ligada (se já não estiver). Este comando denomina-se “bloqueio automático dos diferenciais”. Voltando a premir o botão 4, o bloqueio sessa. O bloqueio sessa se a velocidade de deslocamento ultrapassar 20*km/h*. O bloqueio sessa, igualmente, se os travões forem actuados.
Com o “bloqueio automático dos diferenciais”, o bloqueio sessa automaticamente se o ângulo da direcção ultrapassar 7° e restabelece-se se descer abaixo de 5°.
Com o “bloqueio automático dos diferenciais”, o bloqueio sessa automaticamente se o sistema hidráulico de 3 pontos for colocado na posição de subida e restabelece-se quando for colocado na posição de descida.

São visíveis as vantagens dos modos automáticos, quer da tracção dianteira, quer do bloqueio do diferencial, em manobras de cabeceira:

3. Manutenção da transmissão para as rodas e tdf

Neste ponto aborda-se a manutenção de órgãos da transmissão do tractor, agrupados em eixo dianteiro e "caixas"/eixo traseiro/tomada-de-força.
Tomando como referência a figura seguinte, o **eixo dianteiro** é constituído pelos seguintes órgãos: grupo cónico e diferencial dianteiro (4); redutores finais dianteiros (5). As **"caixas"** compreendem a caixa de velocidades/gamas/inversor (8), a caixa de transferência para o eixo dianteiro (7). O **eixo traseiro** é constituído pelos seguintes órgãos: grupo cónico/diferencial e redutores finais traseiros (9). A tdf inclui a caixa de velocidades e embraiagem da tdf.

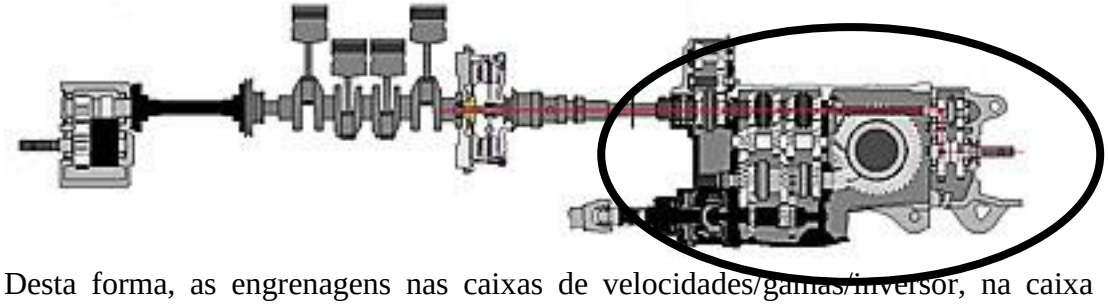


Existe variedade quanto ao modo como a manutenção é efectuada, bem como à periodicidade e produtos a utilizar.
Remete-se para o MANUAL DO OPERADOR de cada tractor os aspectos específicos, pelo que se abordarão apenas os casos mais vulgarmente encontrados.

3.1. Lubrificação de "caixas"/eixo traseiro/tdf

3.1.1. Lubrificantes

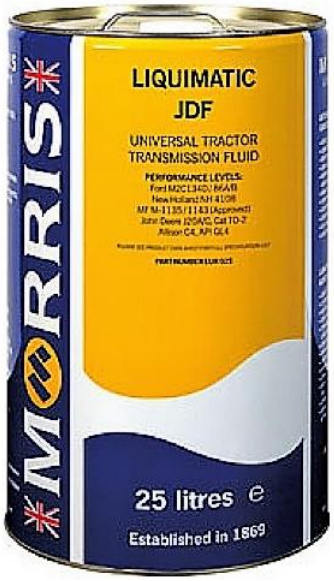
Em tractores agrícolas é normal haver um *carter* comum para as "caixas" e eixo traseiro.



Desta forma, as engrenagens nas caixas de velocidades/gamas/inversor, na caixa de transferência; no grupo cónico/diferencial traseiro, nos redutores finais traseiros e na caixa de velocidades da tdf, são lubrificados pelo mesmo óleo. Contudo, este óleo ainda cumpre outras funções:
- Circula nas embraiagens multidisco da transmissão *powershift* e *powershttle*;
- Circula na embraiagem multidisco da transmissão para a tdf;
- Circula na embraiagem multidisco da transmissão para tracção dianteira;
- Circula nos travões de disco;
- Circula no sistema hidráulico de actuação dos 3 pontos e Serviço Hidráulico Externo do tractor.

Para satisfazer esta variedade de funções requere-se um óleo especial denominado **Óleos Universais de Transmissão (óleos U.T.T.O.-*Universal Tractor Transmission Oil*).**
O manual de operador especifica o óleo U.T.T.O. a utilizar, indicando:
- Especificações de viscosidade (classificação de viscosidade SAE);
- Informação técnica referente às exigências na utilização (classificação API);
- Especificações impostas pelos próprios construtores de tractores e ou de transmissões.

A classificação API (*American Petroleum Institute*)de óleos para transmissões apresenta seis categorias, GL1 a GL6, sendo a categoria GL4 e GL5 as mais utilizadas em tractores.



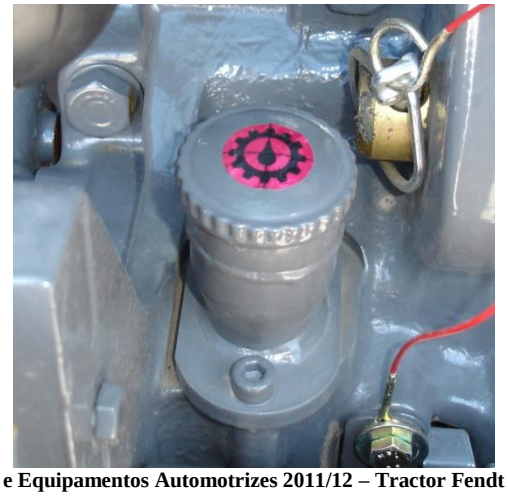
Exemplo de especificações de um óleo UTTO:
SAE 10W-30
API GL4
Massey Ferguson - M1143 & M1135
New Holland Ford - M2C 134D
John Deere - J 20C
ZF TE ML 06&B&07B

Existem ainda lubrificantes denominados **Óleos STOU (*Super Tractor Oil Universal*)** que, para além da lubrificação da transmissão (caixa de velocidades, diferencial e redutores finais), arrefecimento de embraiagens e travões multidisco, fluído do sistema hidráulico do tractor, pode ser usado na lubrificação do próprio motor do tractor.
Para os utilizadores, os óleos STOU evitam erros por troca dos óleos, eliminam a contaminação de óleos diferentes no mesmo vasilhame e simplificam a gestão de *stocks* no parque de óleos da herdade.
No exemplo anterior pode observar-se na classificação API a dupla missão de óleo de lubrificação de motor e de transmissão.

Exemplo de especificações de um óleo STUO:
SAE 15W-30
ACEA E2
API CE/CF4/GL4
Massey Ferguson - M1135&M1139&M1144
New Holland Ford - M2C 159B
John Deere - J 27
Allison C4
Caterpillar TO-2
ISO HV 68/100

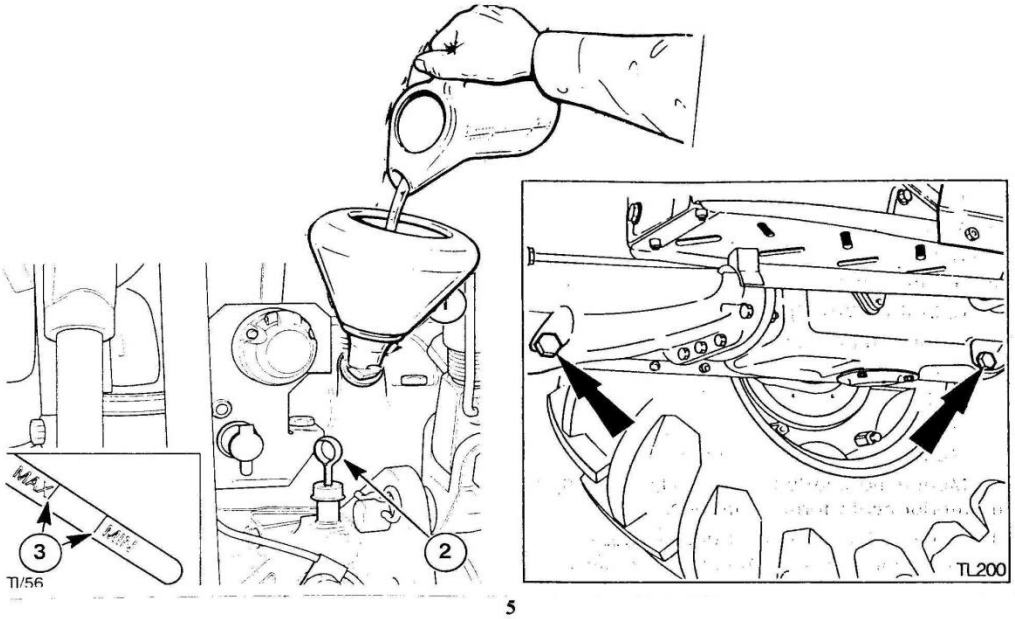
3.1.2. Bujões e indicadores de nível

Como já foi referido, a lubrificação destes dois grupos é efectuada a partir de um *carter* comum. Além disso, este óleo é também o óleo do sistema hidráulico.
Um bujão, normalmente na traseira do tractor, permite o enchimento do *carter*:

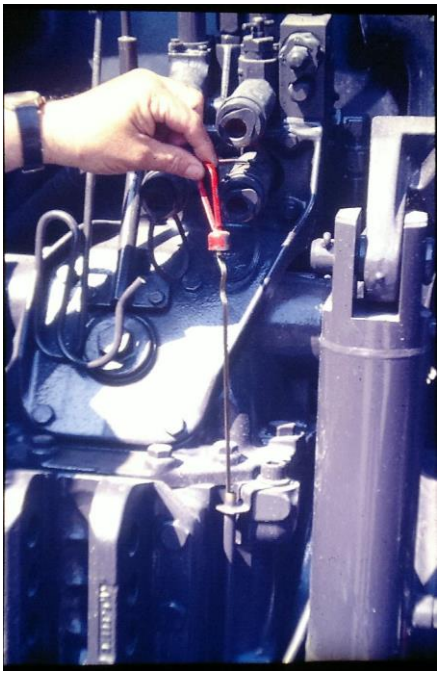


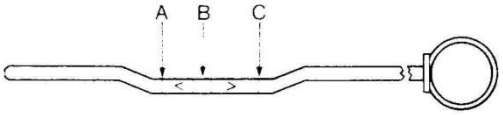
Tractores e Equipamentos Automotrizes 2011/12 – Tractor Fendt 415 Vario

Um ou mais bujões na parte inferior do *carter* permite retirar o óleo do sistema.



Periodicamente o nível do óleo deverá ser verificado, o que é normalmente feito através de uma vareta.





«A» — Marca do nivel minimo.
Nunca deixa que o nível seja inferior a esta marca.

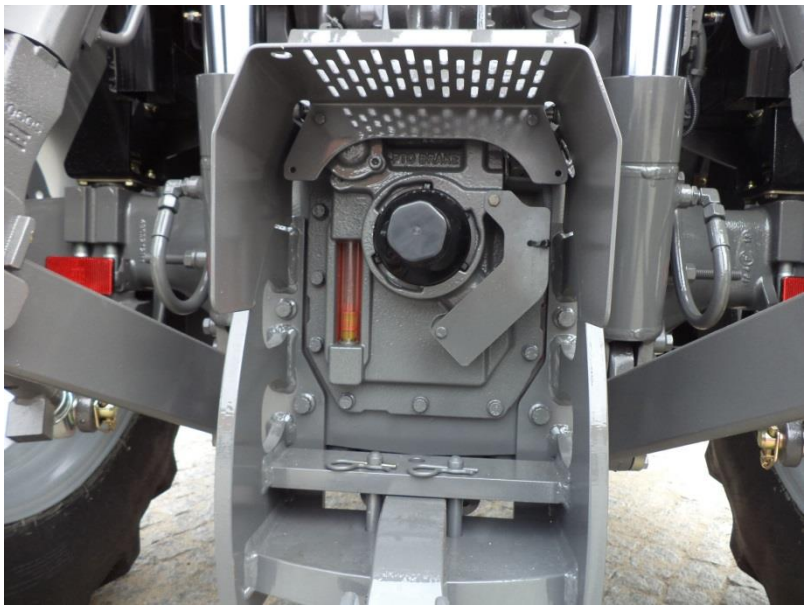
«B» — Marca do nível normal.

«C» — Marca do nível máximo.
Atestar até esta marca sempre que utilizar o sistema hidráulico auxiliar ou alfaias que requeiram um elevado volume de óleo

Por vezes é mencionado no MANUAL DE OPERADOR e vem indicado na vareta, um nível de óleo correspondente a um excesso que se deve colocar sempre que o tractor

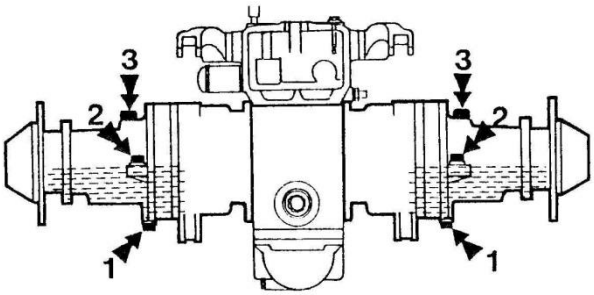
trabalhe com o SERVIÇO EXTERNO DO SISTEMA HIDRÁULICO alimentando circuitos de alfaias que requerem muito óleo. Assim não haverá perigo de faltar óleo para a lubrificação da transmissão.

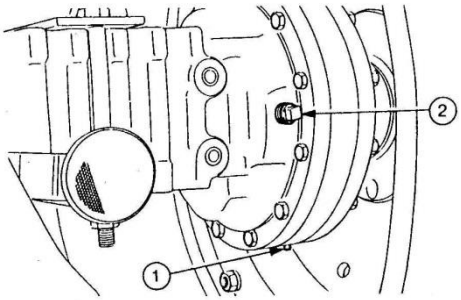
Em alternativa à vareta, poderá existir um bujão para inspeccionar o nível ou um visor transparente.



Visor transparente indicador do nível do óleo da transmissão/sistema hidráulico do tractor MF 5610 (2014)

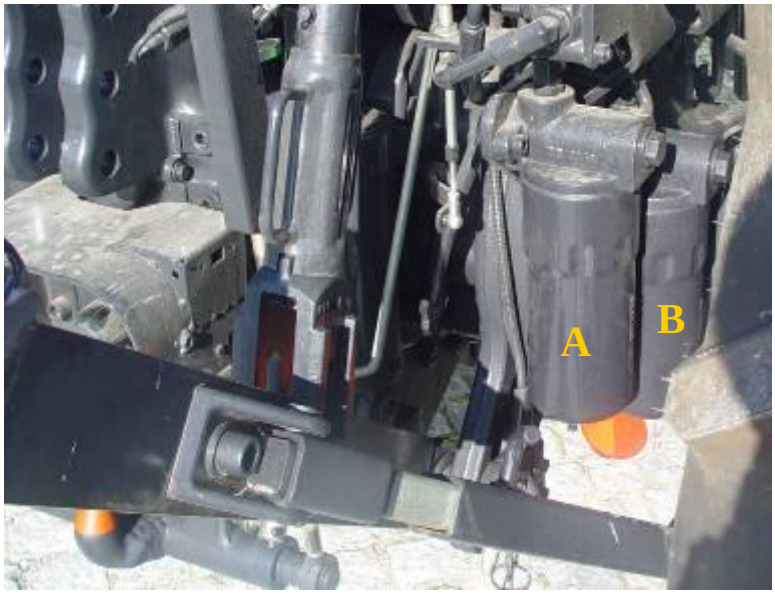
Há tractores cujos redutores finais traseiros possuem um *carter* próprio, separado do principal (um de cada lado do eixo traseiro). A figura seguinte mostra um destes casos, sendo realçado um bujão na parte inferior de cada redutor para retirar o óleo (1), um bujão na face do redutor para verificar o nível (2) e um bujão no topo para o enchimento (3). Em certos casos o enchimento faz-se pelo bujão de nível.





3.1.3. Filtros

Existem várias modalidades no que respeita à localização e manutenção dos filtros de óleo da transmissão/sistema hidráulico. A figura seguinte mostra o filtro de pressão (A) e o filtro de retorno (B) do óleo da transmissão, ambos situados na traseira do tractor. A sua mudança será efectuada de acordo com as indicações constantes no Manual de Operador do tractor.



Tractores e Equipamentos Automotrizes 2010/11 -Tractor Valtra N82

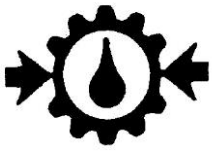
No interior encontra-se o elemento filtrante substituível (tipo *cartridge*):
Existem casos em que o elemento filtrante lavável em gasóleo:

www.wixfilters.com

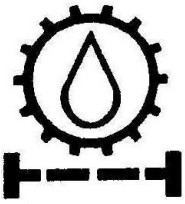
A figura seguinte mostra o filtros de óleo de transmissão tipo *canister* (de enroscar):

http://m-and-d.com

Os tractores dispõem de luzes de monitorização da transmissão:



pressão do óleo da transmissão



filtro de óleo da transmissão colmatado

temperatura do óleo de transmissão:

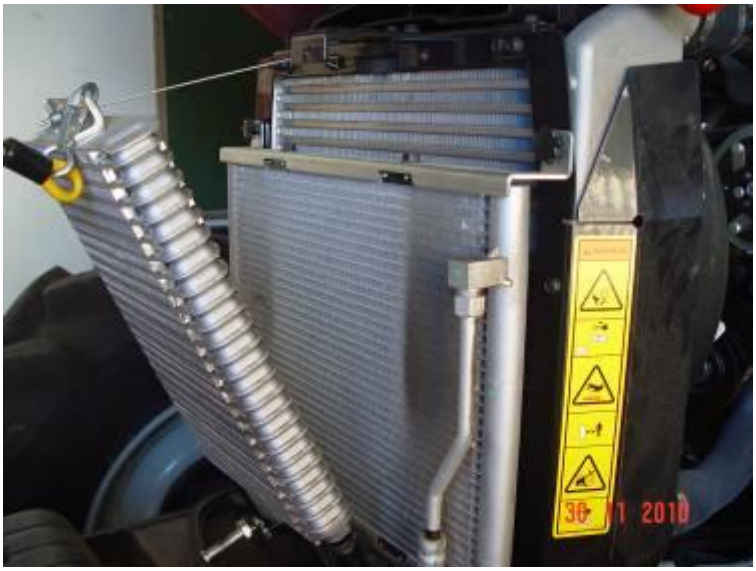
3.1.4. Radiadores do óleo da transmissão/sistema hidráulico

Frequentemente os tractores dispõem de um radiador do óleo da transmissão/sistema hidráulico no sentido de manter controlada a temperatura do óleo.

Tractores e Equipamentos Automotrizes 2010/11 -Tractor Valtra N82

Este radiador está situado à frente do radiador da água do motor para receber a mesma corrente de ar de arrefecimento. Periodicamente o seu ninho deve ser limpo com ar comprimido.

No sentido de facilitar a limpeza dos radiadores situados na frente do tractor, existem mecanismos de separação dos diferentes radiadores.



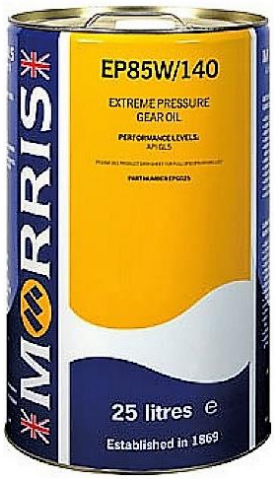
Tractores e Equipamentos Automotrizes 2010/11 -Tractor Valtra N82

3.2. Lubrificação do eixo dianteiro

3.2.1. Lubrificantes

Com utilização mais limitada em tractores agrícolas, mas muito utilizados em cárter de engrenagens de alfaias, existem os óleos denominados **óleos de engrenagens (*gear oil*)**. Em tractores agrícolas podem ser recomendados para a lubrificação do grupo cónico/diferencial e dos redutores finais de eixos dianteiros e, ainda na lubrificação dos redutores finais de eixos traseiros apenas no caso destes terem *carter* separado do resto da transmissão traseira.
Exemplo de especificações de um óleo de engrenagem (*gear oil*):
SAE 80W-90
API GL5

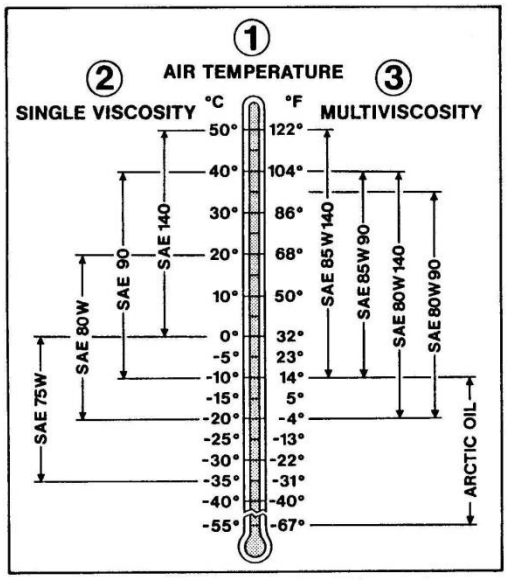
A SAE classifica os óleos de engrenagens em 6 graus de viscosidade, sendo 3 graus referentes a óleos com viscosidade adequada para condições ambientais de temperaturas altas (SAE 90, 140 e 250) e 3 graus referente a óleos com viscosidade adequada para condições ambientais de temperaturas baixas (SAE 75W, 80W e 85W).
O óleo SAE 75W tem características de viscosidade que o tornam adequado, exclusivamente, para uma utilização nas condições ambientais de temperaturas muito baixas. Em oposição, o óleo SAE 250 tem características de viscosidade que o tornam adequado, exclusivamente, para uma utilização nas condições ambientais de temperaturas muito altas.



Um o óleo de engrenagem com a classificação SAE 85W-90 (ou SAE 85W-140) tem características de viscosidade que o tornam apto para uma utilização quer em condições ambientais frias (Inverno), quer em condições ambientais quentes (Verão), isto é, poder ser utilizado o ano inteiro.

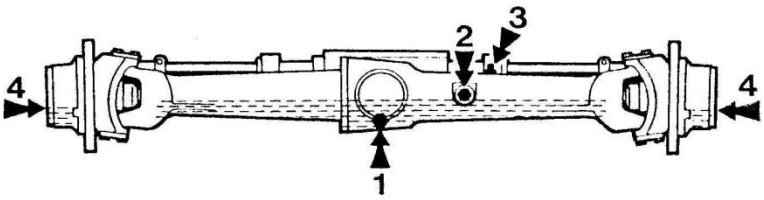
Atendendo a que os tractores são vendidos para diversas partes do globo, com diferentes características climáticas, é frequente encontrar-se nos MANUAIS DE OPERADOR informação como a que seguidamente se apresenta, a qual permite, claramente,

verificar a aptidão dos óleos SAE 90 e SAE 85W-90 para as condições ambientais de Portugal.

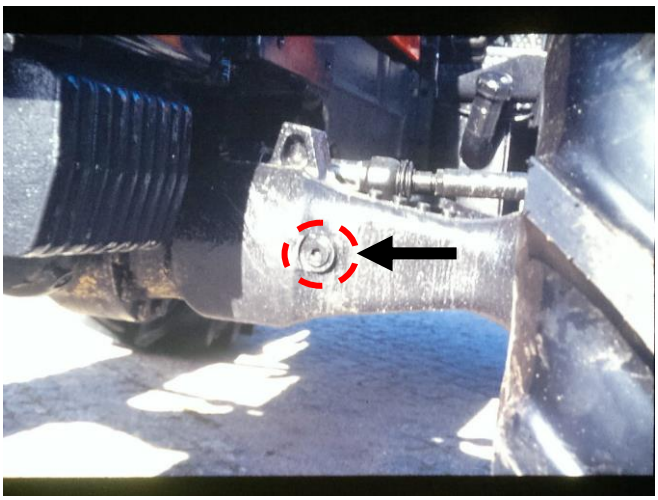


3.2.2. Bujões e indicadores de nível

O grupo cónico/diferencial dianteiro dispõe de um bujão inferior (1) e de um bujão superior (3) para a mudança do óleo:



Um bujão situado na face (2) permite a verificação do nível.



Cada um dos redutores finais dianteiros dispõe de um bujão na sua face (4):

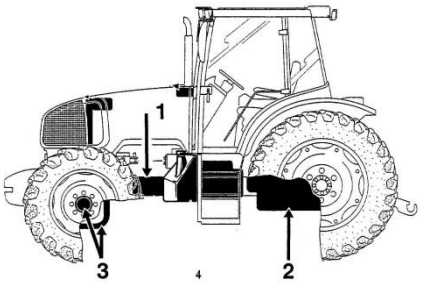
Tractores e Equipamentos Automotrizes 2011/12 – Tractor Fendt 415 Vario

A posição mostrada na figura anterior permite verificar o nível e introduzir óleo recorrendo a uma seringa de lubrificação:

Rodando a roda, por forma a posicionar o bujão na parte inferior, permite retirar o óleo:

3.3. Exemplo de quadro de manutenção

O exemplo seguinte foi adaptado directamente de um MANUAL DE OPERADOR



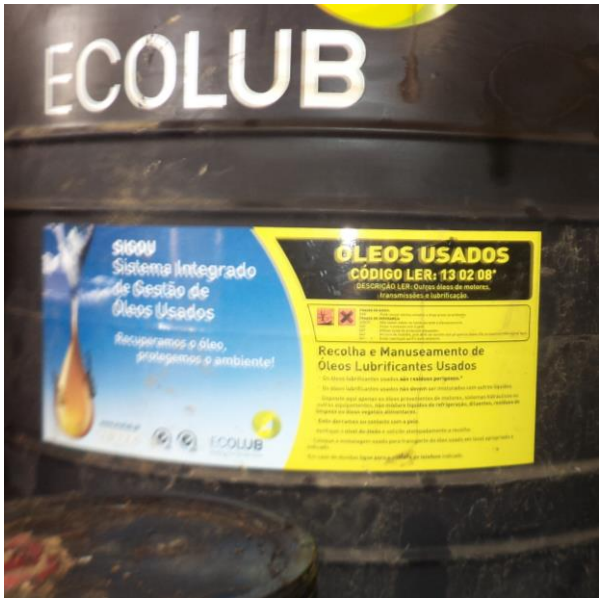
ÓRGÃO	CAPACIDADE	ÓLEO / CARACTERÍSTICAS
Motor (1)	Mínimo 20 litro Máximo 28 litro	ELF TRACTORENAULT SDM óleo multigraduado SAE 15W-40 para motor Diesel, satisfazendo as seguintes especificações: ACEA E2.96 ; API CG4 ; MIL-L 2104E ; MIL.- L 46152C
Transmissão traseira e sistema hidráulico (2)	105 litro	ELF TRACTORENAULT G.A12 Óleo específico para transmissões mecânicas com embraiagens e travões a disco imersos em óleo. Óleo homologado segundo: GIMA M-1143 ; ALLISON C4 ; API GL4 ; MIL-L 2105
Transmis. dianteira (3) Diferencial Redutor final	6 litro 1.5 litro (cada)	TRANSELF BLS 90 Óleo para extrema pressão, com capacidade de lubrificar diferenciais autobloqueantes ou deslizamento limitado. API GL5 ; MIL-L 2105D

No exemplo anterior observe-se que os MANUAIS DE OPERAÇÃO podem dirigir o utilizador para determinada marca e respectivo produto. No entanto, respeitando claramente a indicação da **informação técnica** referente ao óleo a utilizar, pode optar-se por escolher outra marca de lubrificante.
Se a informação técnica nos MANUAIS DE OPERAÇÃO não for clara, o utilizador do tractor deve apoiar-se no aconselhamento, quer do agente que representa a marca do tractor, quer dos serviços de apoio ao cliente da marca de lubrificantes que tem em vista.

3.4. Boas práticas na gestão de residuos

A figura seguinte mostra numa exploração agrícola o local de recepçãp de resíduos provenientes da manutenção de equipamento agrícola:

Neste local, entre outros resíduos, acumula-se óleos e filtros contaminados com óleo até que sejam recolhidos para reciclagem ou destruição por empresas especializadas.



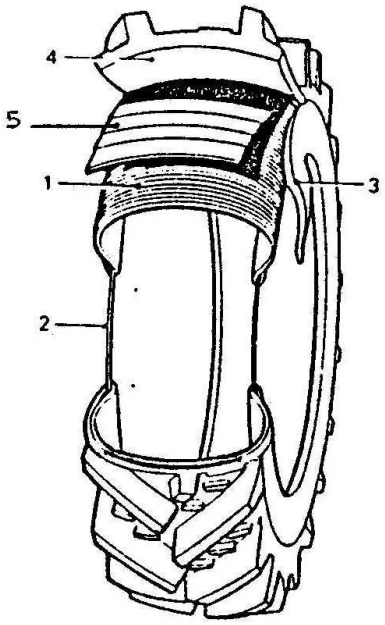
4. Segurança

4.1. Conjunto tractor e semi-reboque a descer um declive

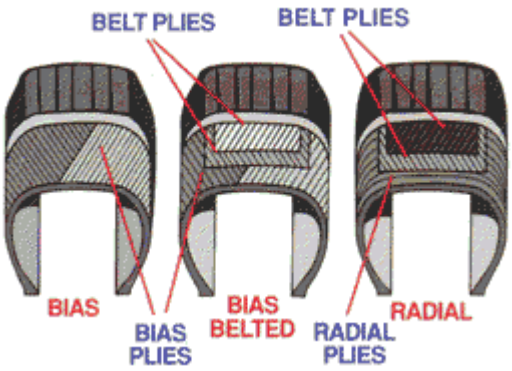
Esta situação de trabalho carece de atenção particular, uma vez que é pode resultar em acidentes muito graves. Por outro lado a exploração florestal, normalmemente em locais de grande relevo, faz uso do conjunto tractor agrícola e semi-reboque florestal.
Nestas condições o operador do tractor deverá:
Antes de iniciar o declive, engrenar uma mudança da gama baixa;
Antes de iniciar o declive, ligar a tracção dianteira;
Antes de iniciar o declive, ligar a tracção do semi-reboque.
Travar com o motor; usar moderadamente os travões

5. Pneus

5.1 Construção



1 - Carcaça; 2 - Talão; 3 - Flanco; 4 - Rasto; 5 – Cintura



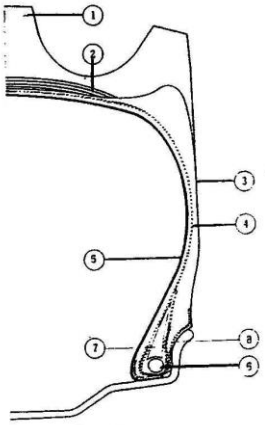
http://www.4crawler.com/Diesel/Tires.shtml#INTRODUCTION

A figura anterior mostra as partes constituintes de um pneu agrícola. A carcaça é um tecido feito pelo enrolamento de fios de *nylon* ou de aço. Conforme o modo como o fio está enrolado, os pneus dizem-se de construção **diagonal (Bias)** ou de construção **radial**.

A construção radial tem hoje maior difusão nos pneus de tracção, enquanto a construção diagonal é utilizada em pneus não motores (pneus do eixo frontal de tractores de 2RM). Ambos os tipos de construção são usados em pneus de semi-reboques.

A **carcaça** está coberta na periferia do pneu pelo **rasto** e nos lados pelos **flancos**. O flanco termina no **talão**, onde se dá o contacto do pneu com a **jante** onde é montado.
O talão tem no seu interior fios de aço que lhe confere rigidez e em volta do qual se enrolam os fios da carcaça.
Nos pneus de construção radial existem ainda as cinturas colocadas por cima da carcaça, as quais conferem rigidez ao rasto, proporcionando maior resistência ao choque.
O espaço interior do pneu está revestido de borracha impermeável ao ar (pneu Tubless), já que este espaço se destina a ser ocupado com ar comprimido.

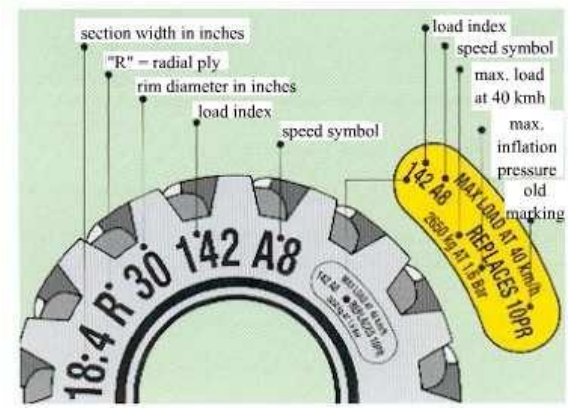
1-Rasto
2-Cintura
3-Flanco
4-Carcaça
5-Revestimento int
6-Talão



Para que o rasto do pneu de tracção cumpra correctamente a sua função há que respeitar a posição de montagem do pneu.

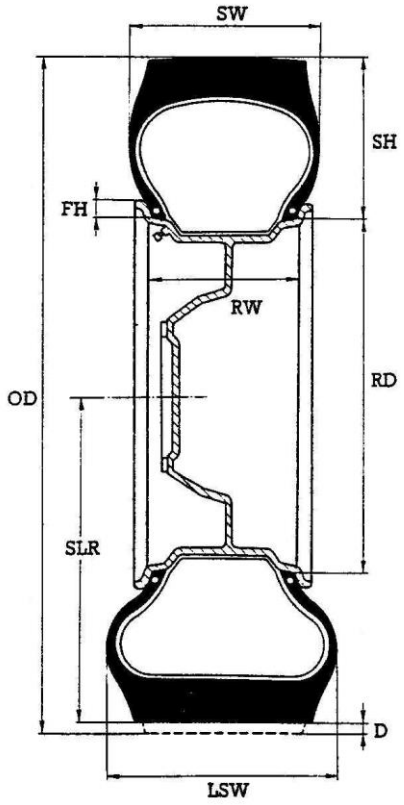
5.2. Dimensões dos pneus

5.2.1. Pneus de tracção de construção radial



http://winntyres.co.uk/loadnspeed.htm
http://www.tyreteam.co.nz/tr-tyretech.html#Tractor_Tyre_Marking_

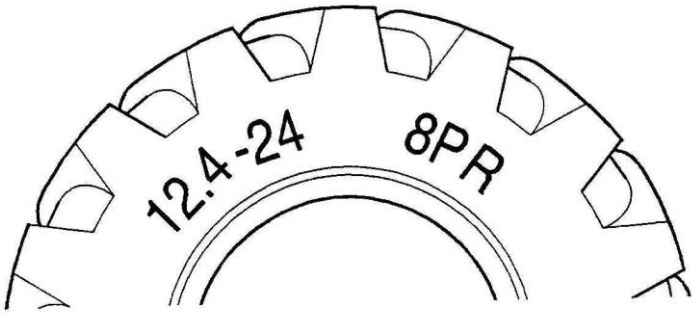
A figura anterior mostra exemplos de marcações nos flancos dos pneus deste tipo:
- O primeiro número, que pode vir indicado em polegadas (exemplo: 18.4") ou em milímetros (exemplo: 420mm), é a largura entre flancos, SW na figura seguinte;
- A letra **R** significa que o pneu é de construção radial;
- O número apresentado a seguir ao R é, sempre em polegadas, o diâmetro exterior da jante onde o pneu é montado, RD na figura seguinte;



A altura do flanco do pneu (SH) é, habitualmente 80 a 85% da largura entre flancos (SW). Existem pneus, denominados pneus de perfil baixo, em que o valor é mais baixo, como por exemplo 75%, 70%, 65% ou mesmo 60%. Nas marcações dos pneus pode vir incluído o valor da percentagem, logo a seguir à largura entre flancos e separada desta por uma barra (exemplo 420/85)

Para além das marcações anteriores que têm a ver com a geometria do pneu, existem outras marcações que têm a ver com a sua capacidade de suportar carga e velocidade. Estas marcações são o índice de carga e o símbolo de velocidade (exemplo 142 A8) que representam, em código, os aspectos anteriormente referidos.

5.2.2. Pneus de tracção de construção diagonal



A figura anterior mostra exemplos de marcações nos flancos dos pneus deste tipo.

- O primeiro número, sempre em polegadas (exemplo: 12.4") é a largura entre flancos;

- O número seguinte, sempre em polegadas (exemplo: 24"), é o diâmetro exterior da jante onde o pneu é montado.

Para além das marcações anteriores, que têm a ver com a geometria do pneu, existe uma marcação, conhecida pelas iniciais PR (de *Ply Rating*), acompanhadas por um número (exemplo: 8PR). Esta marcação, de forma codificada, tem a ver com a robustez do pneu.

5.2.3. Pneus direccional, não motor

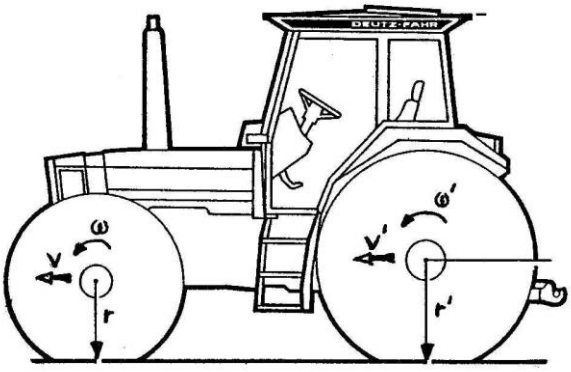
http://www.titanstore.com/store/agricultural.html

As marcações neste tipo de pneus seguem um modelo semelhante ao apresentado anteriormente. Assim uma marcação 6.00 - 16 6PR, significa que o pneu tem 6 polegadas entre flancos, é montado numa jante com 16 polegadas de diâmetro externo. O seu valor de *Ply Rating* é de 6.

5.3. Substituição de pneus

Na substituição de pneus num tractor agrícola tem que se respeitar os dados indicados na marcação, quer respeitante à geometria, quer respeitante à robustez, ficando ao critério do agricultor a marca e modelo do pneu.

Num tractor de 4RM o diâmetro total dos pneus frontais está relacionado com o diâmetro total dos pneus traseiros.



$$v = \omega \times r \qquad v' = \omega' \times r'$$

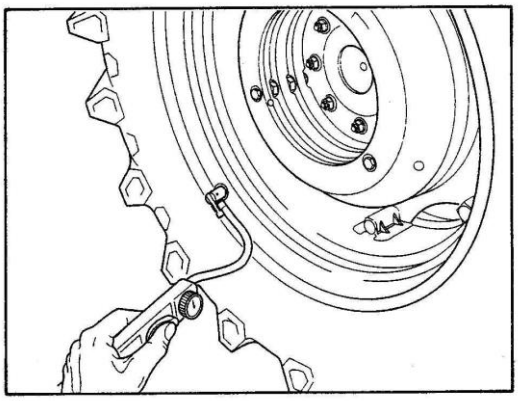
Uma vez que v = v', então: $\frac{\omega}{\omega'} = \frac{r'}{r} = const.$

Dado que $\frac{\omega}{\omega'}$ é uma relação fixa em cada tractor, imposta pela relação de transmissão existente nos diferentes órgãos da transmissão, então $\frac{r'}{r}$ é igualmente constante em cada tractor de 4RM.
Dito de outro modo, num tractor de 4RM, as medidas dos pneus do eixo frontal e as medidas dos pneus do eixo traseiro obedecem a uma relação.
É por este facto que os MANUAIS DE OPERADOR indicam as combinações de medidas de pneus que podem ser adoptadas pelo tractor. Um exemplo está ilustrado na tabela seguinte:

Tractor Deutz-Fahr Agrofarm									
	Pneu traseiro								
Pneu Diant.	**540/65R 34**	**420/85R 34**	**480/70R 34**	**340/85R 38**	**460/85R 34**	**480/70R 38**	**420/85R 38**	**540/65R 38**	**520/70R 34**
480/65R 24									
380/85R 24									
420/70R 24									
320/85R 28									
380/70R 28									
340/85R 28									
420/85R 24									
440/65R 28									
480/70R 24									

Nas diferentes combinações possíveis indicadas na tabela anterior, a relação (r'/r) é praticamente constante.

5.4. Pressão de enchimento



Para cada dimensão de pneu, a pressão adequada de enchimento depende da carga vertical a que o pneu está sujeito e da velocidade a que o pneu se desloca.

Tabelas reunindo esta informação podem ser fornecidas pelos representantes de marcas de pneus. O MANUAL DE OPERADOR do tractor, habitualmente, não faz menção da pressão de enchimento dos pneus com o pormenor das referidas tabelas, limitando-se a apresentar um valor de pressão para utilização geral, sem particularizar a adequação da pressão em função da carga ou da velocidade.

DIMENSIONS Indice de charge/Symbole vitesse (Pneu standard équivalent)	CONTENANCE EN LITRES D'EAU A 75 %
480/70 R 30 ★ TL 141 A8/138 B (16.9 R 30)▲	298

VITESSE en km/h	PRESSIONS (bar) & CHARGE MAXI (kg) PAR PNEU Tenir compte de la charge et du type de travail à réaliser pour ajuster les pressions*							
	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	2,1
10				2530	2760	2990	3220	3800
30	1280	1810	2000	2200	2400	2590	2790	
40		1680	1860	2040	2220	2400	2580	
50			1710	1870	2040	2200	2360	

A tabela anterior, adaptada de um catálogo de um fabricante de pneus, mostra que se um pneu da medida 480/70 R 30 tiver que suportar a carga vertical de cerca de 2200*daN*, então, em trabalho de campo (até 10*km/h*), a pressão mínima recomendada é de 1.0*bar*, à qual este pneu ainda poderia suportar até 2530*daN* de carga.
Em transporte por estrada (até 30*km/h*) esta mesma carga poderia ser transportada sem qualquer alteração de pressão.
Em transporte prolongado em estrada a 40*km/h*, então a pressão deveria ser aumentada para 1.2*bar* ou, caso seja possível, retirar cerca de 200*daN* da carga vertical sobre o pneu.
Recentes desenvolvimentos da indústria dos pneus agrícolas, estão a trazer para o mercado pneus cuja pressão de enchimento, sob carga máxima, na estrada (40*km/h*), é de tal forma baixa (da ordem de 1*bar*), que evita qualquer correcção de pressão da passagem da estrada para a utilização no campo, ou vice-versa. São exemplo a gama Xeobib da Michelin.
Notar na tabela anterior que em trabalho de campo (10*km/h*) não se recomenda pressão inferior a 1*bar*. Tal deve-se ao facto de em trabalho de campo ser necessário exercer tracção (por vezes elevada, como em trabalhos de mobilização de solo) o que poderia provocar o deslizamento do talão do pneu no aro da jante, em condições de fraca pressão de enchimento.

A tabela seguinte mostra, de um determinado construtor de pneus; a oferta para as medidas dos pneus traseiros do tractor Deutz-Farh Agrofarm:
Pneus Kleber

Medida	**540/65R 34**	**420/85R 34**	**480/70 R 34**	**340/85R 38**	**460/85R 34**	**480/70 R 38**	**420/85R 38**	**540/65R 38**	**520/70R 34**
Modelo	**Super 11L**	**Traker**	**Super 9L/Fitker**	**Traker**	**Traker**	**Super 9L/Fitker**	**Traker**	**Super 11L**	**Super 9L**
Raio (*mm*)	**718**	**718**	**720**	**717**	**745**	**770**	**756**	**764**	**757**
Pressão mínima (*bar*)	**0.6**	**0.6**	**1/0.8**	**0.6**	**0.6**	**1/0.8**	**0.6**	**0.6**	**1**
Correspondente carga a 10*km/h*	**2090**	**2270**	**2670/ 2550**	**1760**	**2630**	**2860/ 2720**	**2390**	**2210**	**3060**

Saliente-se que o modelo Super 11L e sobretudo o Traker podem suportar cargas a pressões de 0.6*bar*, garantia de menor compactação do solo. Note-se a influência do modelo e portanto da sua construção: o modelo Traker 420/85R34, sendo de igual diâmetro que o Super 11L 540/65R34, suporta mais carga à pressão mínima, não obstante de ser mais estreito. Portanto as dimensões externas dos pneus (diâmetro e largura) podem não ter uma correspondência directa com a sua capacidade de carga com

a pressão. Depende da construção de cada modelo, sendo que esta também se reflectirá no preço.
O agricultor não tem muita flexibilidade na escolha dos pneus, exceptuando o caso das grandes explorações cujo volume de aquisição de tractores e consequentemente de pneus lhe permitirá uma base negocial mais favorável.

Contudo a relação (r'/r) terá sempre de ser respeitada, pelo que é aconselhável pedir conselho ao fornecedor de pneus sobre qual o modelo e medida a usar, **bem como informar o representante da marca do tractor sobre a intenção de alterar os pneus no sentido de conhecer alguma limitação de carácter técnico.**

Conversão:
$1 p.s.i. = 1 kPa \div 6.895$
$1 kPa = 1 psi \times 6.895$
$1 bar = 1 kPa \div 100$

5.5. Pneus especiais

Para que o tractor/alfaia possa cumprir com maior eficácia as diferentes operações culturais a que se destina, terá por vezes de ser equipado com pneus especiais. As figuras seguintes ilustram situações em que os tractores foram equipados com jantes e pneus que lhe permitem trabalhar eficazmente nas tarefas particulares que têm de desempenhar:

5.5.1. Pneus estreitos

Pneus estreitos (*row crop tyres*) para trabalhos de controlo de infestantes; adubação de culturas já instaladas

EXEMPLO

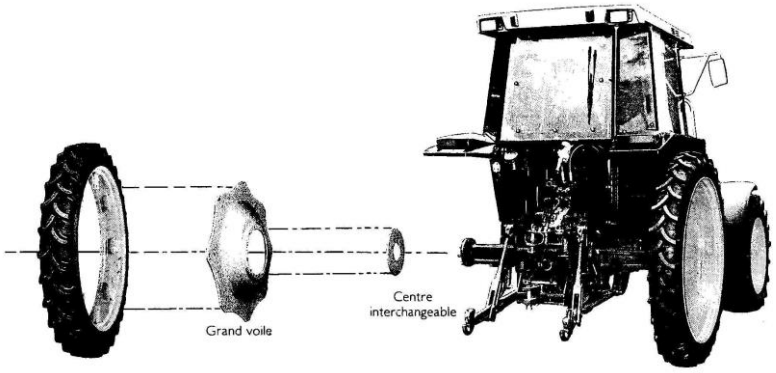
DIMENSIONS Indice de charge/Symbole vitesse (Pneu standard équivalent)	CONTENANCE EN LITRES D'EAU A 75 %
480/70 R 30 ★ TL 141 A8/138 B (16.9 R 30)▲	298

VITESSE en km/h ▼	PRESSIONS (bar) & CHARGE MAXI (kg) PAR PNEU Tenir compte de la charge et du type de travail à réaliser pour ajuster les pressions*							
	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	2,1
10				2530	2760	2990	3220	3800
30	1280	1810	2000	2200	2400	2590	2790	
40		1680	1860	2040	2220	2400	2580	
50			1710	1870	2040	2200	2360	

DIMENSIONS Indice de charge/Symbole vitesse (Pneu standard équivalent)
11.2 R 38 ★★ TL 124 A8/135 A2

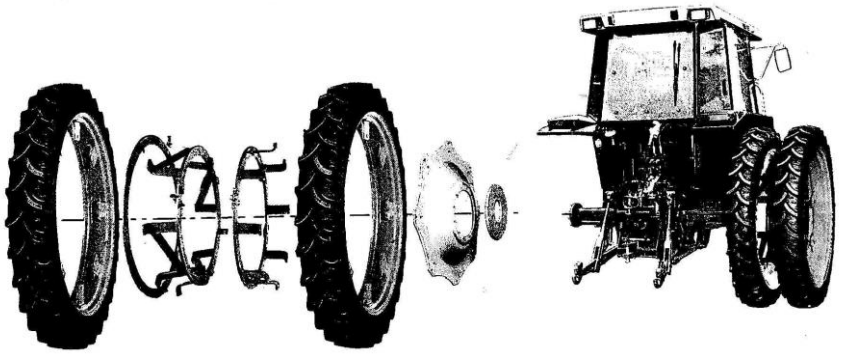
VITESSE en km/h ▼	PRESSIONS (bar) & CHARGE MAXI (kg) PAR PNEU Tenir compte de la charge et du type de travail à réaliser pour ajuster les pressions*								
	1,8	2,2	2,4	3	3,4	3,6	3,8	4,2	4,4
10	1610	1800	1900	2180					
30	1440	1610	1700						
40	1350	1520	1600						

As tabelas anteriores, adaptadas de um catálogo de um fabricante de pneus, mostram a informação referente ao pneu da medida 480/70R30 e ao pneu estreito da medida 11.2 R 38, que é o pneu recomendado para o substituir quando se tiver que optar por uma medida estreita.



Podemos verificar da tabela que se o pneu estreito tiver que suportar a mesma carga vertical de 2200*daN*, então, em trabalho de campo (até 10*km/h*), a pressão mínima recomendada é de 3.0*bar*, à qual este pneu ainda poderia suportar o valor próximo de 2180*daN* de carga.
Em transporte por estrada a 30*km/h* ou 40*km/h*, a carga não poderia ser transportada, porque o máximo de pressão recomendada para transporte de estrada para este pneu é de 2.4*bar*, pressão à qual o pneu suporta uma carga máxima de 1600 a 1700*daN*.
Provavelmente o agricultor optaria por efectuar por estrada apenas o transporte do tractor, transportando a alfaia à parte. Isto reduziria de certo a carga sobre o pneu por forma e poder circular na estrada.

Em trabalho de campo a pressão de 3.0*bar* poder-se-á revelar elevada, provocando sulcos no solo e consequente compactação. O agricultor poderá optar por pneus gémeos da mesma medida. A carga de 2200*daN*, agora distribuída por dois pneus, permite, como se pode ler na tabela anterior, a utilização da pressão mínima a que estes pneus podem trabalhar, cujo valor é de 1.8*bar*. A esta pressão os pneus gémeos poderiam mesmo suportar uma carga bem superior.



Notar bem: nas decisões relativas à alteração de medidas do conjunto pneu/jante o utilizador do tractor pode e deve apoiar-se no aconselhamento, quer do agente que representa a marca do tractor, quer do serviço de apoio ao cliente da marca de pneus que tem em vista.

5.5.2. Pneus largos

Pneus largos (baixa pressão – *Flotation tyres*) para trabalhos de preparação de solo e sementeira evitando compactação do solo:

<u>EXEMPLO</u>

Um tractor vem equipado de série com o pneu traseiro 480/70R34.

A correspondente medida de pneu largo é: 600/70R30.

As tabelas seguintes, retiradas de um catálogo de um construtor de pneus, dão informação dos valores pressão / carga dos pneus.

Pneu 480/70R34

Carga máxima (*kg*)								
	Pressão (*bar*)							
km/h	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.1
10				2670	2910	3160	3400	4010
30	1350	1910	2120	2330	2530	2740	2950	
40		1780	1970	2160	2350	2540	2725	

Pneu 600/70R30

Carga máxima (*kg*)								
	Pressão (*bar*)							
km/h	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.1
10				3540	3870	4190	4510	5330
30	1730	2470	2730	3000	3270	3530	3800	
40		2310	2560	2800	3050	3300	3550	

Se no eixo traseiro o tractor tiver 6800*kg* de carga, então a tabela indica a pressão de trabalho (10*km/h*) de 1.6*bar* com o pneu de série e 1.0*bar* com o pneu largo.
Em alternativa pode geminar-se o pneu de série, ficando a operar igualmente com 1.0*bar*.

O conjunto pneu/jante é pesado, pelo que em operações de mudança de pneus ou de ligação de pneus gémeos, adopte meios que permita efectuar a operação em segurança.

http://www.farmerstyre.co.uk/

5.6. Outros tipos de pneus

Pneus florestais para trabalho de tractor agrícola em tarefas florestais:

Pneu *Grassland* para trabalho de tractor agrícola em manutenção de espaços verdes:

Pneu para trabalhos públicos (trabalhos sobretudo em estrada: exemplo com tractor versão municipal)

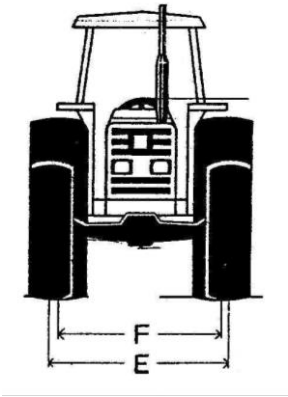
5.7. Outros tipos de rodados

Para certas aplicações específicas, como a "rebaixa" em canteiros de arroz, são usadas rodas de construção em aço como as ilustradas na figura seguinte:

Em casos em que é necessário reduzir a compactação e em condições de suporte pelo solo muito reduzido pode optar-se por semi-lagartas no eixo traseiro ou em ambos os eixos:

6. Definição de bitola

A via ou bitola é a distância medida desde o centro de um pneu ao centro do pneu oposto, no mesmo eixo.



6.1. Necessidade de alteração da bitola

A bitola é por vezes alterada para adaptar o tractor a:

1) Culturas em linha:

2) Compatibilidade com a largura de trabalho das máquinas de colheita:

Campo de Tomate. Visita de estudo à herdade do Falcão (2014-2015)

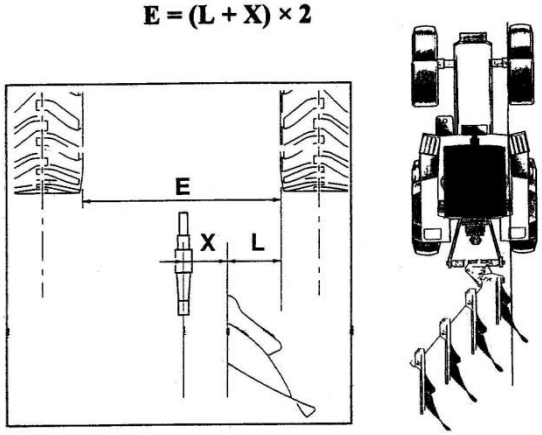
Cultura da batata

3) Linhas de tráfego:

4) Necessidades específicas da alfaia, como por exemplo a charrua que se\segue:

A distância entre os flancos internos dos pneus traseiros (**E**) de um tractor agrícola para trabalho com uma charrua de aivecas, reversível, é determinada pela expressão seguinte:

$$E = (L + X) \times 2$$



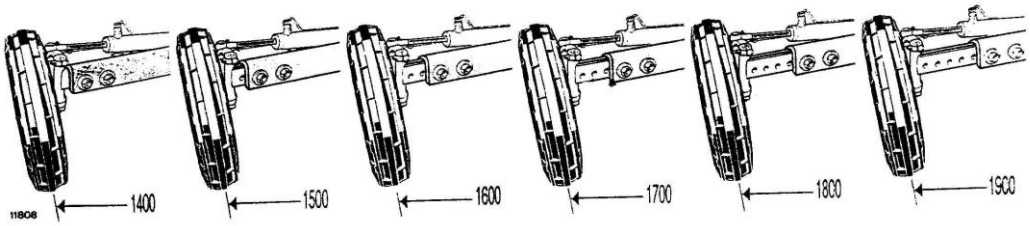
L é a largura de relha e X a distância transversal da chapa de encosto do 1º ferro ao eixo de rotação da charrua. Torna-se, assim necessário adaptar a bitola para garantir que a ponta externa da relha do primeiro ferro esteja alinhada com o flanco interno do pneu traseiro, condição essencial para lavrar com a roda no rego.

A bitola do eixo da frente deverá ser igualmente adaptada para que os flancos internos dos pneus dianteiros e traseiros estejam na mesma linha.

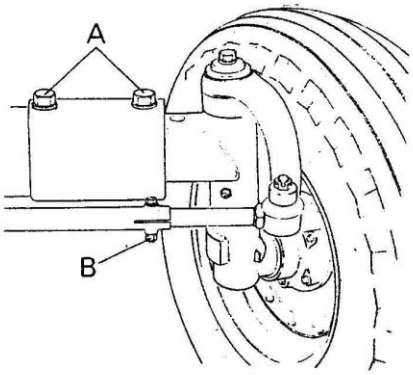
6.2. Alteração da bitola em eixos de rodas não motoras

Curso de Operadores de Máquinas Agrícolas 2006

Nos tractores de 2RM o eixo frontal é telescópico, permitindo ser aparafusado em diversas posições, como se indica na figura.



Com a alteração da via há que proceder ao ajustamento das barras transversal e longitudinal da direcção, seguindo as indicações a esse respeito no MANUAL DE OPERADOR



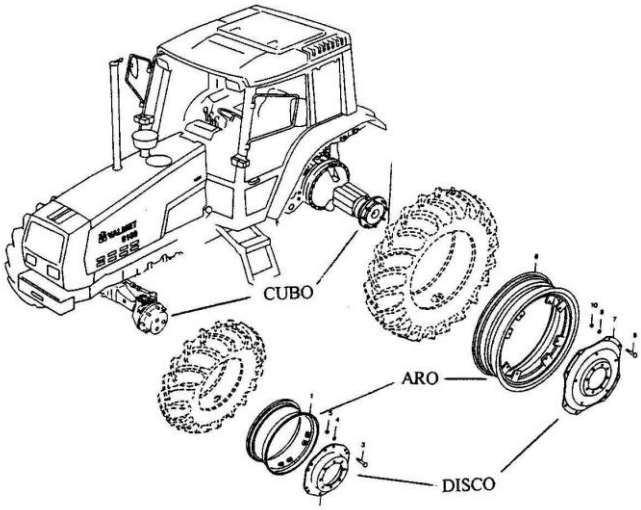
A – Parafuso de fixação do eixo; B – Parafuso de fixação da barra de direcção

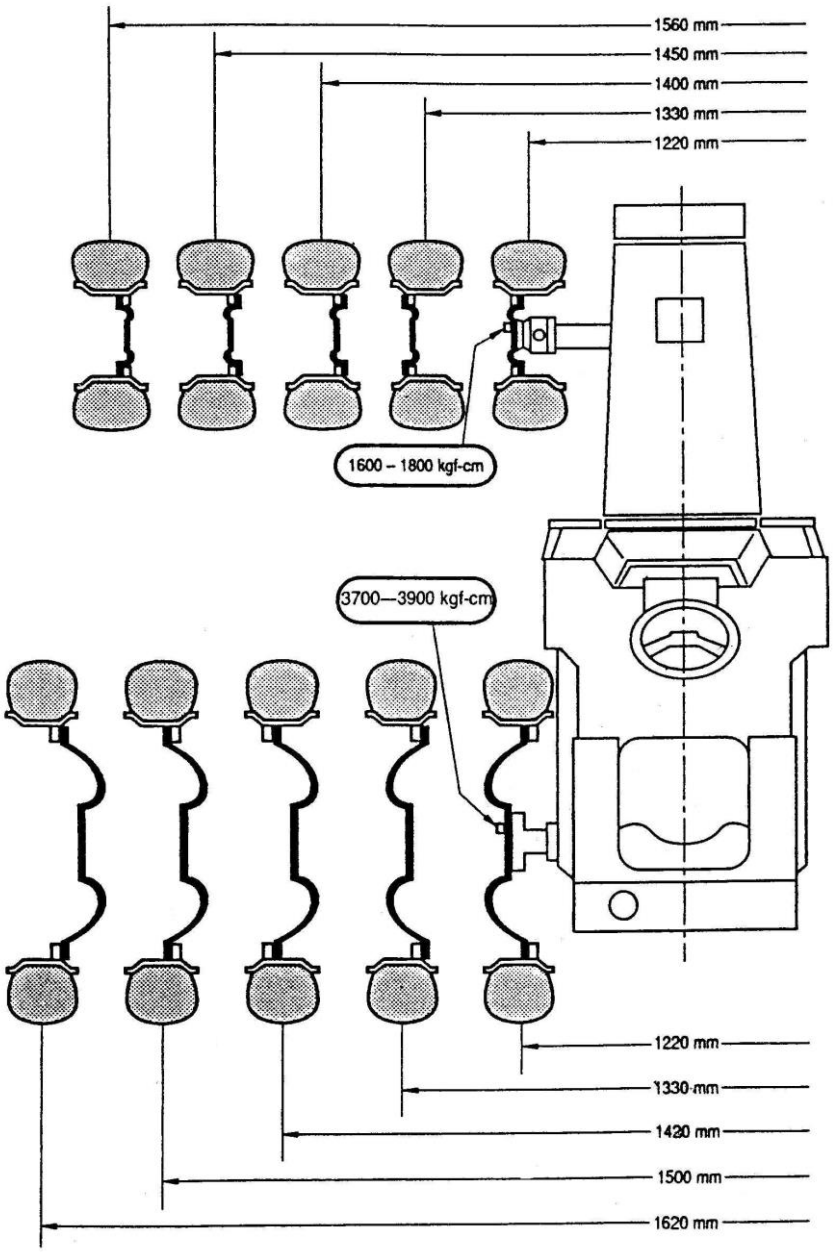
6.3. Alteração da bitola em eixos de rodas motoras

6.3.1. Jante formada por componentes aparafusados

Tractor Deutz Fahr Agrofarm 420 – 2009/2010

Trata-se do sistema mais comum de alteração da bitola, quer em eixos traseiros quer em eixos dianteiros motores.
É conseguido pela alteração das posições de aperto do **aro** no **disco**, e/ou pela inversão da posição de aperto do **disco** no **cubo** da roda, como se mostra nas figuras seguintes.



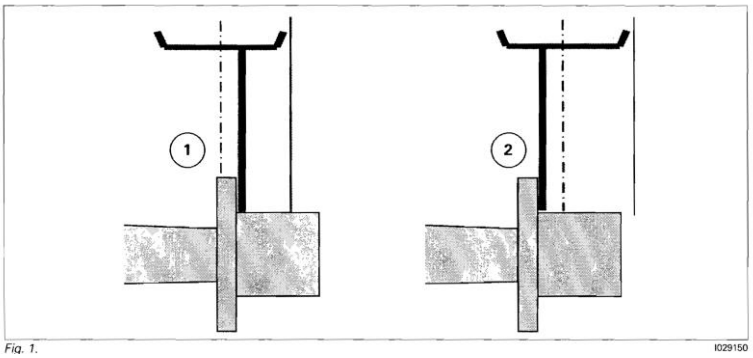


O Manual de Operador especifica a ordem de aperto dos parafusos, bem como o momento de aperto, o qual deverá ser feito com chave dinamométrica.
Não esquecer de respeitar o sentido correcto de rotação dos pneus de tracção.

6.3.2. Jante soldada

Tractor usado nas aulas no ano lectivo de 2001/2002

Neste tipo de jante, constituída por uma peça inteiriça, a alteração da bitola é só possível trocando o pneu do lado direito com o pneu do lado esquerdo, o que permite 2 únicas dimensões de bitola:



6.3.3. Jantes P.A.V.T. - Power Adjustable Variable Track

Neste processo de ajustamento da bitola, o disco (3) está fixado, por grampos (4), a calhas (2), soldadas ao aro da jante. Estas calhas estão em diagonal em relação ao aro.

Controlo de Equipamentos e Mecanização Aplicada 2010/2011

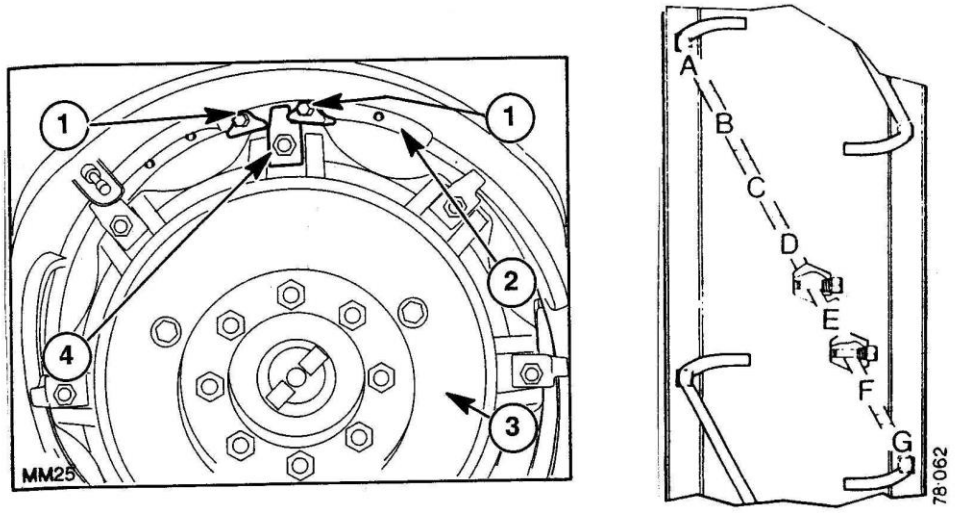
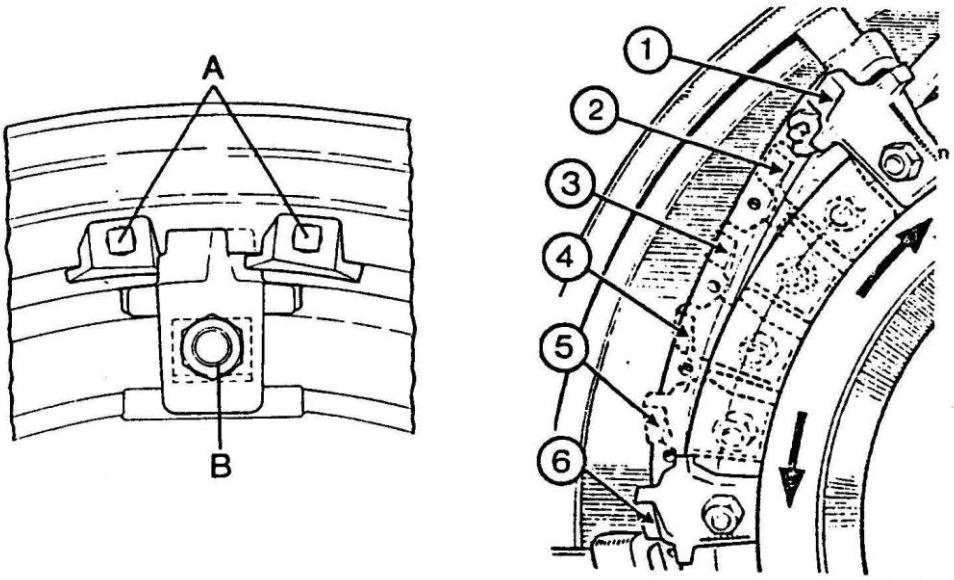


FIGURE ■ POWER ADJUSTED WHEELS

A. *56 in (1420 mm)*
B. *60 in (1524 mm)*
C. *64 in (1626 mm)*
D. *68 in (1727 mm)*
E. *72 in (1829 mm)*
F. *76 in (1930 mm)*
G. *80 in (2032 mm)*

O posicionamento em diagonal das calhas no aro, faz com que ao movimentar-se os grampos nas respectivas calhas, se produza um deslocamento do aro (e portanto do pneu) para dentro ou para fora, em relação ao disco, alterando a bitola.
Em condições de trabalho os grampos são impedidos de deslizar nas calhas por batentes (A), enroscados em furos existentes nas calhas. A furos das calhas permitem o posicionamento dos grampos em várias posições diferentes (entre os batentes), o que corresponde a outras tantas medidas de bitola.



A principal vantagem deste processo de alteração da bitola, reside no facto do conjunto da jante e pneu não necessitar de ser retirado do tractor:

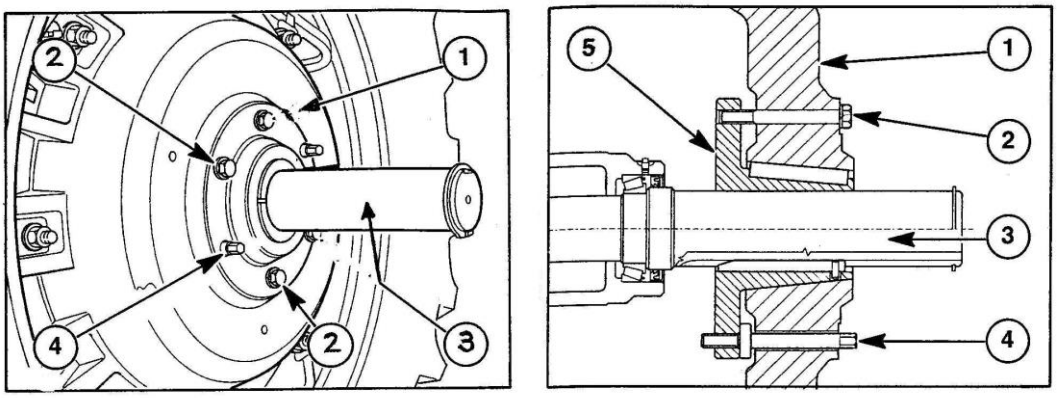
Curso de Operadores de Máquinas Agrícolas 2009

Basta levantar o tractor com um macaco, aliviar o aperto dos parafusos dos grampos, retirar os batentes, rodar o conjunto aro/pneu nas calhas (o que fará aproximar ou afastar o pneu do tractor (conforme o sentido em que se rodar), voltar a colocar os batentes nos furos (da calha), um de cada lado do grampo, e tornar a apertar os parafusos do grampos.
Pormenores da operação, bem como os valores de bitola conseguidos em cada posição possível ao longo das calhas, encontram-se no MANUAL DE OPERADOR.

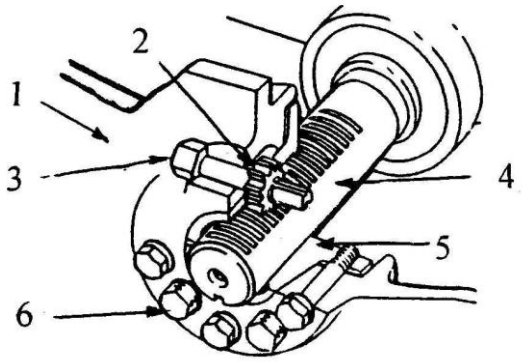
6.3.4. Ligação com manga de aperto cónica

Plantador florestal R&O em plantação de eucalipto no Uruguai

Neste processo o conjunto pneu/jante (1) esta aparafusado a uma manga cónica (5) que está apertada no semi-eixo (3). Se o aperto da manga no semi-eixo for neutralizado, então o conjunto pode ser deslocado axialmente no semi-eixo e re-apertado noutra posição (nova bitola).



O Manual de Operador descreve as operações necessárias para aliviar o aperto da manga cónica no semi-eixo.
Para promover o deslocamento axial do conjunto pneu/jante alguns sistemas possuem um par constituído por um carreto e uma cremalheira, como mostra a figura seguinte, estando o carreto (2) inserido na manga de aperto e a cremalheira talhada no semi-eixo (4). É através do parafuso (3), solidário com o carreto, que se efectua o ajustamento da bitola.



Do mesmo modo que nas jantes P.A.V.T., a vantagem deste processo de alteração da bitola, reside no facto do conjunto da jante e pneu não necessitar de ser retirado do tractor, aspecto importante em tractores de média e elevada potência, em que o conjunto pneu/jante têm um peso considerável.

Bibliografia

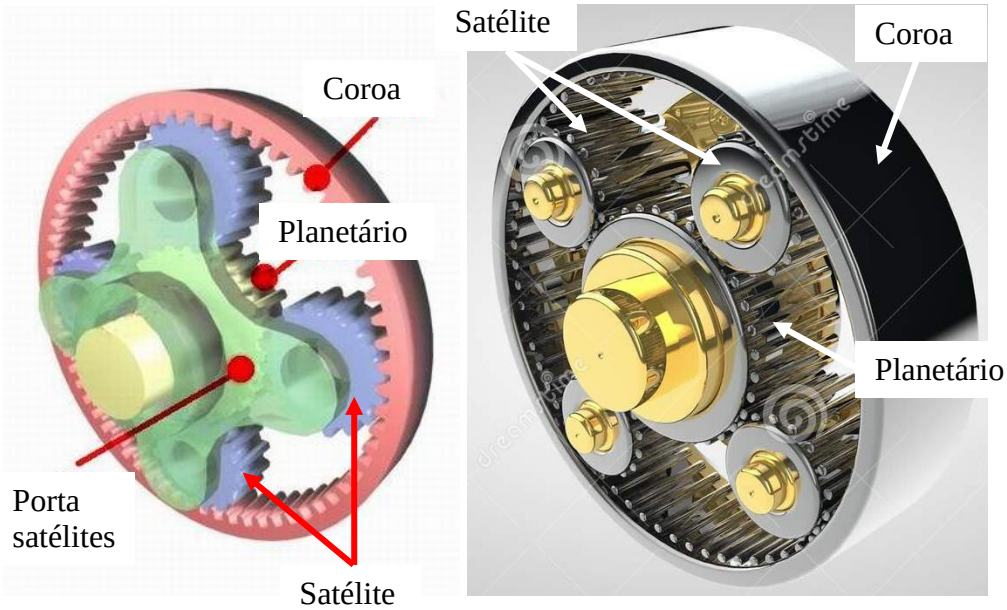
Márquez, Luis, Tractores Agrícolas: Tecnología y utilización, B&H Grupo Editorial, 844pp.; ISBN 978-84-935183-5-6, 2011.

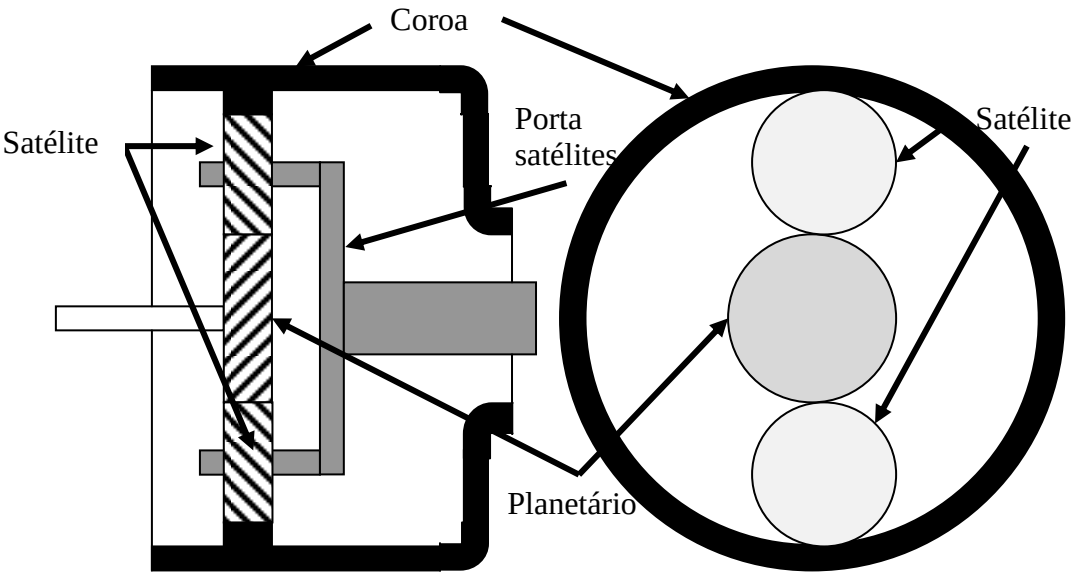
Boto Fidalgo, J.A. et al. , La mecanización agraria : principios y aplicaciones, Universidade de León, 462pp.; ISBN: 84-9773-269-3, 2006.

Culpin, Claude, Farm machinery, twelth edition, Wiley-Blackwell, 456pp.; ISBN 978-0-632-03159-7, 1992.

Apêndice 1- Engrenagens epicicloidais

A figura mostra uma engrenagem epicicloidal a qual merece atenção particular dado tratar-se de um componente mecânico comum em tractores e outras máquinas automotrizes, nomeadamente em transmissões *powershift* e transmissões *Continuous variable transmissions – CVT*, e ainda, na função de redutores de velocidade em redutores finais para as rodas destas máquinas. Como redutores de velocidade podem ainda encontrar-se em outros equipamentos agrícolas.





A relação entre as velocidades de rotação dos componentes da engrenagem epicicloidal é dada pela expressão seguinte:

$$\frac{i_c}{i_p} = -\frac{n_p - n_{ps}}{n_c - n_{ps}}$$

i_c = número de dentes da coroa;
i_p = número de dentes do planetário;
n_c = velocidade de rotação da coroa;
n_p = velocidade de rotação do planetário;
n_{ps} = velocidade de rotação do porta-satélites.

Como se pode verificar a cinemática da engrenagem epicicloidal não depende do número de satélites, nem do número de dentes de cada satélites.

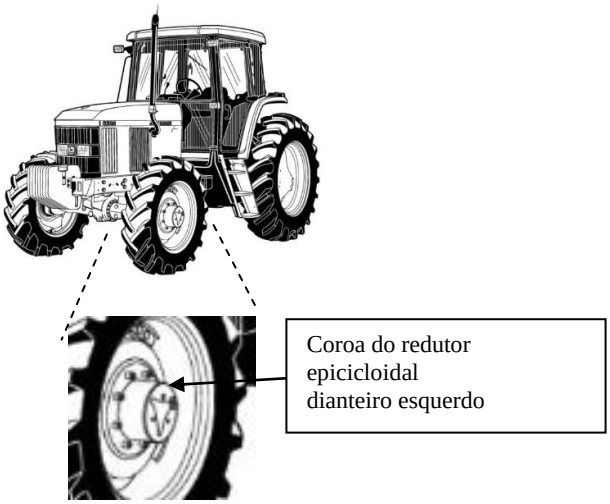
Várias hipóteses podem ser consideradas na utilização de uma caixa de engrenagens epicicloidal. Apresentamos, seguidamente duas delas:

1) O porta-satélites está fixo, ou seja, $n_{ps} = 0$. A expressão geral fica:

$$\frac{i_c}{i_p} = -\frac{n_p}{n_c}$$

Como $i_c > i_p$, então $n_p > n_c$. O sinal negativo significa que a rotação do planetário e a rotação da coroa se fazem em sentidos opostos.

1A) Se a potência entrar pelo planetário e sair pela coroa, a engrenagem epicicloidal actua como redutor de velocidade e, consequentemente, como multiplicador do momento. Um exemplo desta situação é o redutor final em cada roda da frente dos tractores agrícolas.



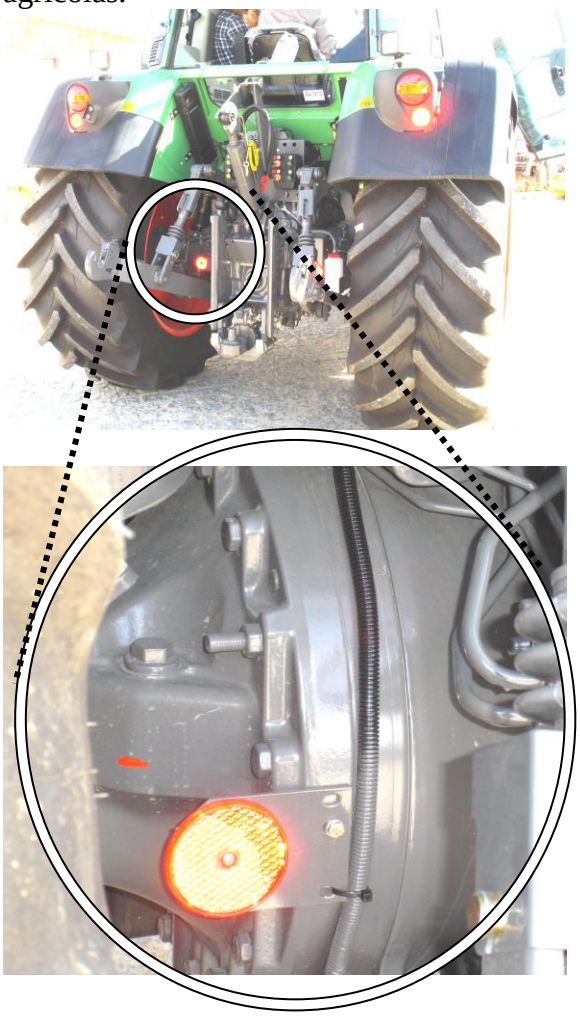
2) A coroa está fixa, ou seja, $n_c = 0$. A expressão geral fica:

$$\frac{i_c}{i_p} = -\frac{n_p - n_{ps}}{-n_{ps}} = -\frac{n_{ps} - n_p}{n_{ps}}$$

$$\frac{i_c}{i_p} = +\frac{n_p - n_{ps}}{n_{ps}}$$

Como $i_c > i_p$, então $n_p > n_{ps}$. O sinal positivo significa que a rotação do planetário e a rotação do porta-satélites se fazem no mesmo sentido.

2A) Se a potência entrar pelo planetário e sair pelo porta-satélites, a engrenagem epicicloidal actua como redutor de velocidade e, consequentemente, como multiplicador do momento. Um exemplo desta situação é o redutor final para cada uma das rodas traseiras dos tractores agrícolas.



Carter onde está internamente fixada a coroa do redutor epicicloidal traseiro esquerdo

Apêndice 2- Embraiagem muitidisco em banho de óleo

A figura seguinte mostra esquematicamente o funcionamento de uma embraiagem multidisco em banho de óleo. Na imagem da esquerda não passa movimento através da embraiagem, uma vez que os discos de fricção não estão em contacto. Se o prato de pressão for actuado (normalmente por pressão hidráulica) os discos entram em contacto e, devido ao atrito entre eles, ficará garantida a passagem de movimento. Estas embraiagens estão imersas em óleo para possibilitar a dissipação do calor aquando do momento de embraiar ou desembraiar, altura em que há arrastamento nos discos.