

SISTEMAS DE LIGAÇÃO TRATOR - ALFAIAS

Ligações trator - alfaias

As alfaias agrícolas, que necessitam de uma unidade motriz para tração e/ou transmissão de movimento, podem ser consideradas como:

- 1- montadas,
- 2- semi-montadas;
- 3- rebocadas.

1- Equipamentos montados

Encontram-se adaptados ao trator por forma a que este suporte toda a sua massa, sendo a ligação assegurada pelo sistema tripolar de engate.

Principais **vantagens** dos equipamentos montados:

- facilidade na execução das manobras e deslocamento do conjunto;
- aumento da capacidade de tração.

Principais **desvantagens** dos equipamentos montados :

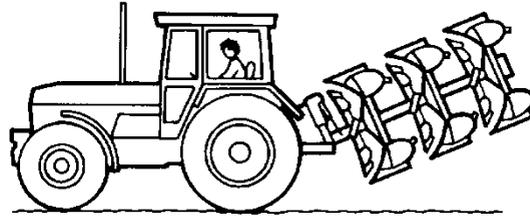
- aumento da compactação do solo e da força de tração para vencer a resistência ao rolamento;
- menor precisão na condução resultante da transferência de carga do trem dianteiro para o traseiro.

2- Equipamentos semi-montados

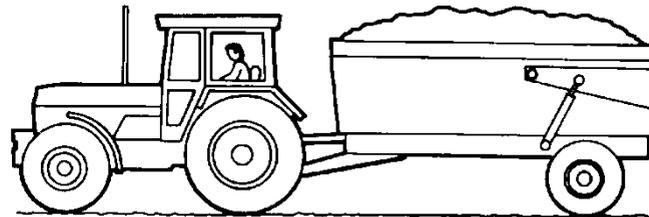
Parte da massa é suportada pelo trator recaindo a restante diretamente sobre o solo; esta repartição de massas permite, por exemplo, que com um semi-reboque, se aumente a capacidade de tração da unidade motriz.

3- Equipamentos rebocados

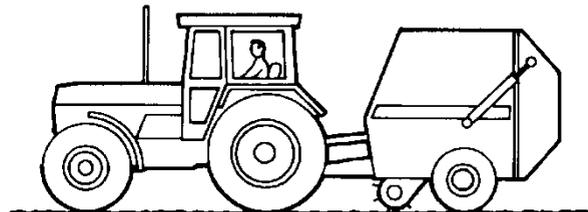
Praticamente toda a massa é suportada diretamente pelo solo; esta solução é utilizada com os reboques, em trabalhos de transporte, em que não existam problemas de aderência do trator.



A



B



C

Principais tipos de ligação trator - alfaia.

A- Alfaia montada B- Alfaia semimontada C- Alfaia rebocada

Os diferentes tipos de ligação por um e três pontos:

1- engate de boca de lobo;

2- barra de tração;

3- gancho automático;

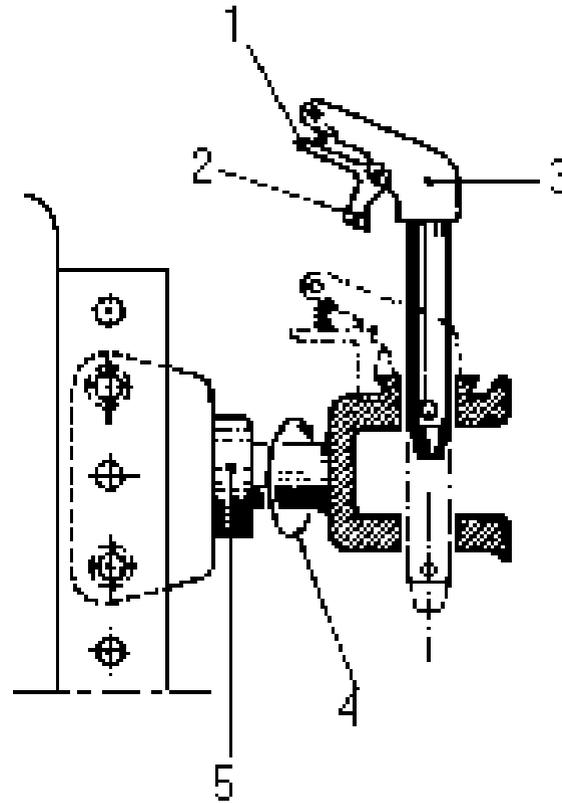
4- sistema tripolar de engate.

1- Engate de boca de lobo

O engate de boca de lobo, utilizado principalmente para tração dos reboques, é um **elemento metálico em forma de C**, no interior do qual se introduz o anel de fixação da lança do equipamento.

A lança torna-se solidária com aquele elemento por um cavilhão de engate que passa pelo interior dos orifícios perfurados na boca de lobo e no anel.

A colocação da boca de lobo é feita na parte posterior do cárter da ponte traseira, podendo ser fixa a diferentes níveis; este elemento pode ter ou não movimento rotativo.



1- Sistema de engate de boca de lobo

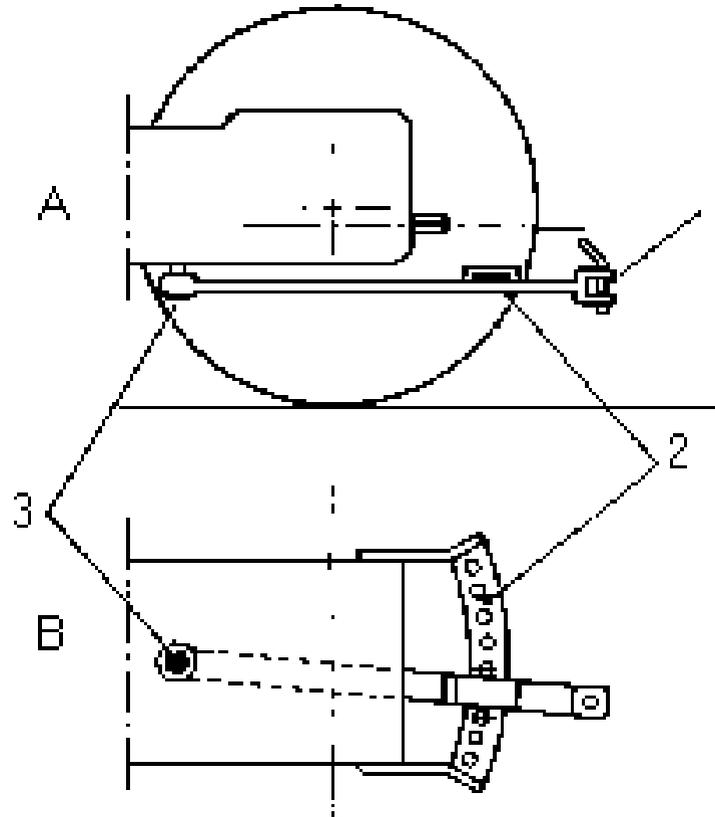
1- Batente 2- Trinco 3- Cavilhão de engate 4- Eixo com rotação 5- Amortecedor

2- Barra de tração

A barra de tração, de puxo ou de engate é colocada no plano longitudinal médio do trator e fixo sob o cárter da caixa de velocidades.

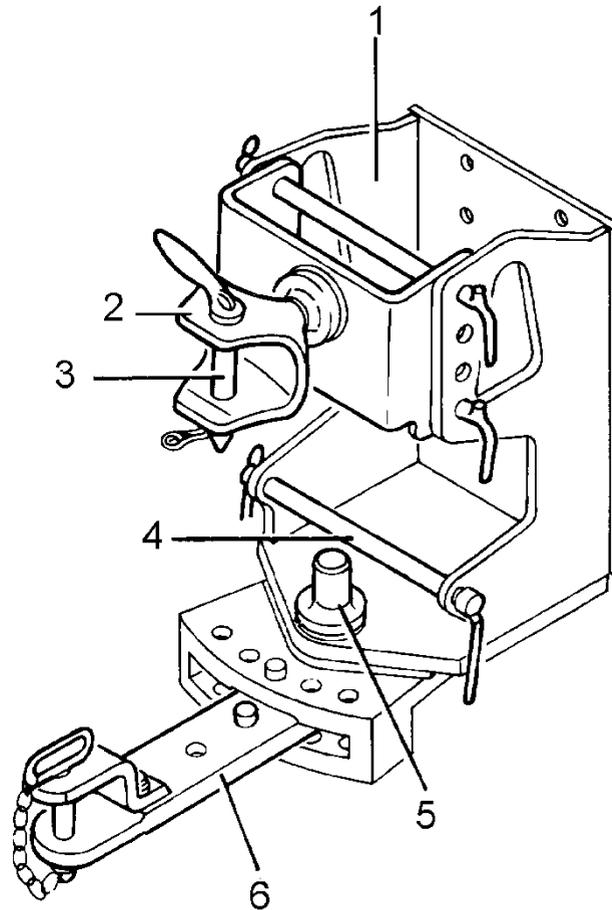
Esta barra permite a tração de equipamentos bastante pesados pois está apoiada numa barra, perto da sua extremidade posterior, o que faz com que a distância desta ao ponto de engate seja pequena.

Esta barra pode oscilar lateralmente o que permite trabalhar em "offset" com as alfaias.



2- Barra de tração.

A- Vista lateral B- Vista de topo 1- Ponto de ligação 2- Barra de suporte 3- Articulação



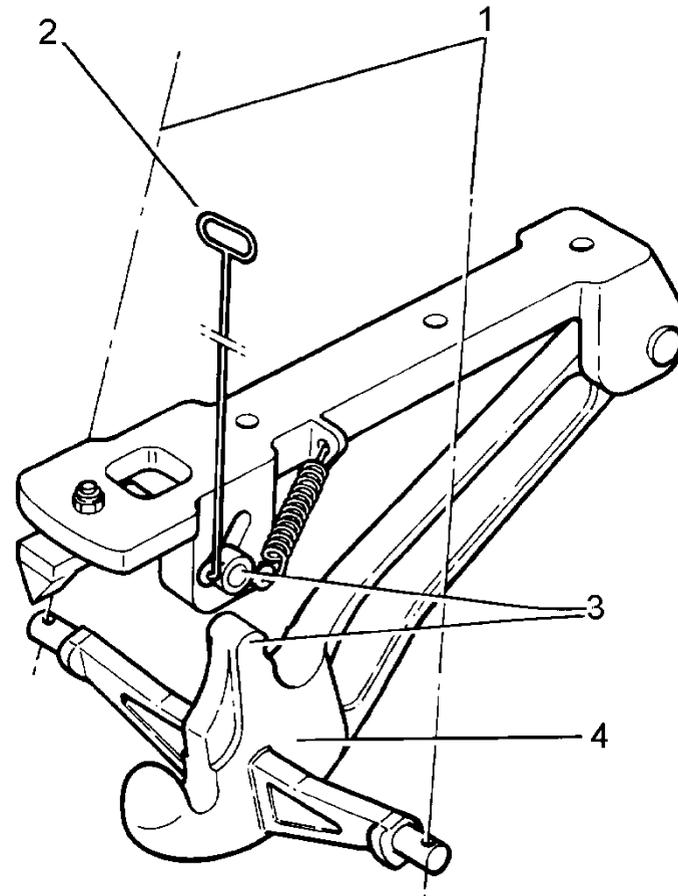
Dispositivos de ligação para equipamentos semimontados e rebocados

1- Suporte de ligação ao trator 2- Boca de lobo 3- Cavilha 4- Trinco do perno de ligação 5- Perno de ligação 6- Barra de tração

3- Gancho automático

O gancho automático é uma **peça curva colocada na parte posterior do cárter da ponte traseira do trator e é acionado pelo sistema hidráulico.**

A presença deste dispositivo permite ao operador proceder ao **engate do equipamento sem abandonar o seu posto de condução**; este sistema é muito utilizado para ligação de equipamentos semi-montados.



3- Gancho automático

1- Ligações para os pendurais 2- Comando do trinco 3- Trinco 4- Gancho

4- Sistema tripolar de engate

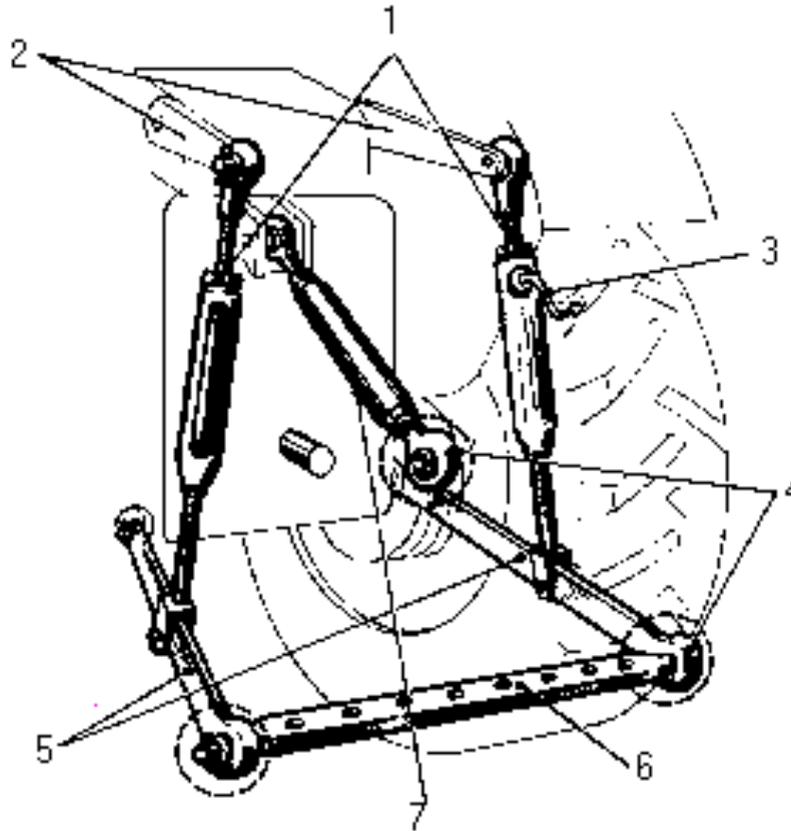
O sistema tripolar de engate é utilizado principalmente com equipamentos montados ou semi-montados, sendo o seu acionamento efetuado pelo sistema hidráulico do trator.

A ligação é efetuada pelos braços inferiores do sistema de engate, que são articulados no trator, e que têm na outra extremidade rótulas para fixação das alfaias. Os braços inferiores estão colocados simetricamente em relação ao plano longitudinal médio e encontram-se ligados aos braços superiores por pendurais. O comprimento do pendural direito, ou mesmo dos dois, é regulável através de uma manivela.

4- Sistema tripolar de engate (cont)

Existe ainda um **terceiro ponto que evita a rotação do equipamento sobre o eixo dos dois braços inferiores**, onde está montada a barra do terceiro ponto cujo comprimento é regulável para permitir nivelar longitudinalmente o equipamento.

Os braços inferiores ligam-se ao cárter do diferencial por meio de rótulas o que permite o seu movimento lateral. **Este movimento deve ser limitado por correntes estabilizadores, para que os braços não batam nas rodas.**



4- Sistema de engate por três pontos.

1- Pendurais 2- Braços superiores 3- Manivela 4- Rótulas 5- Braços inferiores 6- Barra de tração 7- Barra do 3º ponto.

Constituição do sistema hidráulico:

- 1- uma bomba hidráulica;
- 2- uma válvula limitadora de pressão;
- 3- um distribuidor de simples efeito;
- 4- um êmbolo de simples efeito.

1- Bomba hidráulica

As bombas hidráulicas mais utilizadas nestes sistemas são as de carretos ou de êmbolos e utilizam geralmente o óleo contido no cárter da ponte traseira; este circuito deve apresentar um filtro que permita a remoção das partículas metálicas resultantes das transmissões ou dos discos em banho de óleo.

2- Válvula limitadora de pressão

Estas válvulas, semelhantes às utilizadas em qualquer outro circuito hidráulico, protegem a instalação de eventuais sobrepressões, resultantes, por exemplo, do entupimento do filtro.

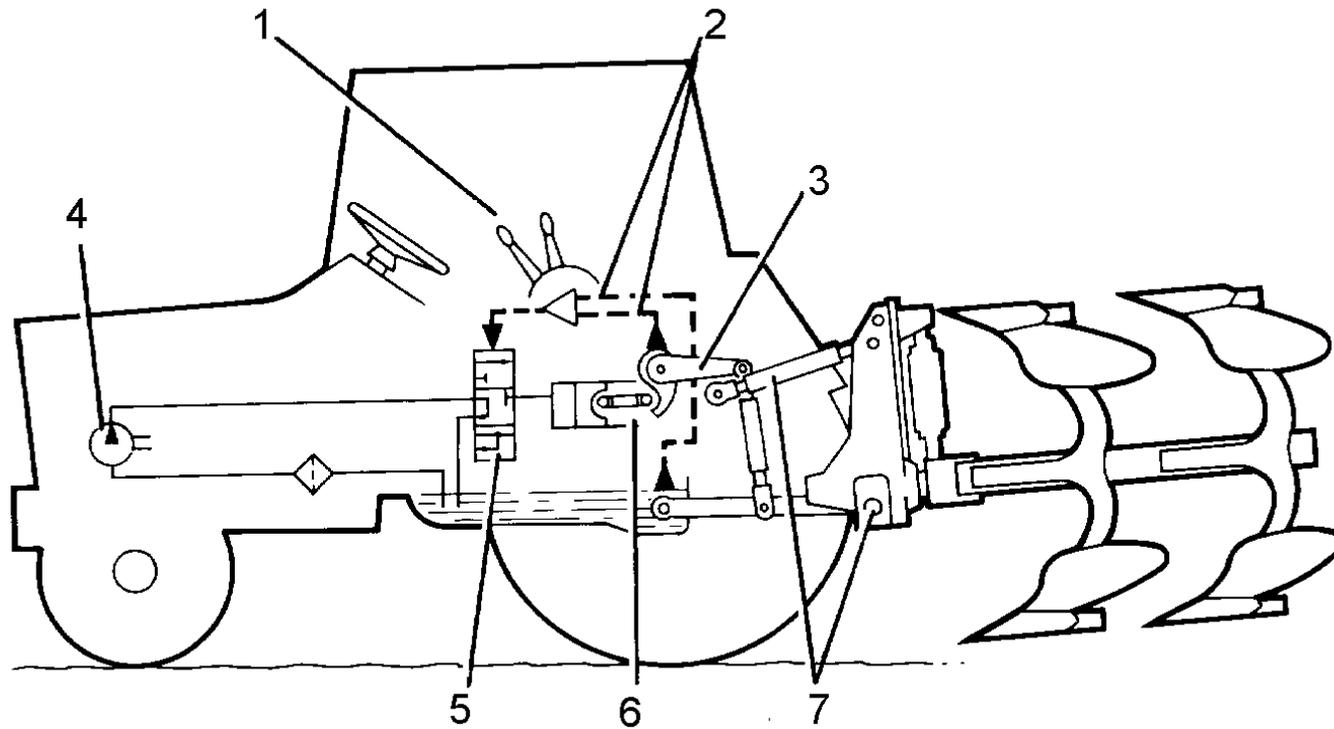
3- Distribuidor de simples efeito

O distribuidor de simples efeito mais utilizado é o **distribuidor de gavetas** que permite a passagem de óleo nos dois sentidos ou a sua interrupção.

A passagem de óleo é obtida por deslocações muito pequenas do distribuidor o que complica a conceção destes elementos.

4- Macaco de simples efeito

O macaco de simples efeito é constituído por um êmbolo e um cilindro colocado horizontalmente. O êmbolo tem o fundo curvo de forma a receber a extremidade da biela, que tem a forma de uma rótula, estando a outra extremidade articulada no eixo dos braços superiores do sistema tripolar de engate.



Funcionamento do sistema hidráulico

1- Alavancas de controlo de posição e tração 2- Dispositivos de controlo de posição e tração 3- Braço superior do sistema de elevação 4- Bomba hidráulica 5- Distribuidor 6- Êmbolo 7- Ligação aos três pontos

O funcionamento do sistema hidráulico de levantamento:

1- controlo de posição;

2- controlo de tração;

3- controlo misto;

4- em posição flutuante.

1- Sistema de controlo de posição

O sistema hidráulico em controlo de posição permite, para cada posição da alavanca de controlo, colocar a alfaia numa dada posição que se mantém inalterável até que aquela alavanca seja novamente acionada.

Este sistema é geralmente empregue com equipamentos que não impliquem variações de força de tração.

As diferentes formas de acionamento deste sistema são:

1.1- acionamento por comando mecânico;

1.2- acionamento por comando hidráulico;

1.3- acionamento por comando eletrónico.

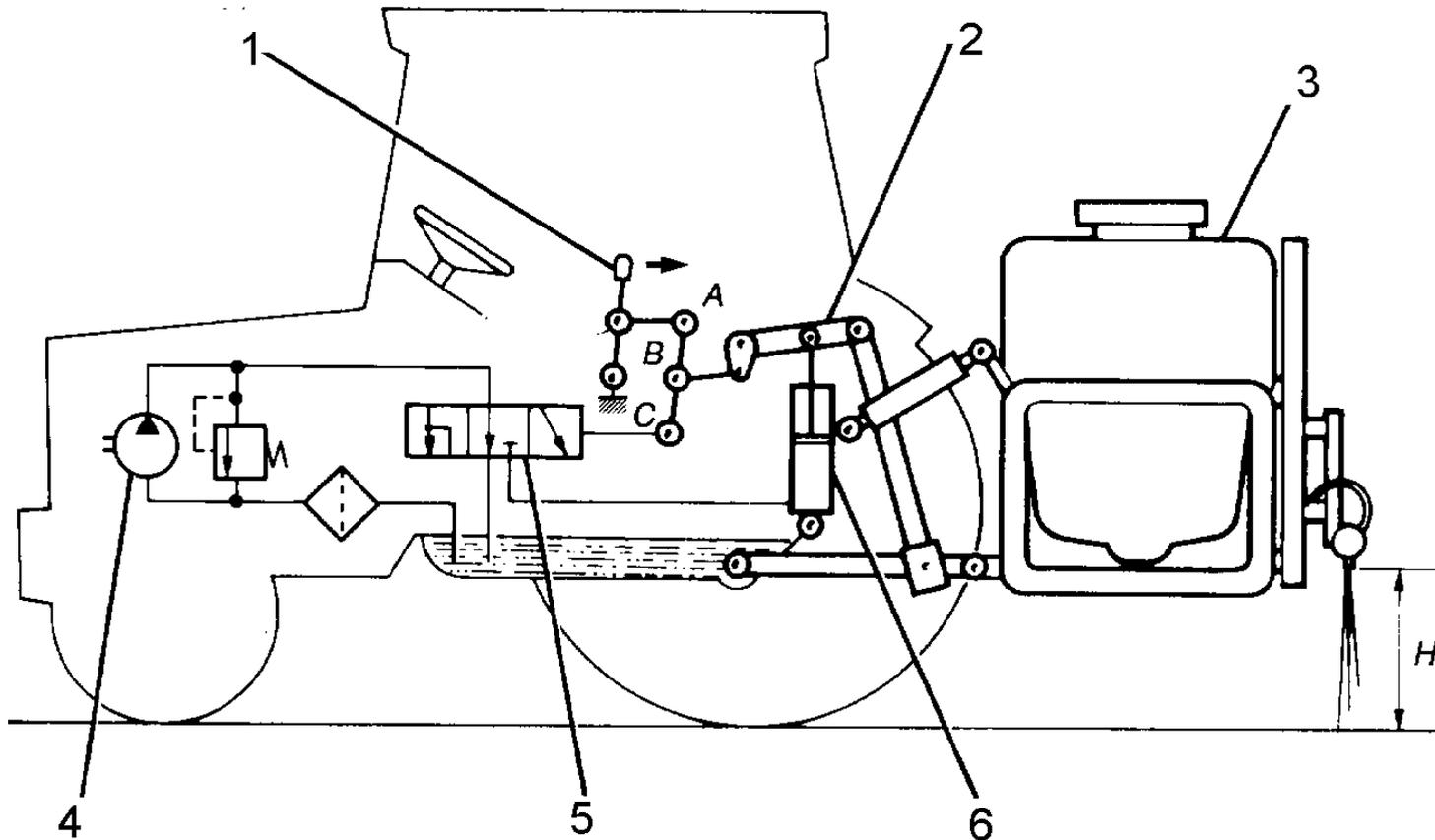
1.1- Controlo de posição por comando mecânico

O controlo de posição por comando mecânico baseia-se num conjunto de tirantes, articulados entre si e dispostos em paralelogramo, que transmitem o movimento da alavanca de comando ao distribuidor para haver passagem de óleo para o macaco ou a saída de óleo deste, ou a interrupção do circuito.

1.1- Controlo de posição por comando mecânico (cont)

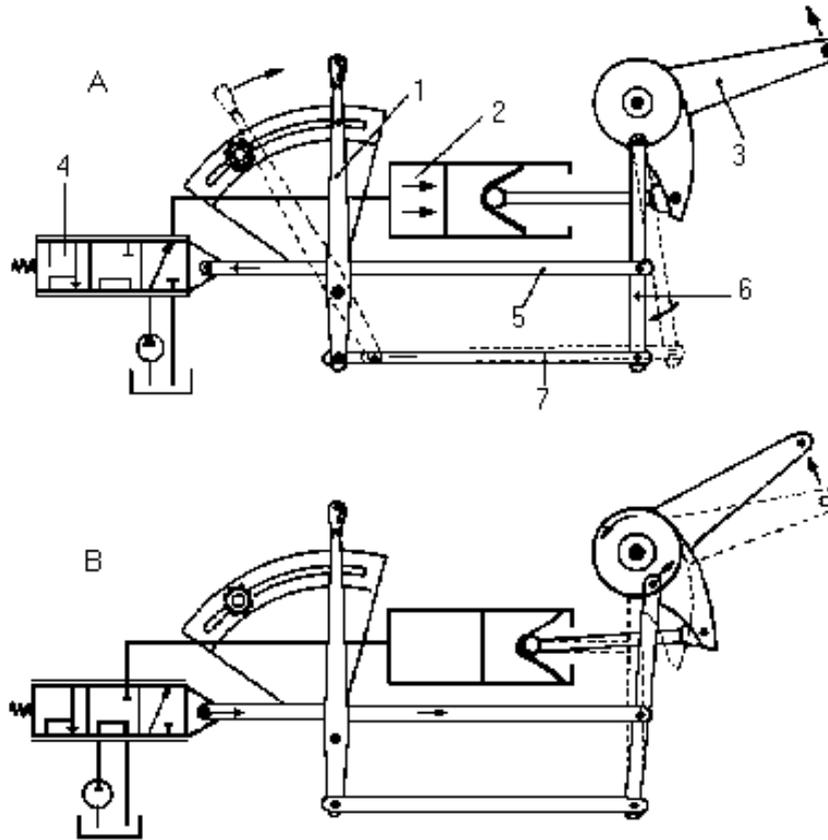
A alavanca de controlo de posição ao ser atuada faz com que a alavanca AC rode em torno do ponto B, que é fixo pelo braço de elevação, permitindo a passagem de óleo através do distribuidor para o macaco hidráulico.

Como resultado do deslocamento do braço de elevação a biela AC roda em torno de A, o que implica que o distribuidor volte à posição neutra quando se atinge o fim da elevação.



Controlo de posição mecânico

- 1- Alavanca do controlo de posição 2- Braço superior do sistema de levantamento 3- Equipamento montado 4- Bomba hidráulica 5- Distribuidor 6- Êmbolo



Controlo de posição durante a fase de levantamento

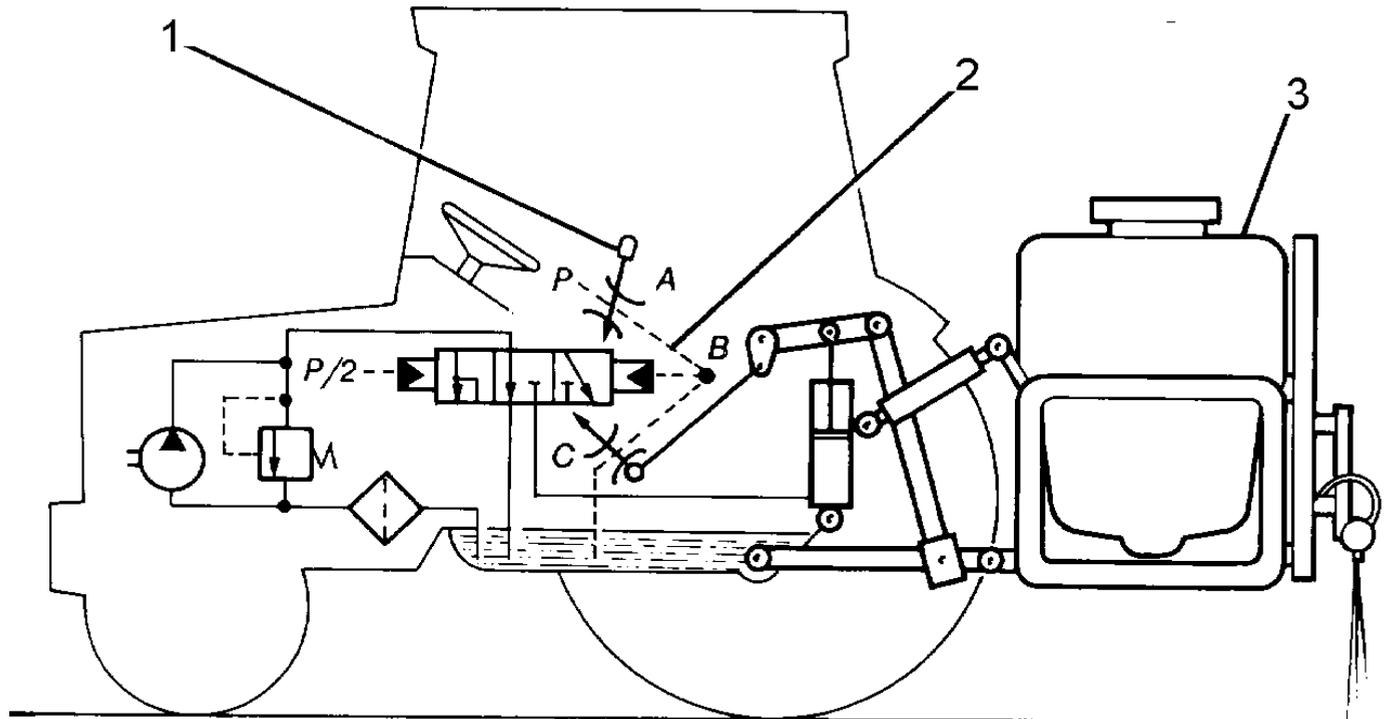
- 1- Alavanca de comando 2- Macaco de simples efeito 3- Braços superiores
4- Distribuidor 5, 6 e 7- Alavancas dispostas em paralelogramo

1.2- Controlo de posição por comando hidráulico

O sistema de controlo de posição por comando hidráulico utiliza um circuito hidráulico de acionamento de baixa pressão, com um divisor que permite que metade da pressão ($P / 2$) se exerça de um dos lados do distribuidor, sendo o outro lado acionado por uma pressão, controlada por duas válvulas de regulação de débito A e C, que são acionadas pela alavanca do controlo de posição e pelos braços de elevação.

Controlo de posição por comando hidráulico (cont)

Quando a pressão em B varia, como resultado da deslocação da alavanca de controlo pelo operador, o distribuidor desloca-se deixando passar óleo para o macaco hidráulico e o sistema levanta, acionando-se a válvula C que permite a passagem de óleo até que se estabeleça o equilíbrio com a pressão de acionamento do distribuidor, fazendo com que este, logo que se atinja a posição da alfaia definida pelo operador, se desloque para a posição neutra.



1.2- Sistema de controlo de posição hidráulico

- 1- Alavanca do controlo de posição 2- Circuito hidráulico de baixa pressão 3- Equipamento montado A e C- Válvulas reguláveis

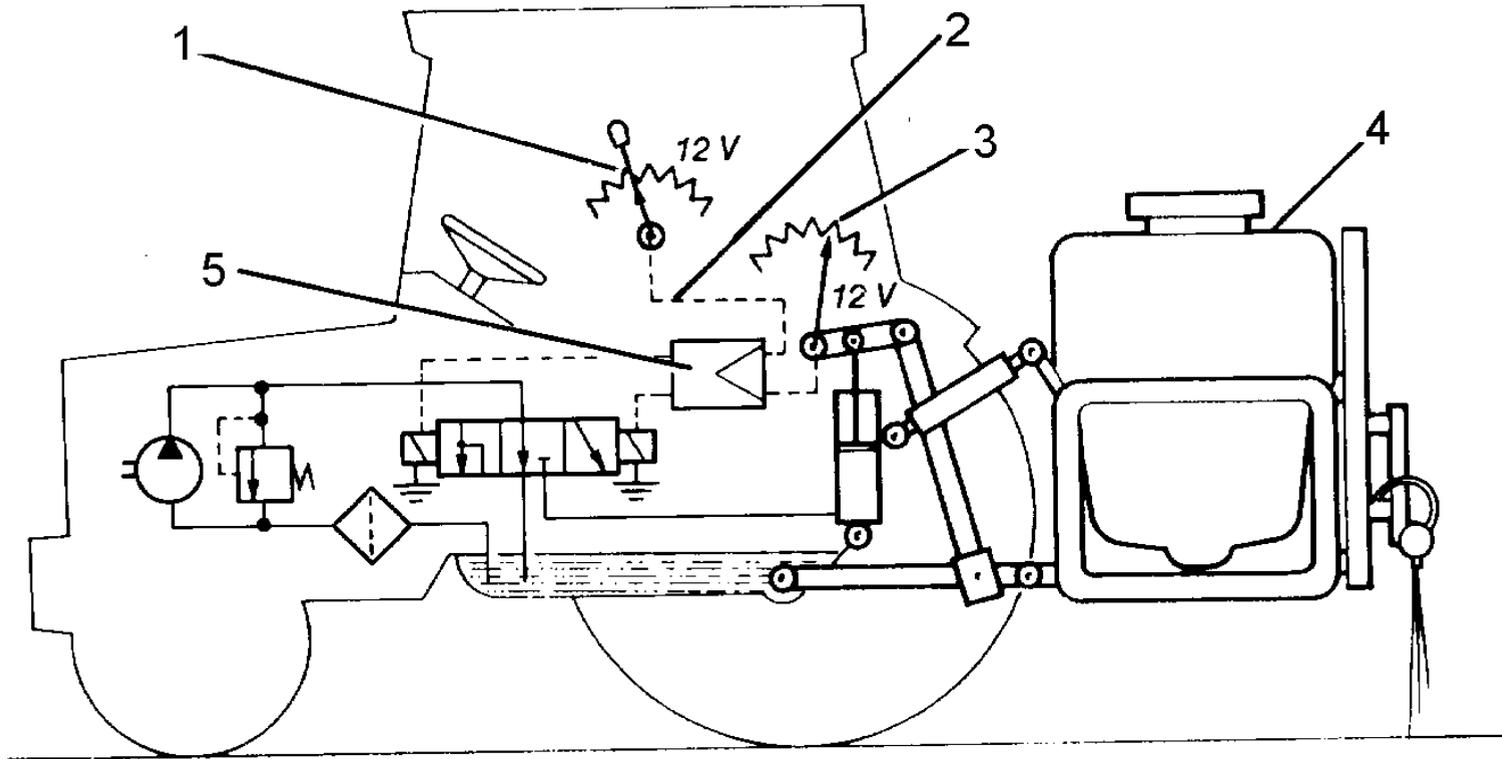
1.3- Controlo de posição por comando eletrónico

O sistema de controlo de posição por comando eletrónico baseia-se na comparação efetuada por um computador, entre a tensão definida num potenciómetro pelo operador e um sensor de posição.

Caso se verifique uma diferença entre o valor introduzido e o de posição, é ativado um solenóide que aciona o distribuidor, até que as tensões sejam iguais, movimentando-se este para a posição neutra.

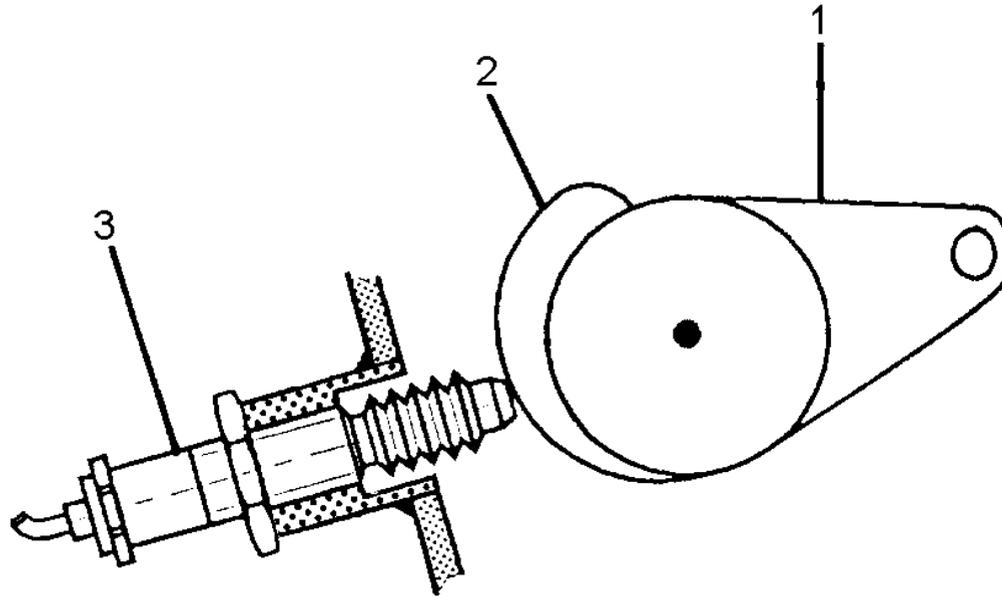
1.3- Controlo de posição por comando eletrónico (cont)

A posição dos braços superiores do sistema tripolar, é dada pelo contacto dos sensores com um excêntrico montado no eixo daqueles, e medida pelo captor (potenciómetro elétrico) que, em função da posição dos braços, emite um sinal elétrico que é comparado com o sinal estabelecido pelo operador, sendo depois conduzidos para a unidade central de processamento.



Controlo de posição eletrónico

1- Elemento de introdução de dados 2- Circuito elétrico 3- Captor de posição 4- Equipamento montado 5- Calculador

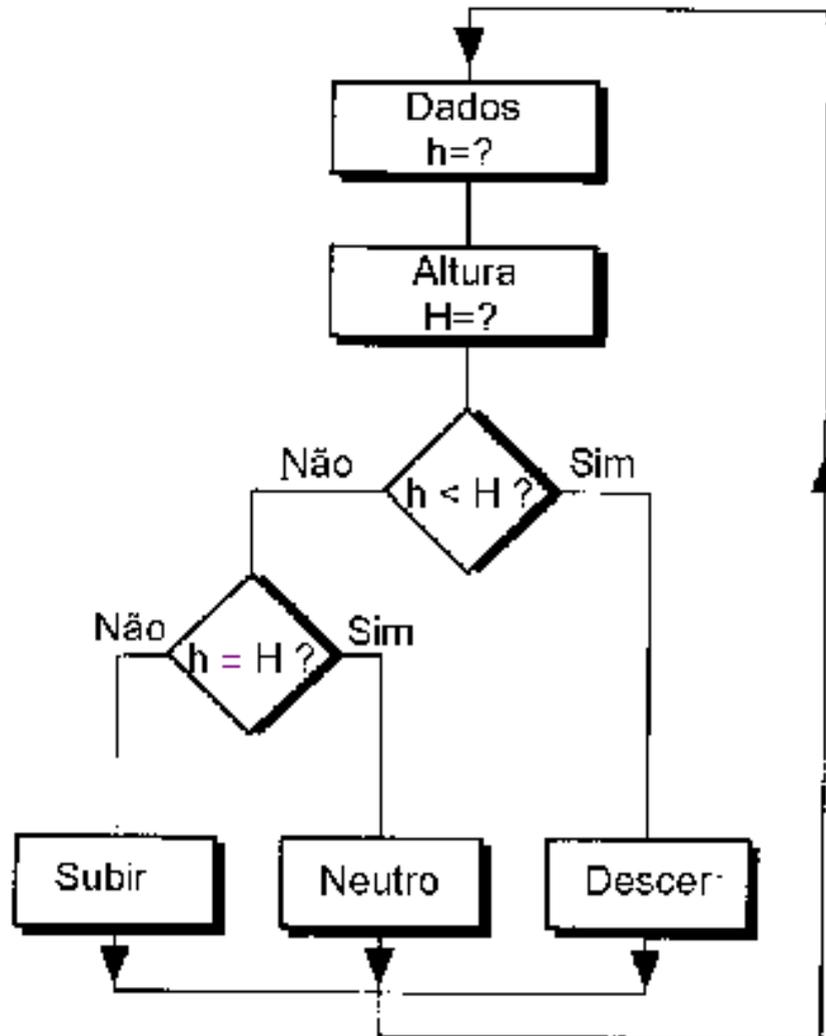


Sensor para controlo de posição do sistema de levantamento hidráulico

1- Braço de elevação 2- Excêntrico 3- Captor de posição com bobinas diferenciais

Departamento de Agronomia

Organigrama do controlo de posição



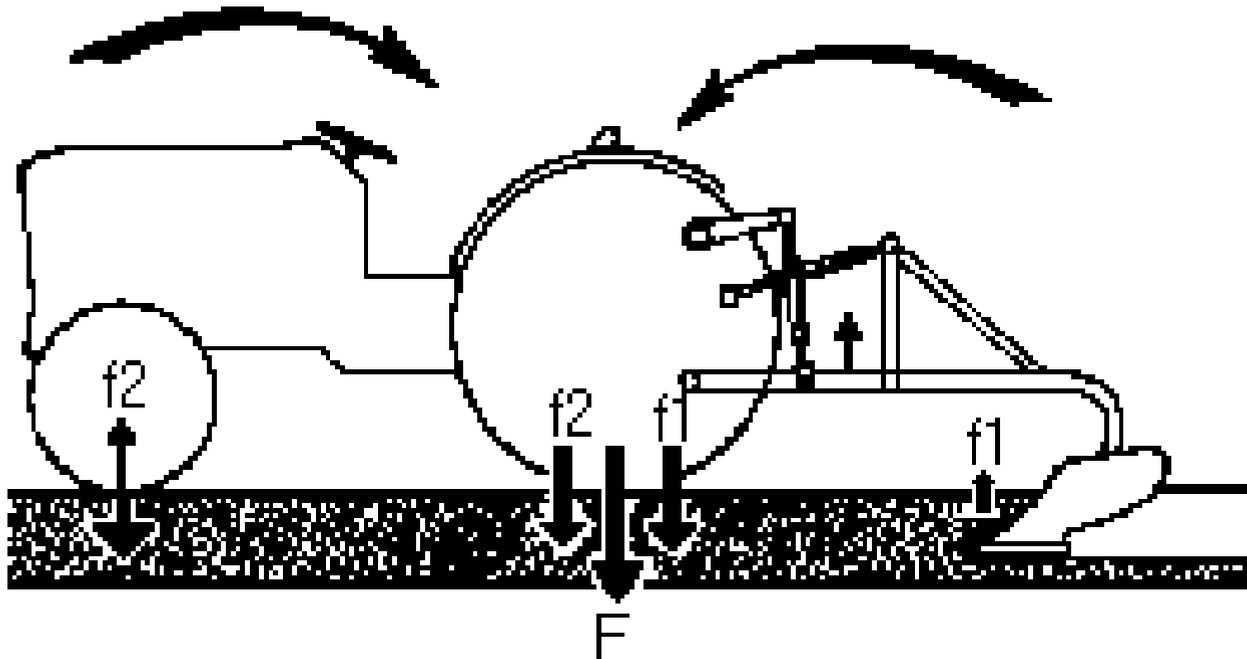
2- Sistema de controlo de tração

O sistema de controlo de tração, utilizado fundamentalmente em trabalhos de lavoura permite, como o nome indica, manter sensivelmente constante, dentro de determinados limites, a força de tração desenvolvida pelo trator.

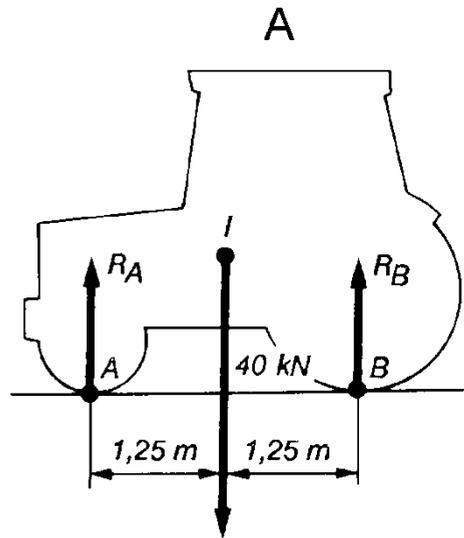
Para que a força de tração se mantenha constante é necessário que, por exemplo, quando a charrua encontra uma zona de maior resistência no solo, resultante de um tipo diferente deste, a posição da alfaia relativamente ao trator varie; caso a charrua não levante o trator patina deteriorando a estrutura do solo.

2- Sistema de controlo de tração (cont)

Este sistema **utiliza assim a elevação do equipamento, com a consequente diminuição da força de tração, que conduz à transferência de carga da massa do equipamento e do trem dianteiro do trator para as rodas traseiras** deste, aumentando a aderência destas rodas o que permite que o trator desenvolva uma maior força de tração (F).



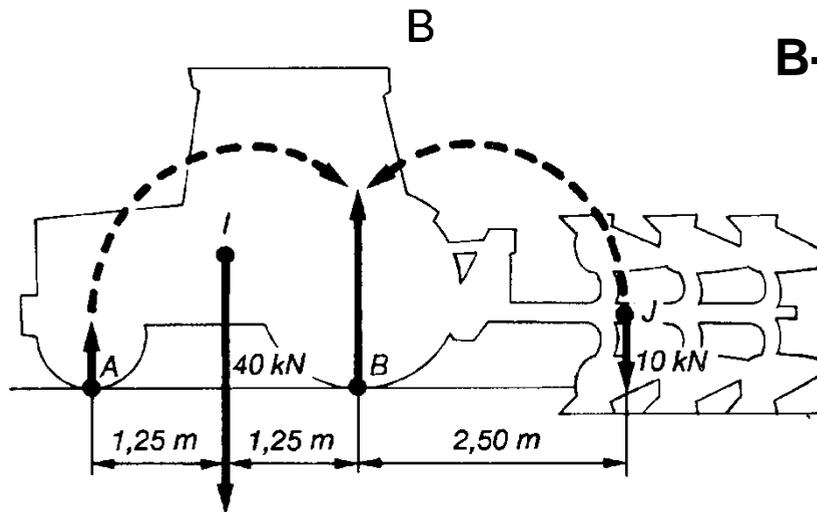
Transferências de carga para as rodas traseiras de um trator



Repartição estática de massas e transferência de carga

A- trator

B- trator + Equipamento



2.1- Controlo de tração por comando mecânico

O sistema de controlo de tração por comando mecânico pode funcionar:

- pela deteção das **variações de força de tração ao nível do terceiro ponto;**
- pela deteção das **variações de força de tração ao nível, nos braços inferiores (barras de tração);**
- por **medição do binário transmitido às rodas motrizes.**

2.1- Controlo de tração por comando mecânico (cont)

Controlo de tração pelo terceiro ponto do sistema tripolar

O controlo de tração pelo terceiro ponto é utilizado nos tratores de menor potência pois é aí que se verificam as diferenças de compressão resultante das variações da resistência do solo.

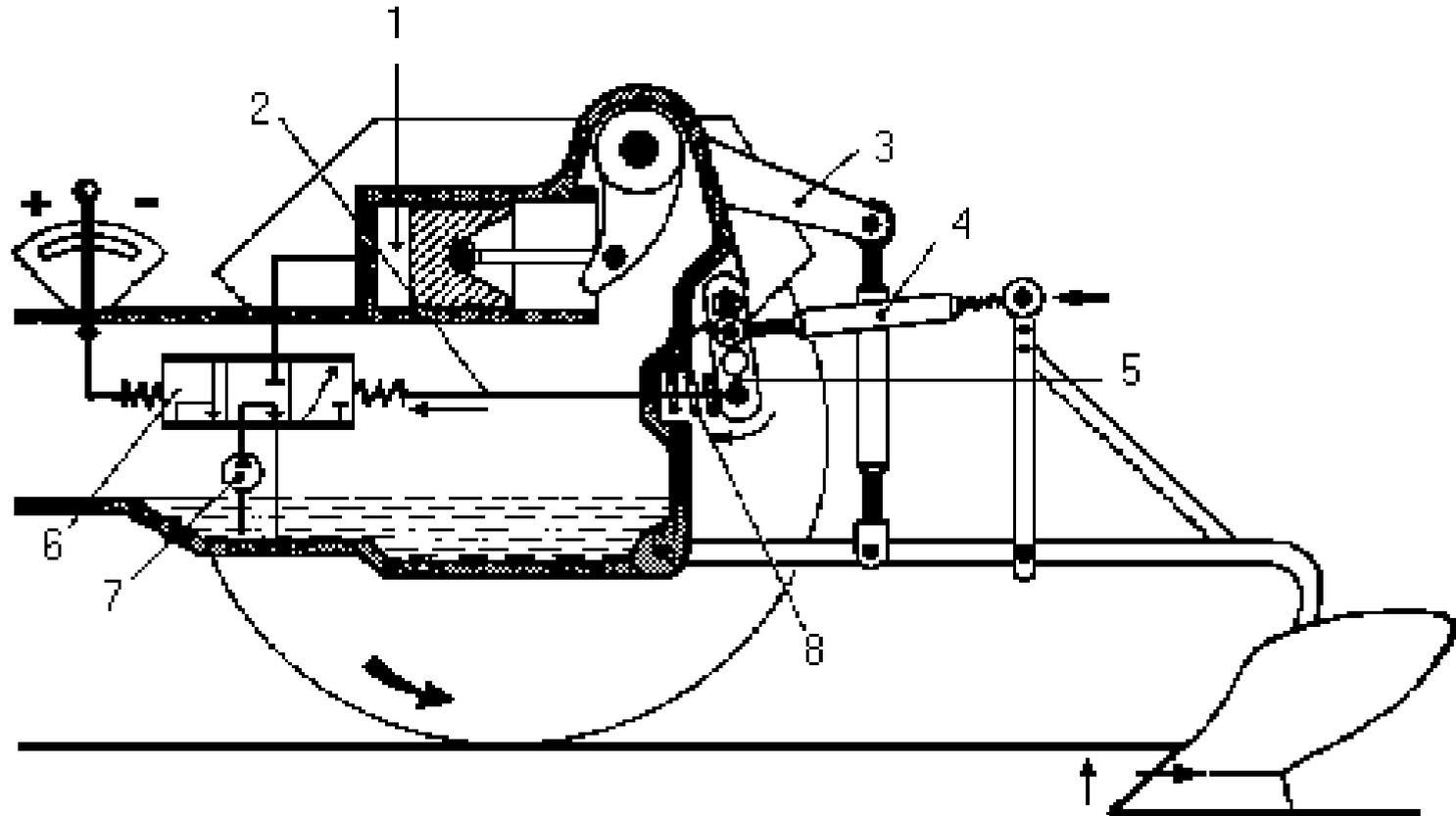
Este sistema apresenta aspetos particulares conforme as marcas de tratores mas o seu princípio de funcionamento é semelhante.

2.1.1- Controlo de tração pelo terceiro ponto do sistema tripolar (cont)

O controlo de tração pelo terceiro ponto baseia-se na posição do centro de resistência da alfaia que se encontra no solo, a um nível inferior ao eixo de articulação dos braços inferiores.

Esta posição faz com que o equipamento tenha tendência a rodar sobre o eixo de articulação dos braços inferiores, comprimindo o terceiro ponto.

Neste sistema, em que a variação da força de tração é medida de uma forma indireta, a intensidade da compressão, tanto maior quanto maior for a força de tração, é transmitida ao distribuidor permitindo assim o maior ou menor levantamento do equipamento.



Controlo de tração pelo terceiro ponto

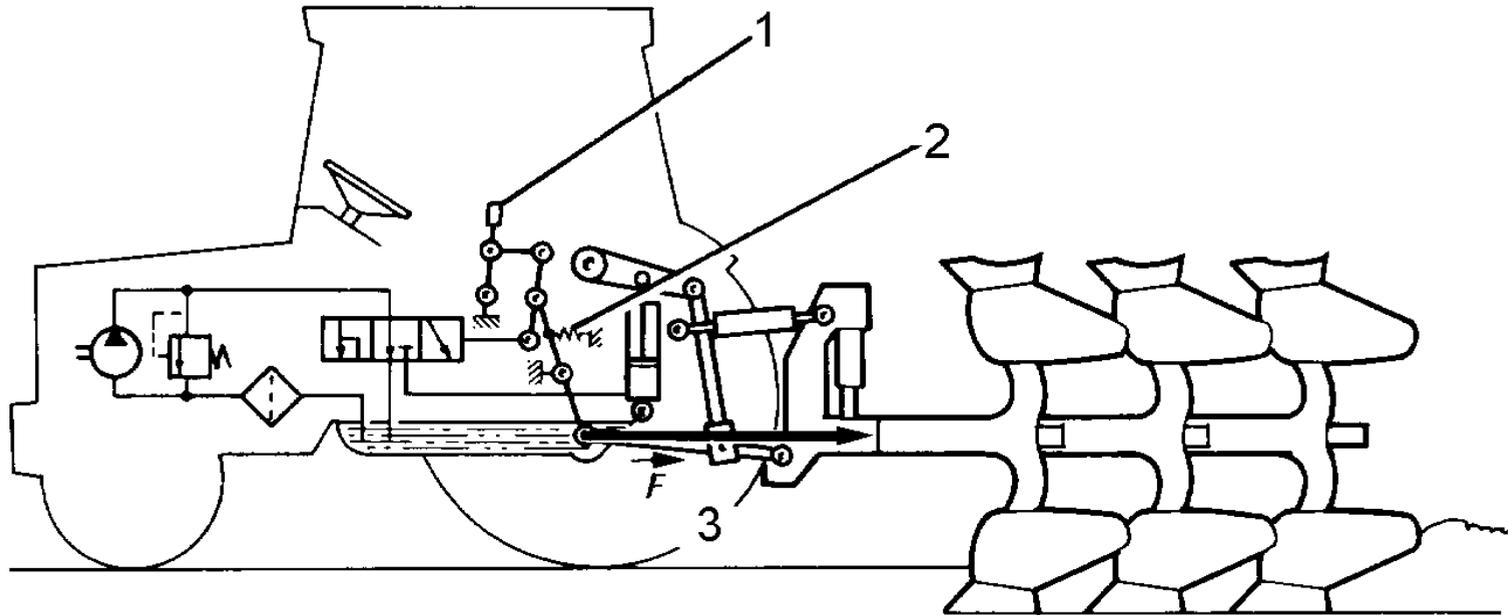
1- Macaco 2- Batente de comando 3- Braços superiores 4- Braço do 3º ponto 5- Alavanca de ligação do 3º ponto 6- Distribuidor 7- Bomba 8- Mola de compressão

2.1.2- Controlo de tração pelos braços inferiores do sistema tripolar

O controlo de tração pelos braços inferiores funciona a partir das variações da força de tração desenvolvida por estes.

Este sistema utiliza-se nos tratores de grande potência, que trabalham com equipamentos semi-montados ou rebocados de grandes dimensões pois, nestes casos, não se verificam compressões no terceiro ponto mas sim distensões.

Neste sistema verifica-se que os braços inferiores (barras de tração) estão articulados em duas alavancas interfixas que ao rodarem atuam na mola que mede a força de tração e no distribuidor, que deixa passar óleo para o macaco levantando a alfaia.



Controlo de tração mecânico nos braços inferiores

- 1- Alavanca do controlo de tração
- 2- Mola para medição da força de tração
- 3- Força de tração

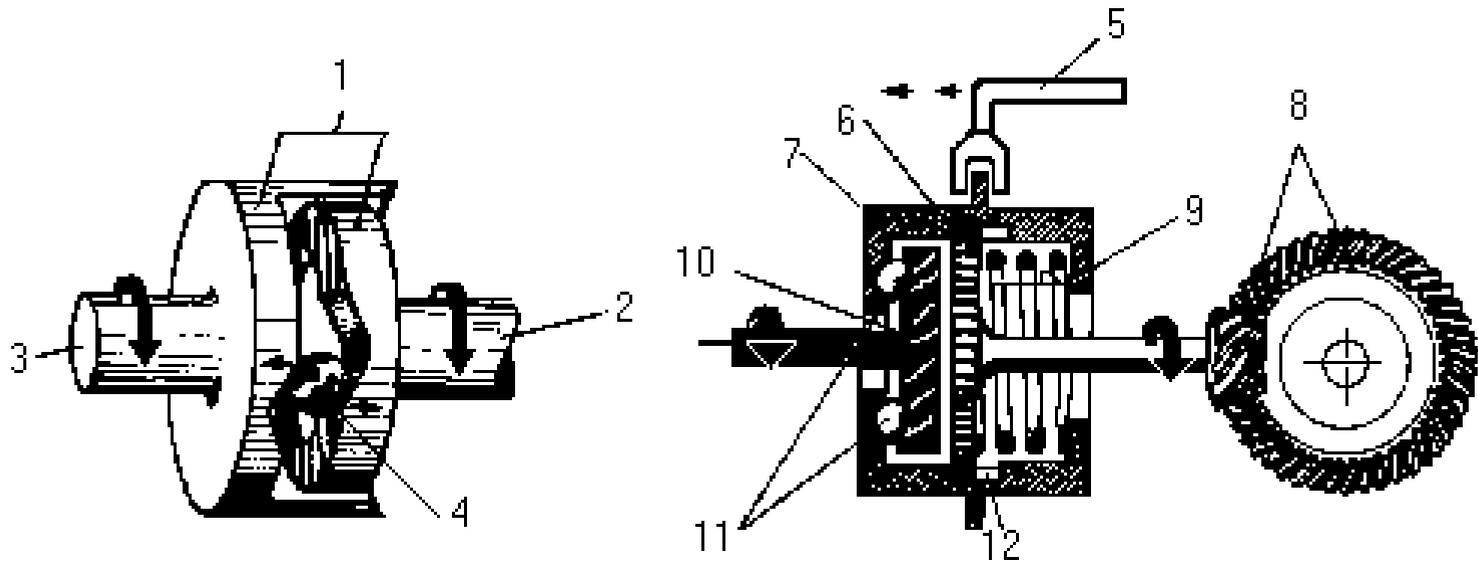
2.1.4- Controlo de tração por deteção do binário transmitido às rodas motrizes

O sistema de controlo por deteção do binário transmitido às rodas motrizes é utilizado como complemento do sistema anterior.

Este sistema baseia-se no equilíbrio existente entre o binário transmitido às rodas motrizes e a força de tração necessária para trabalhar com um equipamento.

2.1.4- Controlo de tração por deteção do binário transmitido às rodas motrizes (cont)

Quando a força de tração à barra varia o binário na cadeia de transmissão também se altera, o que permite, caso exista um sistema que detete essas variações e as transmita ao distribuidor do sistema hidráulico, fazer variar a posição do equipamento de uma forma semelhante à apresentada no ponto anterior.



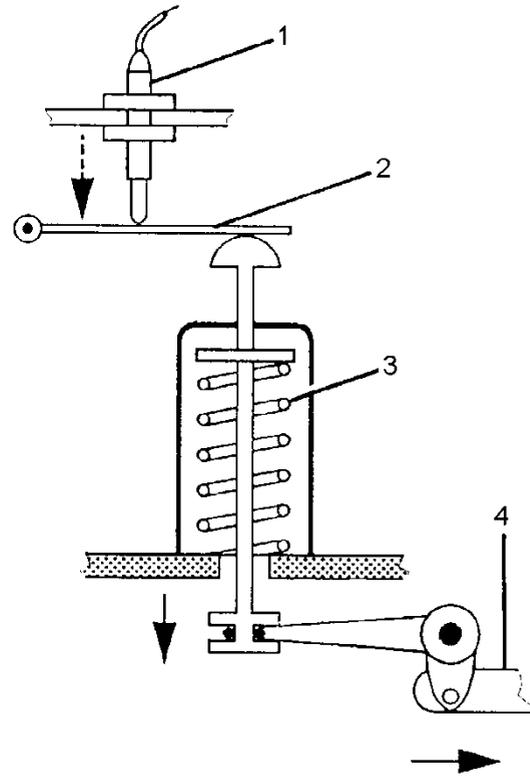
Representação do sistema de controlo de tração por deteção do binário transmitido às rodas motrizes.

1- Prato 2- Veio condutor 3- Veio conduzido 4- Esfera 5- Garfo de transmissão de movimento ao distribuidor 6- Prato conduzido 7- Manga deslizante 8- Par cónico 9- Mola 10- Prato condutor 11- Esferas 12- Caneluras

2.2- Controlo de tração por comando eletrónico

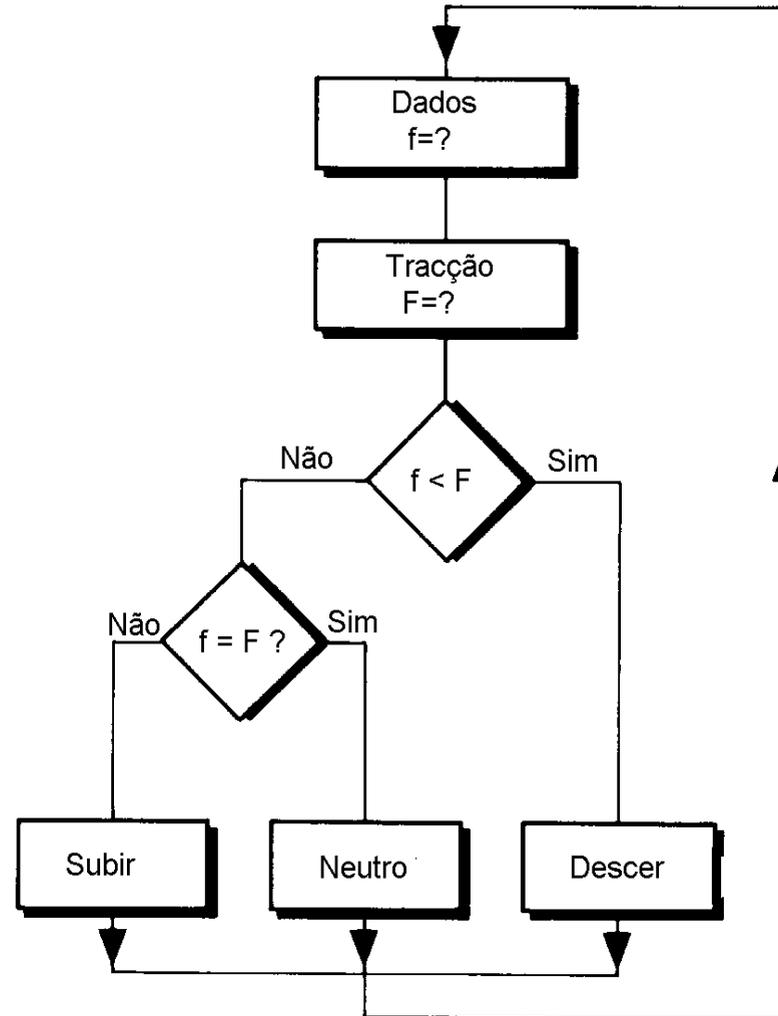
O sistema de controlo de tração por comando eletrónico baseia-se na utilização de sensores que medem a variação da força de tração transmitindo-a a um microprocessador que comanda o movimento do distribuidor.

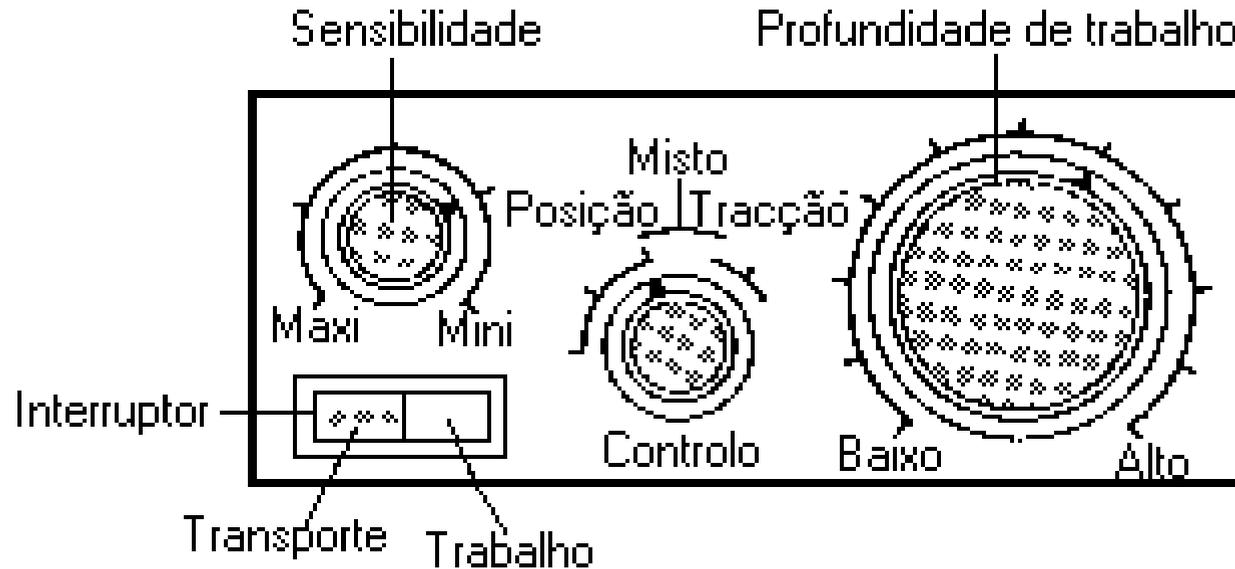
A transmissão do sinal pode ser, como no caso do controlo de posição, analógico ou digital.



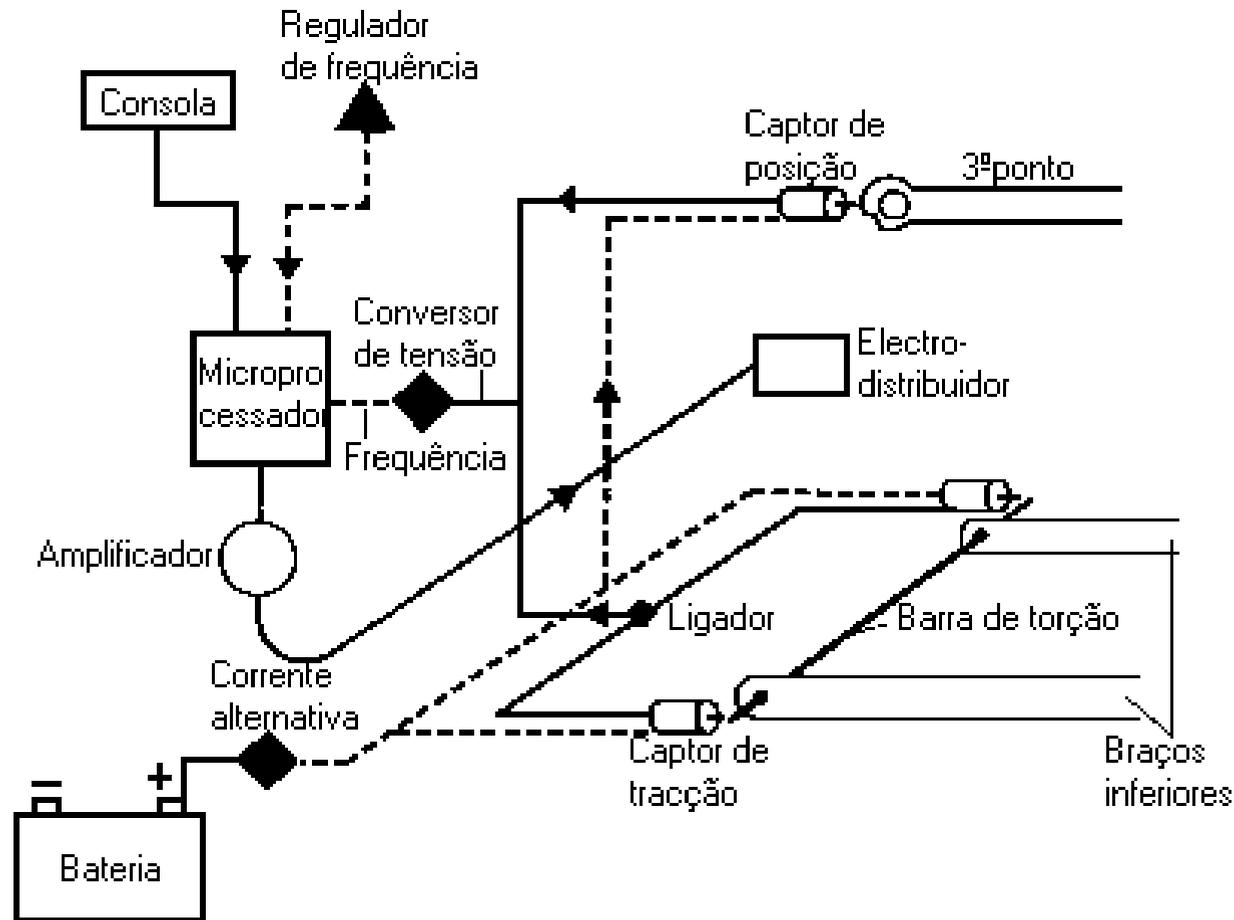
Sensor eletrónico para controlo de tração

1- Captor (sensor) de tração 2- Separador 3- Mola dinamométrica 4- Braço inferior de tração





Consola para introdução de dados relativos ao **sistema hidráulico com controlo eletrónico**



Sistema hidráulico de elevação das alfaia com regulação eletrónica

2.3- Sistema hidráulico com regulação eletrónica

O funcionamento do sistema de tração, com controlo eletrónico, baseia-se no controlo do fluxo de óleo nos êmbolos que é assegurado por um eletrodistribuidor gerido pelo microprocessador em função dos dados introduzidos pelo operador e das informações recebidas sob a forma de frequências elétricas, transmitidas pelos sensores.

Os dados fornecidos pelo operador prendem-se com o modo de controlo (posição, tração ou misto), a profundidade de trabalho, sensibilidade e supressão do controlo.

Sistema hidráulico com regulação eletrónica (cont)

Os sensores de posição e tração são alimentados por corrente alterna fornecida por um conversor, sendo as informações obtidas pelas variações de frequência resultantes da conversão de variações de tensão.

Comparando as frequências resultantes da conversão de variações de tensão, com as introduzidas através de um regulador, o microprocessador atua nas eletro-válvulas deslocando-as com grande precisão de movimentos e com um tempo de reação muito pequeno, o que permite uma boa qualidade de trabalho.

3- Sistema de controlo misto mecânico.

O sistema de controlo misto permite, como o nome indica, utilizar simultaneamente os dois sistemas anteriores e usa-se quando se pretende reduzir a variação de profundidade de trabalho.

Considerando, por exemplo, uma lavoura, o controlo de posição será utilizado para definir a profundidade máxima de trabalho, funcionando o controlo de tração até essa profundidade.

A não utilização do controlo de posição implicaria uma maior amplitude nas variações de profundidade o que tornaria a lavoura mais irregular.

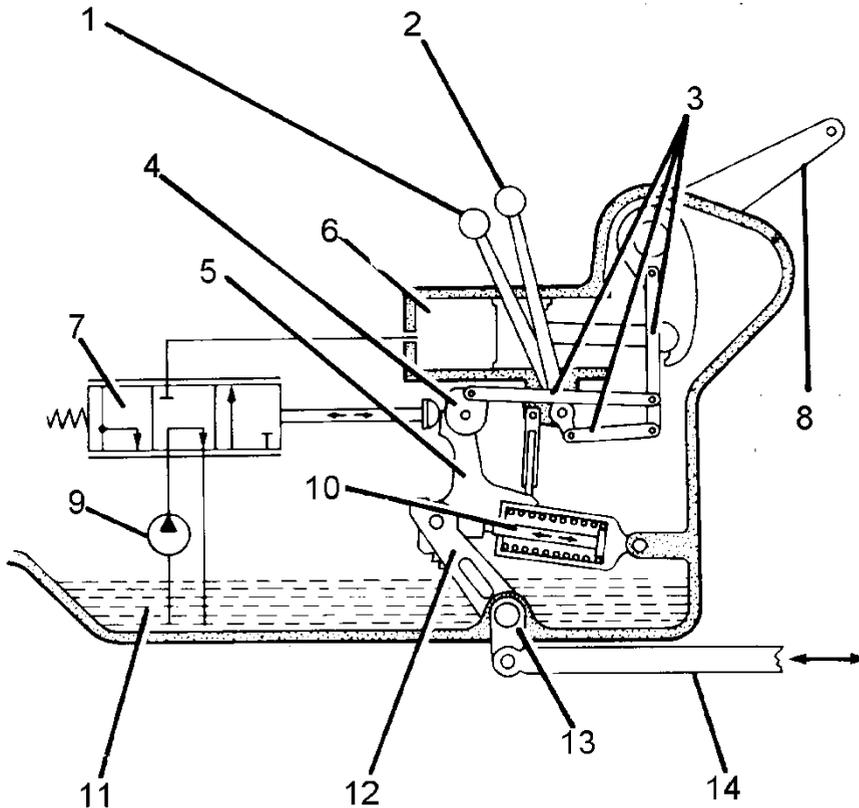
3- Sistema de controlo misto mecânico (cont)

Neste sistema o controlo de tração atua quando a força de tração é suficiente para comprimir a mola de controlo o que permite a rotação da alavanca transmissora de binário e o sensor, alterando-se a posição do distribuidor e deixando passar óleo para o cilindro com a consequente elevação da alfaia.

Quando a mola deixa de estar comprimida o movimento efetua-se em sentido inverso voltando o equipamento à posição inicial.

O sistema de controlo de posição, fazendo variar a posição do excêntrico do controlo de posição relativamente ao tirante do distribuidor, condiciona a atuação do controlo de tração.

Sistema de controlo de posição e tração mecânico



- 1- Alavanca do controlo de tração
- 2- Alavanca do controlo de posição
- 3- Tirantes do sistema de controlo de posição
- 4- Excêntrico do controlo de posição
- 5- Sensor do controlo de tração
- 6- Êmbolo
- 7- Distribuidor
- 8- Braços superiores de sistema de levantamento
- 9- Bomba
- 10- Tirante de controlo
- 11- Óleo do cárter
- 12- Alavanca de transmissão de tração
- 13- Bielas
- 14- Braços inferiores de tração

4- Sistema flutuante

Na posição flutuante o sistema de levantamento hidráulico serve apenas para levantar as alfaias, nomeadamente as semi-montadas que são equipadas com dispositivos próprios de regulação de profundidade.

Na sua posição mais baixa os equipamentos, acompanham as irregularidades do terreno pois os braços inferiores do sistema de engate oscilam livremente ao longo do seu arco de movimento.

Outras utilizações da eletrónica no sistema hidráulico de levantamento

Para além da utilização da eletrónica no controlo dos sistemas referidos esta pode ser empregue para controlar:

- a velocidade real;
- o escorregamento

Controlo da velocidade real

O controlo da velocidade relativamente ao solo é efetuado por um radar dirigido para o terreno, com uma inclinação de 35 - 45°, cujo funcionamento se baseia no efeito de Doppler.

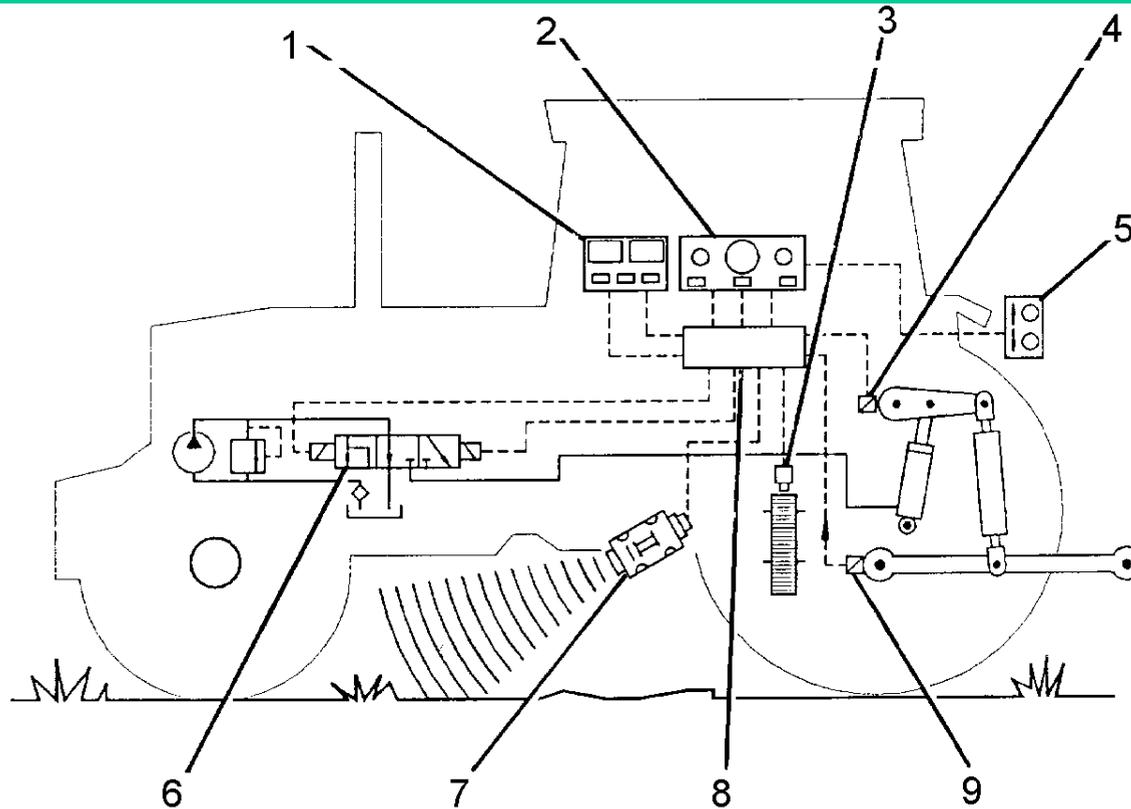
Controlo da velocidade real (cont)

Este efeito consiste numa variação aparente da frequência da onda eletromagnética recebida por um recetor relativamente à enviada, devido ao movimento relativo entre a fonte de emissão e o recetor.

O sinal emitido é refletido pelo terreno voltando ao emissor que o recebe com uma variação de frequência proporcional à velocidade de deslocamento do trator.

As frequências variam entre os 10-24 GHz (Gigahertz) proporcionando os valores mais baixos uma melhor definição do sinal e portanto maior sensibilidade.

Departamento de Agronomia



Sistema de elevação com comando eletrônico de controlo da velocidade real

- 1- Consola para introdução de dados
- 2- Consola de comando
- 3- Captor da velocidade teórica
- 4- Captor de posição
- 5- Comando à distância
- 6- Eletrodistribuidor
- 7- Radar para medir a velocidade real
- 8- Calculador
- 9- Captor de tração

Controlo do escorregamento

O escorregamento, medido em percentagem, **pode ser obtido pela relação entre a diferença entre a distância teórica (sem escorregamento) e a real sobre a distância teórica.**

$$g \% = ((D - d) / d) * 100;$$

em que:

D- é a distância percorrida sem escorregamento;

d- é a distância percorrida com escorregamento.

Controlo do escorregamento (cont)

Considerando a velocidade o escorregamento, em percentagem, é dado por:

$$g \% = ((V_t - V_r) / V_t) * 100;$$

em que:

V_t - é a velocidade teórica (sem escorregamento);

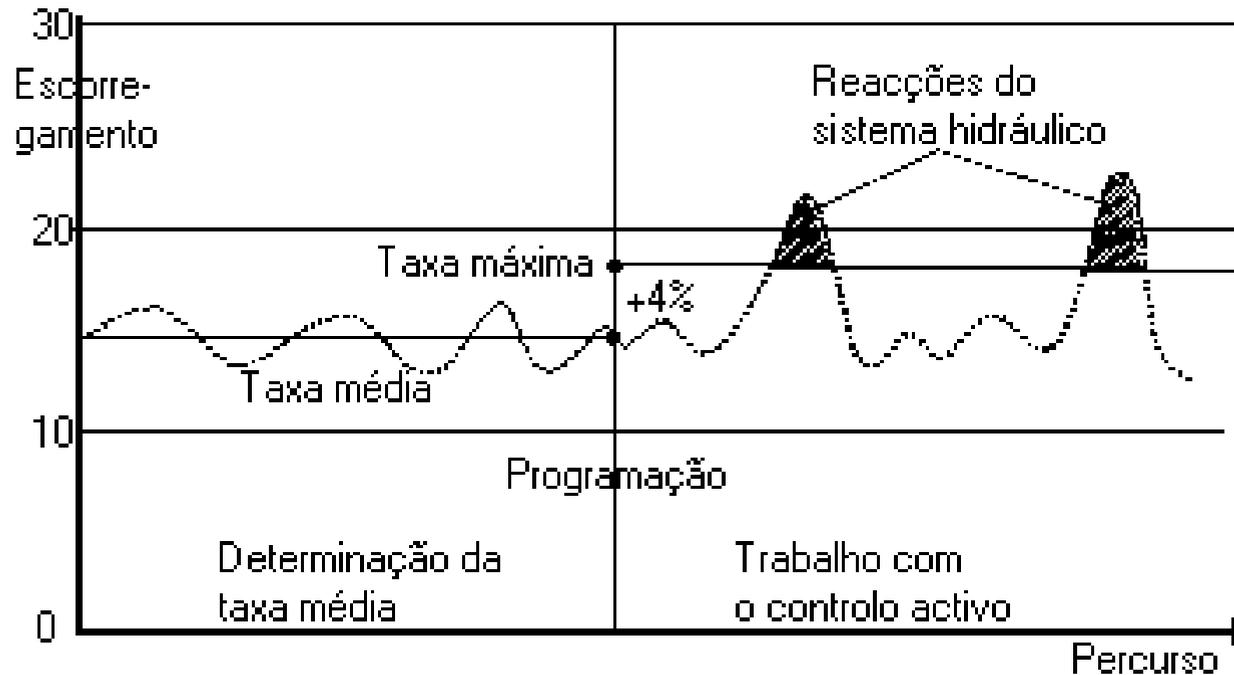
V_r - é a velocidade real (com escorregamento)

A velocidade de deslocamento (velocidade real), pode ser obtida por um radar e a velocidade teórica determinada por um sensor de velocidade colocado na transmissão do trator.

Controlo do escorregamento (cont)

O controlo pode ser efetuado de várias formas, como, por exemplo:

- **seleccionando no computador de bordo uma taxa fixa máxima de escorregamento.** Nesta situação quando a diferença entre a velocidade teórica e real, atinja o valor correspondente àquele escorregamento, o sistema hidráulico atua levantando o equipamento;
- **seleccionando a variação máxima de escorregamento, tendo como base o escorregamento médio.** Nesta situação para, por exemplo, um valor médio de 15%, pode-se definir 4 - 5 % para a variação máxima, pelo que quando o escorregamento atinge os 19 - 20 %, o sistema hidráulico atua levantando o equipamento.



Programação da **taxa máxima de escorregamento em função da taxa média**

Ligações hidráulicas trator - equipamento

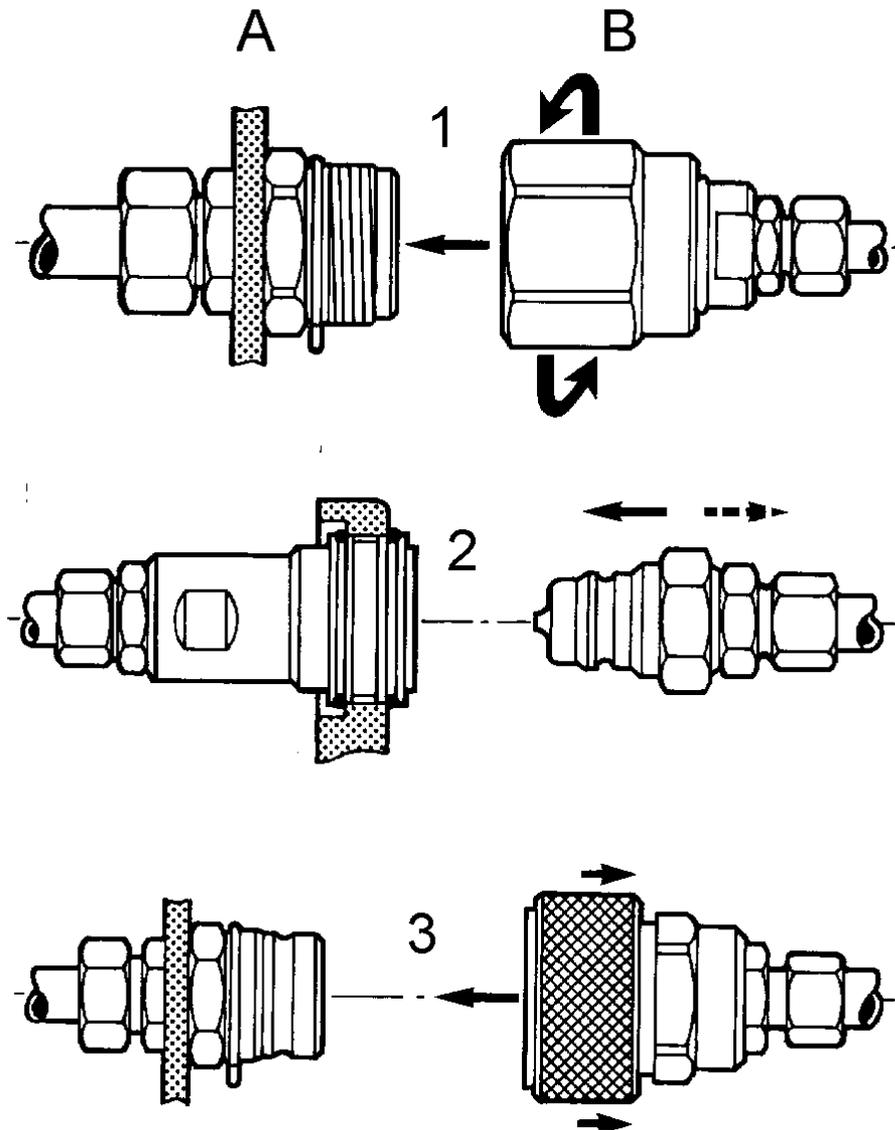
O sistema hidráulico dos tratores pode ser utilizado para acionamento de equipamentos exteriores, para o que é necessário dispor de ligações que permitam a transferência de óleo para os motores ou êmbolos hidráulicos.

As condutas flexíveis provenientes do equipamento têm montadas nas suas extremidades ligações rápidas, de rosca ou de esferas, devendo, para se proceder à sua ligação, baixar a pressão de óleo do circuito do trator.

Ligações hidráulicas trator - equipamento (cont)

O circuito de óleo do trator tem intercalado um distribuidor de simples ou de duplo efeito, podendo as tomadas de óleo de duplo efeito funcionar em simples efeito mas, com distribuidores de centro aberto, a tomada de óleo não utilizada deve deixar passar o óleo para o reservatório.

Para as máquinas que possuem distribuidores próprios é necessário sintonizá-los com os do trator, devendo aqueles ser também do mesmo tipo, ou seja, serem os dois de centro aberto ou fechado.



Tipos de ligação hidráulica trator - alfaia

A- Lado do trator

B- Lado da alfaia

1- Ligação de rosca

2- Ligação de esferas

3- Ligação de esferas para o sistema de travagem dos reboques