

**SISTEMAS DE LIGAÇÃO TRATOR - ALFAIAS**  
**1996**

## ÍNDICE

1- Introdução .....	1
2- Ligação por um ponto dos equipamentos ao trator.....	1
2.1- Engate de boca de lobo.....	2
2.2- Barra de tração.....	3
2.3- Gancho automático .....	4
2.4- Sistema tripolar de engate.....	4
3- O sistema hidráulico de levantamento dos tratores .....	6
3.1- Bomba hidráulica.....	6
3.2- Válvula limitadora de pressão .....	6
3.3- Distribuidor de simples efeito .....	7
3.4- Macaco de simples efeito.....	7
4- Diferentes formas de utilização do sistema hidráulico de levantamento .....	7
4.1- Sistema de controlo de posição .....	7
4.1.1- Controlo de posição por comando mecânico .....	7
4.1.2- Controlo de posição por comando hidráulico .....	8
4.1.3- Controlo de posição por comando eletrónico .....	9
4.2- Sistema de controlo de tração.....	11
4.2.1- Controlo de tração por comando mecânico .....	12
4.2.1.1- Controlo de tração pelo terceiro ponto do sistema tripolar.....	12
4.2.1.2- Controlo de tração pelos braços inferiores do sistema tripolar .....	13
4.2.1.3- Controlo de tração por deteção do binário transmitido às rodas motrizes .....	14
4.2.2- Controlo de tração por comando eletrónico .....	14
4.3- Sistema de controlo misto .....	17
4.4- Sistema flutuante .....	18
5- Outras utilizações da eletrónica no sistema hidráulico de levantamento .....	18
5.1- Controlo da velocidade real .....	18
5.2- Controlo do escorregamento .....	19
6- Ligações hidráulicas trator - equipamento .....	21
Bibliografia .....	22

## **1- Introdução**

A aplicação dos sistemas de ligação trator - alfaías representou um progresso fundamental pois permitiu que os tratores se transformassem num equipamento polivalente tornando possível a sua utilização com um sem número de alfaías; esta evolução foi mais significativa quando se desenvolveu o sistema hidráulico de elevação das alfaías

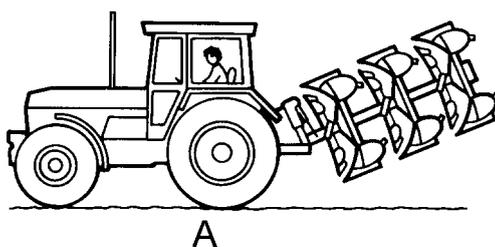
## **2- Ligações trator - alfaías**

As alfaías agrícolas, que necessitam de uma unidade motriz para tração e/ou transmissão de movimento, podem ser consideradas como montadas, semi-montadas ou rebocadas.

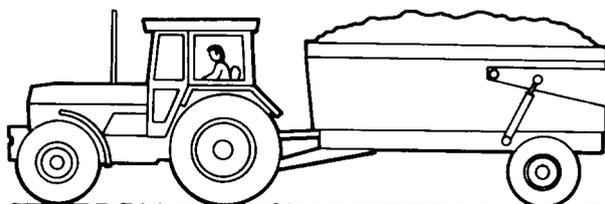
Os equipamentos montados encontram-se adaptados ao trator por forma a que este suporte toda a sua massa, sendo a ligação assegurada pelo sistema tripolar de engate. As principais vantagens deste tipo de ligação prendem-se com a facilidade na execução das manobras e deslocamento do conjunto e do aumento da capacidade de tração. Como inconvenientes destacam-se o aumento da compactação do solo e da força de tração para vencer a resistência ao rolamento e a menor precisão na condução resultante da transferência de carga do trem dianteiro para o traseiro.

Nos 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.

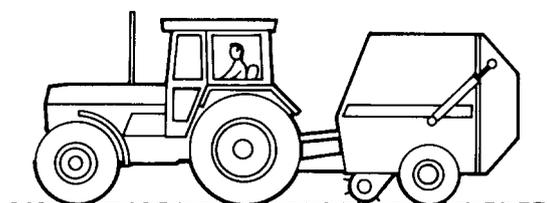
Nos equipamentos rebocados praticamente toda a massa é suportada pelo solo; esta solução é utilizada com os reboques, em trabalhos de transporte, em que não existam problemas de aderência do trator.



A



B



C

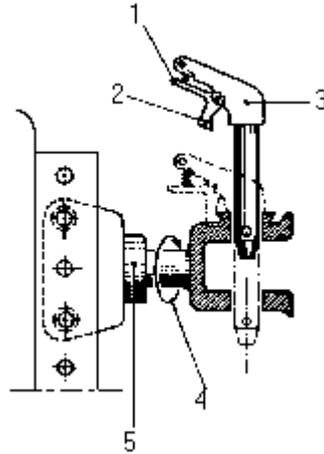
**Figura 1-** Principais tipos de ligação trator - alfaias.  
A- Alfaia montada B- Alfaia semi-montada C- Alfaia rebocada  
Fonte: CEMAGREF (1991)

Considerando os principais tipos de ligação trator - equipamentos, que podem ser efetuadas em um ou em três pontos, tem-se:

- engate de boca de lobo;
- barra de tração;
- gancho automático;
- sistema tripolar de engate.

## 2.1- Engate de boca de lobo

O engate de boca de lobo, utilizado principalmente para tração dos reboques, é um elemento metálico em forma de  $\subset$ , 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.

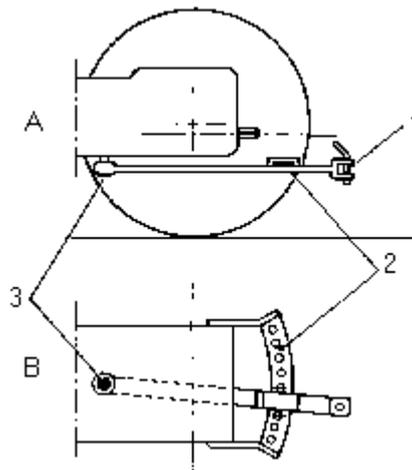


**Figura 2-** Representação de um sistema de engate de boca de lobo  
 1- Batente 2- Ferrolho 3- Cavilhão de engate 4- Eixo com rotação 5- Amortecedor  
 Fonte: CEMAGREF (1986)

A colocação da boca de lobo é feita na parte posterior do cárter da ponte traseira, podendo, no entanto, ser fixa a diferentes níveis; este elemento pode ter ou não movimento rotativo.

## 2.2- Barra de tração

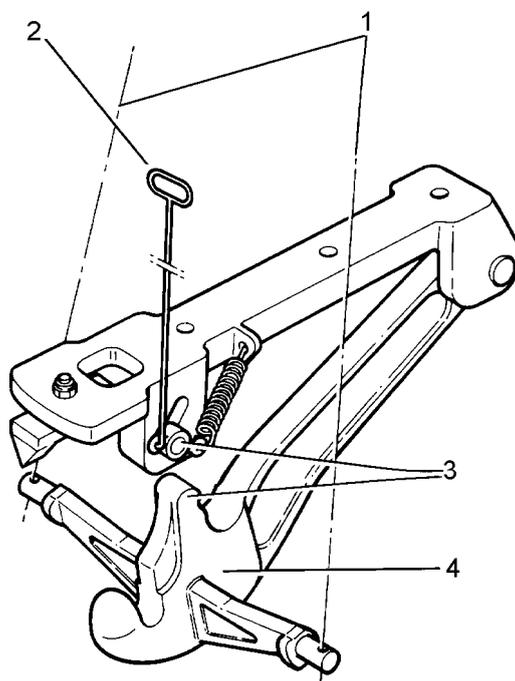
A barra de tração, de puxo ou de engate é colocada no plano longitudinal médio do trator e fixo sob o cárter da caixa de velocidades. Esta barra permite a tração de equipamentos bastante pesados pois está apoiada numa barra, perto da sua extremidade, o que faz com que a distância desta ao ponto de engate seja pequena. Esta barra pode oscilar lateralmente o que permite trabalhar em "offset" com as alfaías.



**Figura 3-** Representação da barra de tração.  
 A- Vista lateral B- Vista de topo 1- Ponto de ligação 2- Barra de suporte 3- Articulação  
 Fonte: CEMAGREF (1986)

### 2.3- 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 dos semi-reboques.



**Figura 4-** Gancho automático

1- Ligações para os pendurais 2- Comando do trinco 3- Trinco 4- Gancho  
Fonte: CEMAGREF (1991)

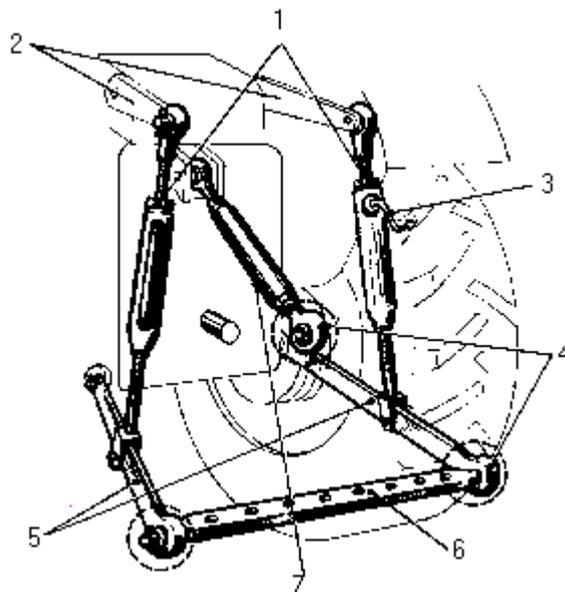
### 2.4- Sistema tripolar de engate

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

Considerando a forma como se faz a ligação a força de tração 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, sendo o comprimento do pendural direito, ou mesmo dos dois, regulável através de uma manivela. Para além dos dois pontos de ligação nos braços inferiores existe ainda um terceiro ponto que evita a rotação do equipamento sobre o eixo dos dois primeiros, 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 que deve, no entanto, ser limitado por correntes estabilizadores, por forma a que

não batam nas rodas. Estas correntes permitem limitar a oscilação dos braços inferiores do hidráulico e descentrar uma alfaia montada.



**Figura 5-** Representação do 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.

Fonte: CEMAGREF (1986)

Assim, e em resumo, pode afirmar-se que o sistema de engate por três pontos, constitui uma ligação em paralelogramo deformável que, graças aos braços inferiores e pendurais, permite a ligação de um equipamento, cuja posição, durante o levantamento ou abaixamento, depende do comprimento do terceiro ponto. Este sistema implica, no entanto, a presença do operador para fazer as ligações, pelo que as rótulas tem vindo a ser substituídas por ganchos automáticos.

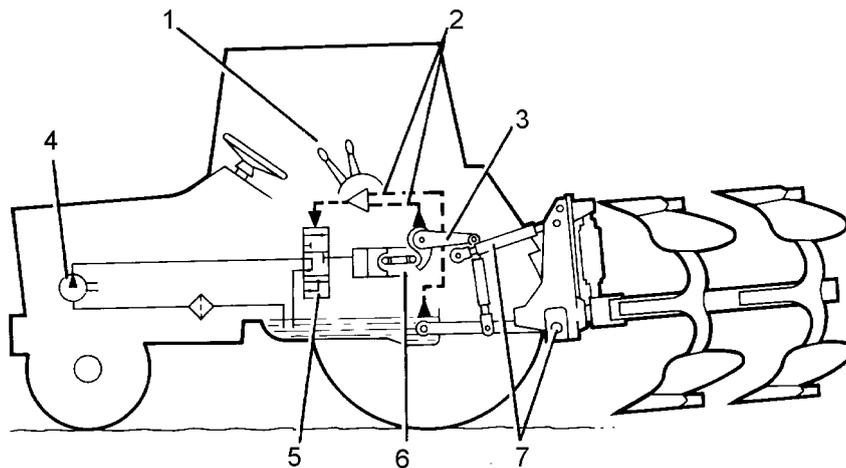
As dimensões e posição dos braços inferiores, assim como a dimensão das suas rótulas, encontram-se normalizadas pela ISO, sendo os seus valores os seguintes:

Recomendações ISO (diâmetros em mm)				
Categorias	Cat.1	Cat.2	Cat.3	Cat. 4
Diâmetro	< 45 cv	40 a 100 cv	80 a 225 cv	180 a 400 cv
Cavilhas do 3º ponto	- 0 19.3 + 0.21	- 0 25.7 + 0.21	- 0 32.0 + 0.25	- 0 45.2 + 0.30
Rótulas dos braços inferiores	- 0 22.4 + 0.33	- 0 28.7 + 0.33	- 0 37.4 + 0.35	- 0 51.0 + 0.50

### 3- O sistema hidráulico de levantamento dos tratores

O sistema hidráulico de levantamento é constituído basicamente por:

- uma bomba;
- uma válvula limitadora de pressão;
- um distribuidor de simples efeito;
- um êmbolo de simples efeito.



**Figura 6-** Princípio de 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

Fonte: CEMAGREF (1991)

#### 3.1- 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.

#### 3.2- 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.

### **3.3- Distribuidor de simples efeito**

O distribuidor de simples efeito mais utilizado é o 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 concepção destes elementos.

### **3.4- 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.

## **4- Diferentes formas de utilização do sistema hidráulico de levantamento**

Relativamente às formas de utilização do sistema hidráulico de levantamento tem-se:

- funcionamento em controlo de posição;
- funcionamento em controlo de tração;
- funcionamento misto;
- funcionamento em posição flutuante.

### **4.1- Sistema de controlo de posição**

A utilização do sistema hidráulico de engate 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 executam trabalhos de mobilização pois, a não variação da distância da alfaia ao solo implica que, caso a resistência específica deste aumente, o trator possa não desenvolver força de tração suficiente para a vencer.

Relativamente à forma como é efetuado o acionamento deste sistema tem-se:

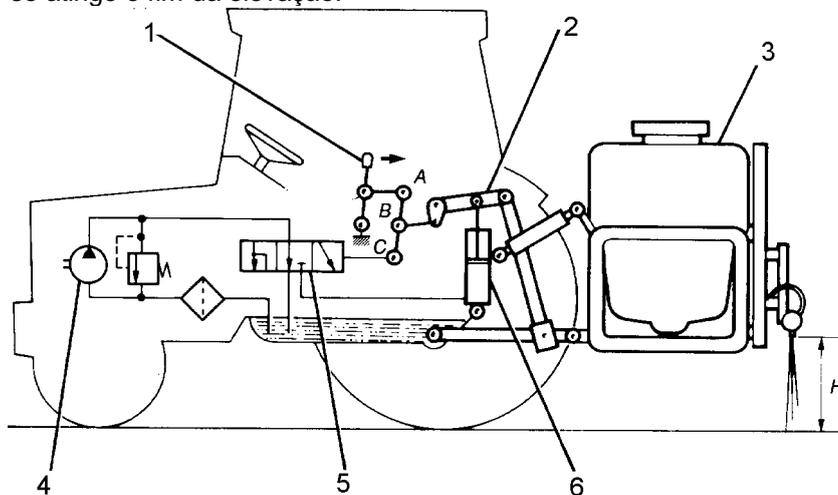
- acionamento por comando mecânico;
- acionamento por comando hidráulico;
- acionamento por comando eletrónico.

#### **4.1.1- 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 por forma a haver passagem de óleo para o macaco ou a saída de óleo deste, ou a interrupção do circuito.

Assim, e como se pode observar na figura 7, 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.



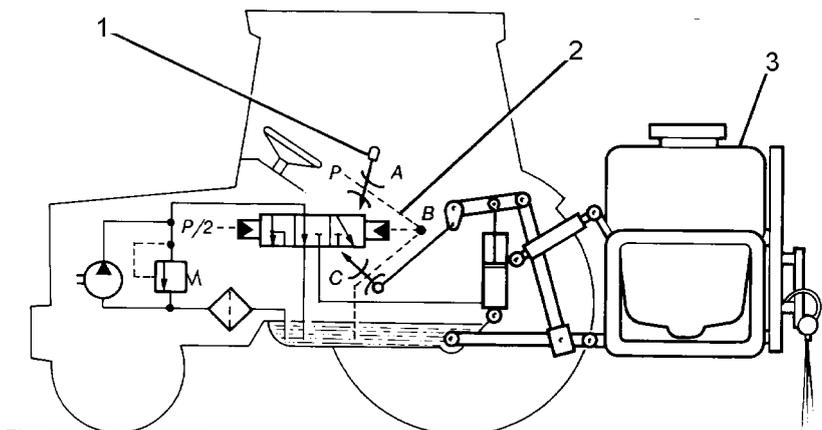
**Figura 7-** Princípio do controlo de posição mecânico

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

Fonte: CEMAGREF (1991)

#### 4.1.2- 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.



**Figura 8-** Sistema de controlo de posição hidráulico

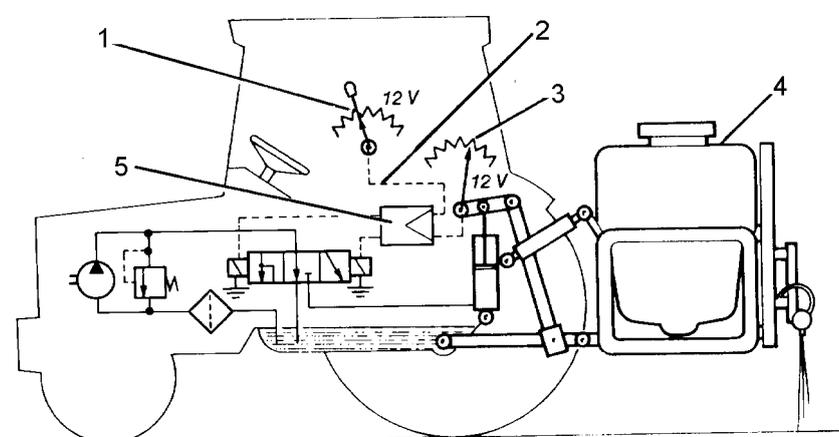
1- Alavanca do controlo de posição 2- Circuito hidráulico de baixa pressão 3- Equipamento montado A e C- Válvulas reguláveis

Fonte: CEMAGREF (1991)

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.

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

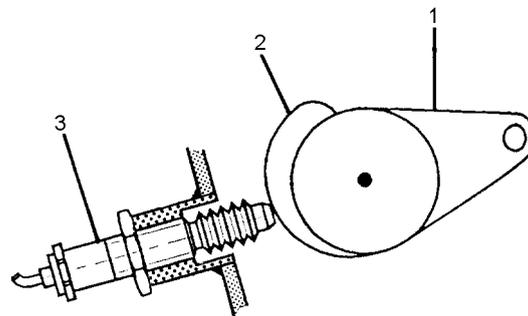


**Figura 9-** Sistema de controlo de posição eletrónico

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

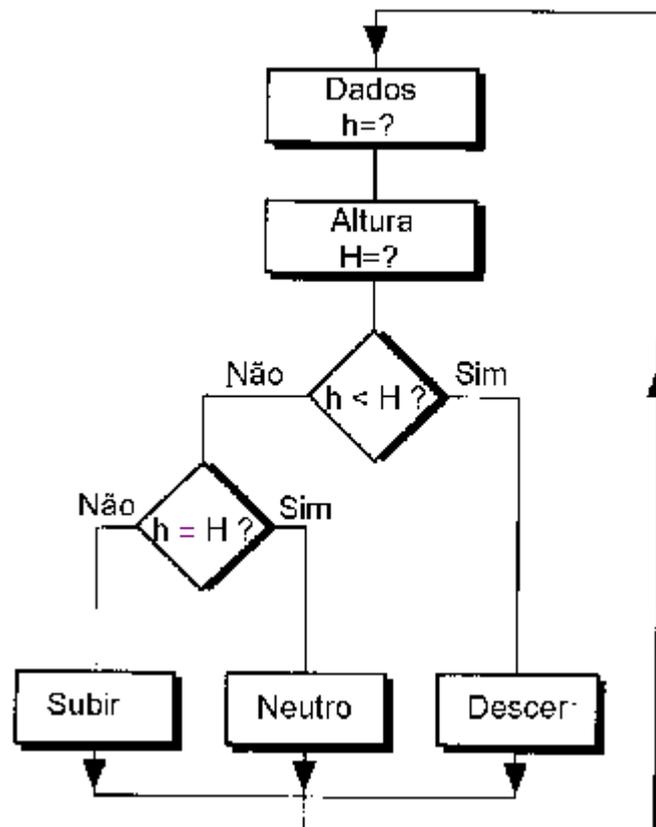
Fonte: CEMAGREF (1991)

A posição dos braços superiores do sistema tripolar, é dada pelo contacto dos captores com um excêntrico montado no eixo daqueles, e medida pelo captor (potenciômetro 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.



**Figura 10-** Captor para controlo de posição do sistema de levantamento hidráulico  
 1- Braço de elevação 2- Excêntrico 3- Captor de posição com bobinas diferenciais  
 Fonte: CEMAGREF (1991)

Representando esquematicamente a atuação deste sistema tem-se:



**Figura 11-** Organigrama do controlo de posição  
 Fonte: CEMAGREF (1991)

Relativamente aos calculadores utilizados podem ser do tipo analógico ou digital, baseando-se o primeiro na amplificação dos sinais e sua comparação, sendo a diferença da tensão (positiva ou negativa) transmitida para um transistor que está ligado a um solenoide que comanda o distribuidor; existe um transistor que recebe a tensão negativa (transistor PNP) e outro para a positiva (transistor NPN).

Na regulação do tipo analógica as medições efetuadas pelos captadores são transformadas em corrente elétrica, cuja intensidade, tensão ou frequência, são proporcionais aos valores medidos; estas medições são efetuadas de uma forma contínua (sinal analógico) verificando-se, em algumas situações, um aumento do sinal transmitido como resultado do aumento da tensão provocada pelo acréscimo do ruído.

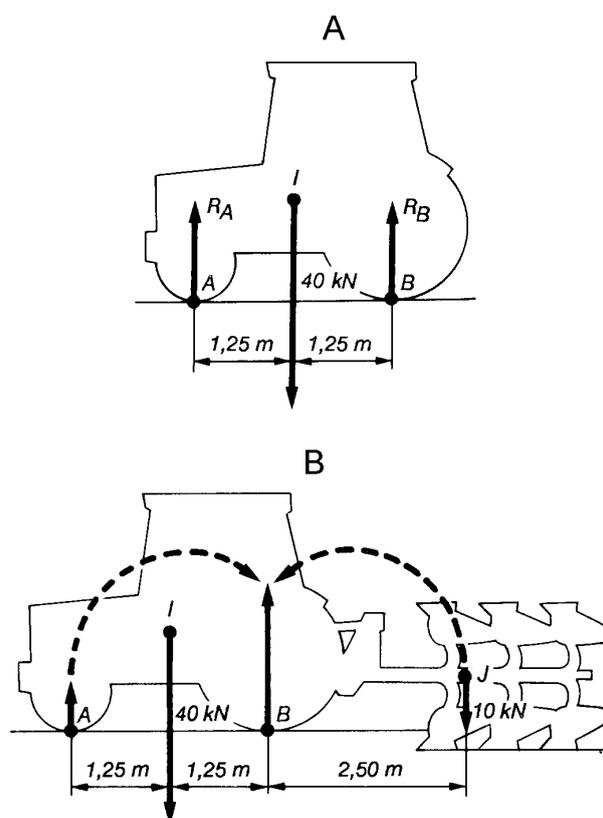
O sistema eletrônico digital dispõe de um microprocessador que tem um programa que efetua operações lógicas e numéricas. A tensão do potenciômetro e do captor de posição são transformados em números, através de um conversor analógico - numérico, que são tratados pelo microprocessador que, conforme a diferença, desloca o distribuidor.

A regulação do tipo digital mais comum transforma as medições dos captadores em impulsos elétricos, que são transmitidos ao processador que os trata em função dos dados introduzidos pelo operador, agindo depois no sistema de elevação. O termo digital sugere que o sinal é representado por um número binário que representa, normalmente, uma amostragem de uma variação contínua (sinal analógico), definida em intervalos de tempo discretos, pelo que a informação obtida é inferior à obtida com a utilização de sinais analógicos.

#### **4.2- 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 esta se mantenha constante é necessário que, quando, por exemplo, a charrua encontre uma zona de maior resistência no solo, resultante de um tipo diferente deste ou de irregularidades, a posição da alfaia relativamente ao trator varie; caso a charrua não levante ligeiramente o trator patina deteriorando a estrutura do solo.

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



**Figura 12-** Repartição estática de massas e transferência de carga  
 A- Trator B- Trator + Equipamento  
 Fonte: CEMAGREF (1991)

Para pequenas variações da resistência do solo o sistema de controlo de tração pode conduzir apenas a uma transferência de carga para o trem traseiro, sem que a profundidade seja alterada.

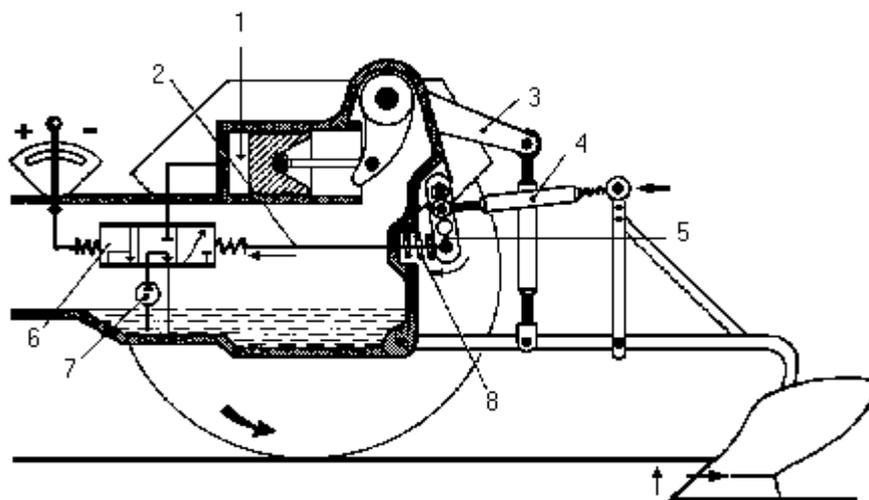
À semelhança do sistema anterior este pode funcionar mecânica, hidráulica e eletronicamente.

#### 4.2.1- 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, nos braços inferiores (barras de tração), ou por medição do binário transmitido às rodas motrizes.

##### 4.2.1.1- Controlo de tração pelo terceiro ponto do sistema tripolar

O controlo de tração pelo terceiro ponto é utilizado nos tratores de menor potência (alfaias mais pequenas) pois é aí que se verificam as diferenças de compressão resultante das variações da resistência do solo; este sistema apresenta aspectos particulares conforme as marcas de tratores mas o seu princípio de funcionamento é semelhante.

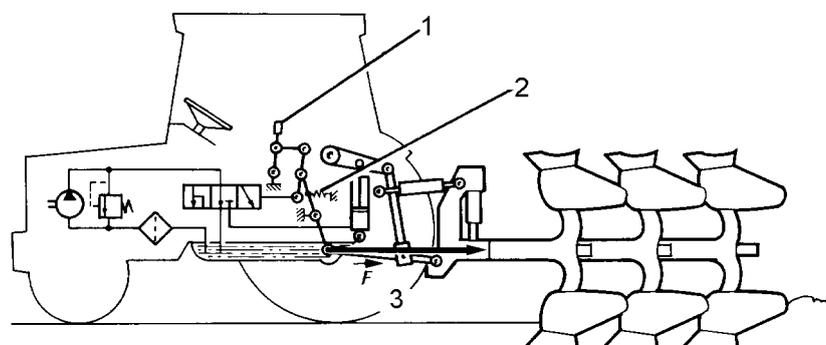


**Figura 13-** Representação do controle de tração pelo terceiro ponto  
 1- Macaco 2- Batente de comando 3- Braços superiores 4- Braço do 3º ponto 5- Alavanca de ligação do 3º ponto 6- Distribuidor 7- Bomba 8- Mola de compressão  
 Fonte: CEMAGREF (1986)

O controle de tração pelo terceiro ponto representado na figura 13, 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, o que faz com que o equipamento tenha tendência a rodar sobre esse eixo, 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.

#### 4.2.1.2- Controle de tração pelos braços inferiores do sistema tripolar

O controle de tração pelos braços inferiores funciona a partir das variações da força de tração desenvolvida por estes e utiliza-se nos tratores de grande potência, que trabalham com equipamentos semi-montados ou rebocados de grandes dimensões; nestes casos não se verificam normalmente compressões no terceiro ponto mas sim distensões.



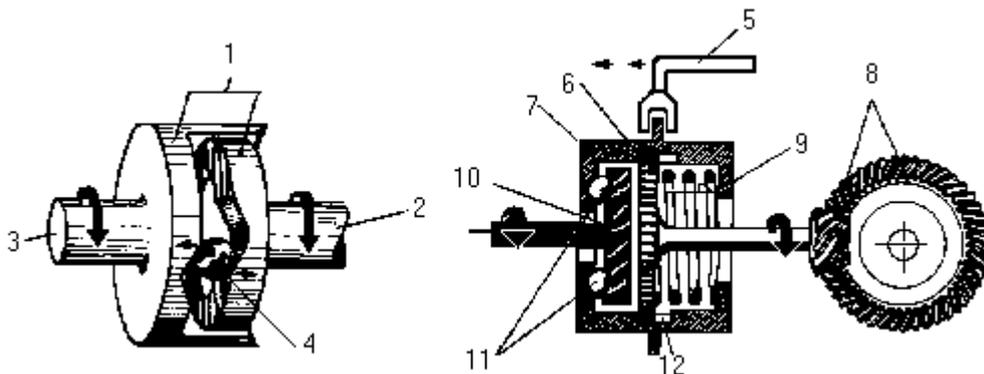
**Figura 14-** Sistema de controle de tração mecânico nos braços inferiores do sistema de levantamento  
 1- Alavanca do controle de tração 2- Mola para medição da força de tração 3- Força de tração  
 Fonte: CEMAGREF (1991)

Considerando o sistema representado na figura 14, 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.

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

O sistema de controlo por deteção do binário transmitido às rodas motrizes, que é apenas utilizado em complemento do sistema anterior, baseia-se no equilíbrio existente entre o binário transmitido às rodas motrizes e a força de tração necessária para trabalhar com um equipamento.

Assim, 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 detecte 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.



**Figura 15-** Representação do sistema de controlo de tração por deteção do binário transmitido às rodas motrizes.

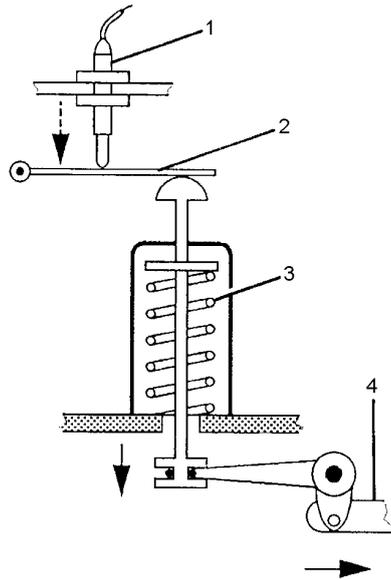
1- Prato 2- Veio condutor 3- Veio conduzido 4- Esfera 5- Garfo de transmissão de movimento ao distribuidor 6- Prato conduzido 7- Manga deslizante 8- Par cónico 9- Mola 10- Prato condutor 11- Esferas 12- Caneluras

Fonte: CEMAGREF (1986)

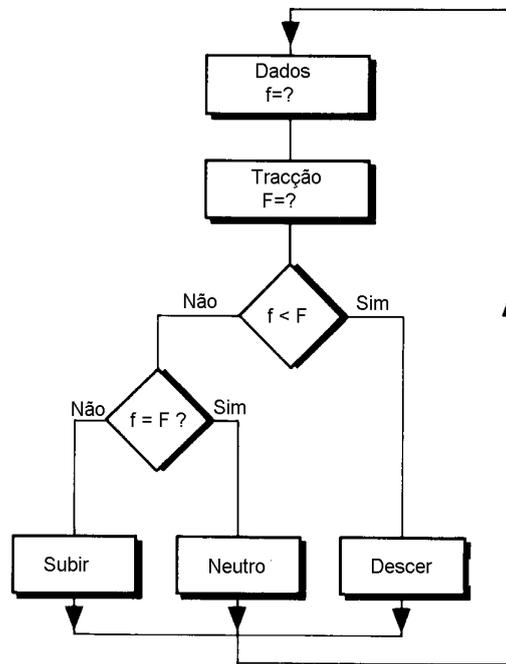
Estes sistemas, que estão geralmente colocados no veio secundário da caixa de velocidades, junto ao diferencial, atuam quando se dá o afastamento das duas partes que o constituem, o que se verifica quando aquele eixo é sujeito a torção.

#### 4.2.2- Controlo de tração por comando eletrónico

O sistema de controlo de tração por comando eletrónico baseia-se na utilização de captadores 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.

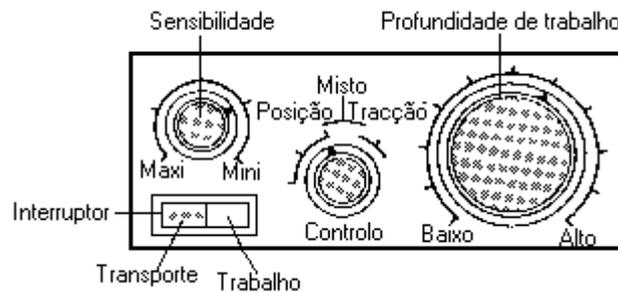


**Figura 16-** Captor para controlo de tração  
 1- Captor de tração 2- Sensor 3- Mola dinamo métrica 4- Braço inferior de tração  
 Fonte: CEMAGREF (1991)

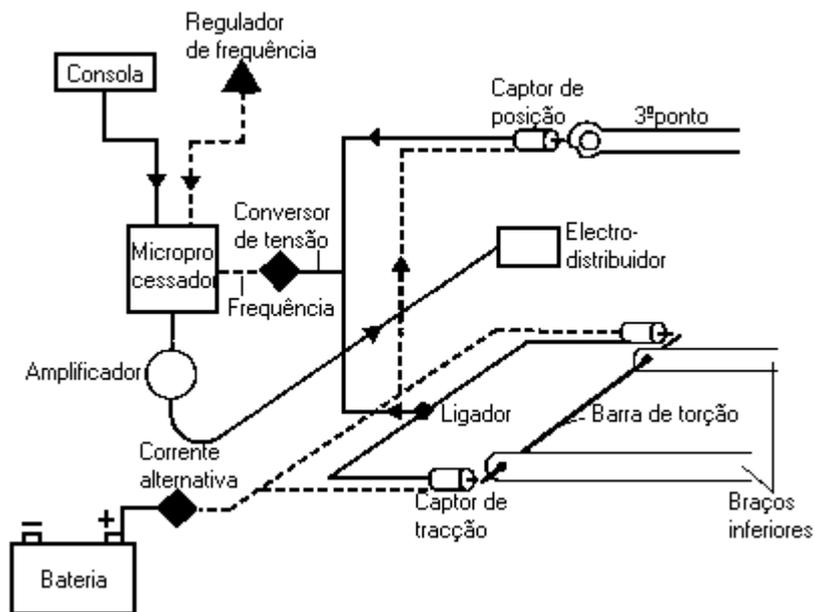


**Figura 17-** Representação de um organigrama de controlo de tração  
 Fonte: CEMAGREF (1991)

Representando esquematicamente uma consola e um sistema hidráulico com acionamento eletrónico tem-se:



**Figura 18-** Consola para introdução de dados relativos ao sistema hidráulico  
 Fonte: BP (1989)



**Figura 19-** Representação geral do sistema hidráulico de elevação das alfaias com regulação eletrónica.  
 Fonte: BP (1989)

Assim, e em resumo, o funcionamento deste sistema baseia-se no controlo do fluxo de óleo nos êmbolos que é assegurado por um electro-distribuidor gerido pelo microprocessador em função dos dados introduzidos pelo operador e das informações recebidas sob a forma de frequências elétricas, transmitidas pelos captosres. 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.

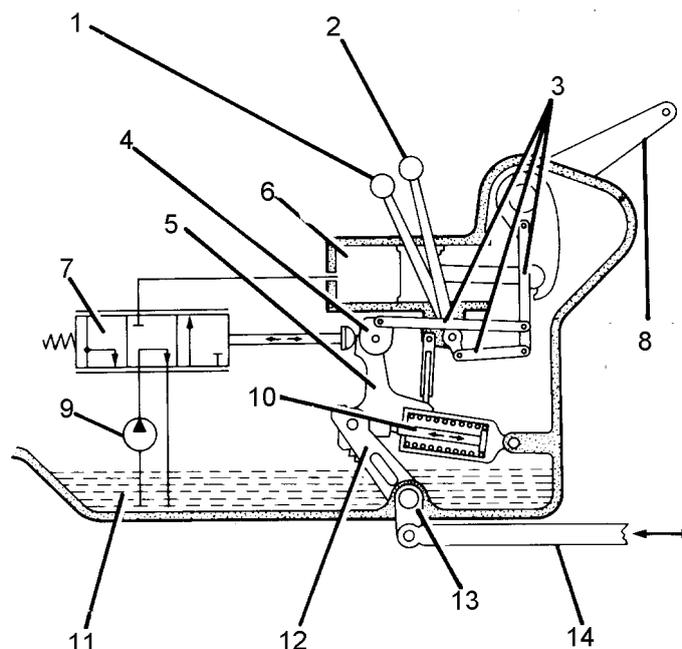
Os captosres de posição e tração são alimentados por corrente alterna fornecida por um conversor, sendo as informações obtidas pelas variações de frequência resultantes da conversão de variações de tensão. Comparando estas frequências com as introduzidas através de um regulador, o

microprocessador atua nas electroválvulas deslocando-as com grande precisão de movimentos e com um tempo de reacção muito pequeno, o que permite uma boa qualidade de trabalho.

#### 4.3- Sistema de controlo misto

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

Assim, considerando 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.



**Figura 20-** 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  
Fonte: CEMAGREF (1991)

Pela observação da figura 20 constata-se que o sistema de controlo de tração é constituído, para além dos braços inferiores, que estão ligados por um veio transversal, por uma alavanca transmissora de binário, cuja extremidade inferior é solidária com o veio transversal anterior e a superior é articulada a um tirante que está sujeito à tensão de uma mola de controlo e a uma alavanca sensor (sensor); esta encontra-se ligada pela extremidade inferior à alavanca transmissora de binário e através da sua extremidade superior pressiona o tirante do distribuidor. O sensor é também movimentado pela alavanca de comando do controlo de tração, atuando diretamente no tirante do distribuidor ou, caso apenas se aproxime deste, sem lhe tocar, aumentando a sensibilidade do

sistema.

Relativamente ao funcionamento deste 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 tateador, alterando 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.

#### **4.4- 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, as quais, na sua posição mais baixa, acompanham as irregularidades do terreno pois os braços inferiores do sistema de engate oscilam livremente ao longo do seu arco de movimento.

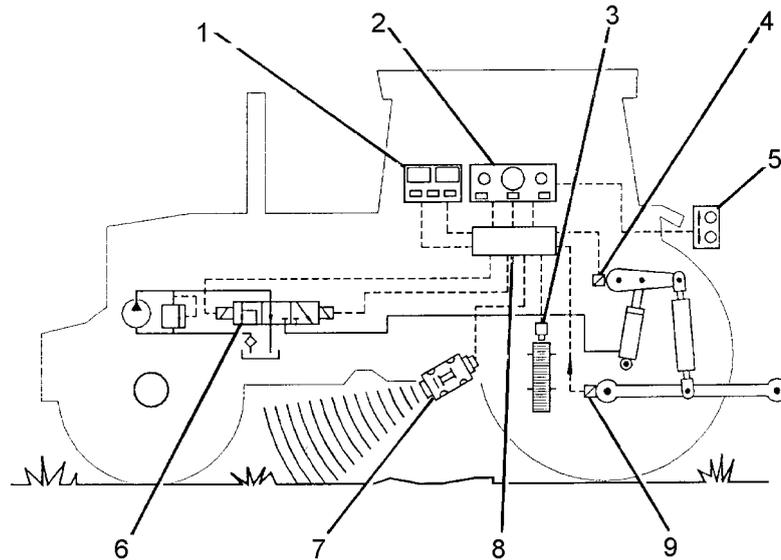
### **5- Outras utilizações da eletrónica no sistema hidráulico de levantamento**

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

- a velocidade real;
- o escorregamento

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



**Figura 21-** Sistema de elevação com comando eletrônico para 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- Electro-distribuidor 7- Radar para medir a velocidade real 8- Calculador 9- Captor de tração  
 Fonte: CEMAGREF (1991)

Assim, o sinal emitido reflete-se no 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.

Os captores de medição de velocidade devem estar colocados sensivelmente ao meio do trator por forma a minimizar as oscilações verticais do trem dianteiro e as radiações devem ser emitidas segundo uma direcção oposta à do movimento para se evitar o choque.

Relativamente ao grau de precisão, que depende da velocidade de deslocamento, regularidade do terreno, da mudança da textura e coloração do solo, ele situa-se, para velocidades superiores a  $2 \text{ km.h}^{-1}$ , nos 2 - 3%.

Não sendo a radiação emitida perigosa para o homem deve-se, no entanto, evitar olhar diretamente para o emissor durante o funcionamento.

## 5.2- 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.

$$g \% = \text{Erro!} * 100;$$

em que:

D- é a distância percorrida sem escorregamento;

d- é a distância percorrida com escorregamento

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

$$g \% = \text{Erro!} * 100;$$

em que:

Vt - é a velocidade teórica (sem escorregamento);

Vr - 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 captor de velocidade colocado na transmissão do trator. As distâncias podem ser determinadas utilizando o número de voltas das rodas que é medido por um sensor, magnético ou óptico, que é colocado junto a esta, mas em posição fixa, que conta os impulsos de uma roda dentada ou uma coroa circular com faixas radiais alternadamente escuras e claras. Com o número de impulsos o processador determina o número de voltas da roda que, juntamente com o raio desta, permite determinar a distância teórica; a distância real é obtida utilizando a velocidade real.

Relativamente às taxas de escorregamento estas dependem fundamentalmente da força de tração desenvolvida, considerando-se como aceitáveis, em condições de trabalho no campo, valores de 10-15%; valores superiores conduzem a gastos exagerados de combustível e pneus, destruição da estrutura do solo e a uma diminuição da capacidade de trabalho.

O equipamento que permite controlar a taxa máxima de escorregamento é constituído por um computador de bordo que calcula permanentemente o seu valor. O controlo pode ser efetuado de duas formas diferentes:

- seleccionando no computador de bordo uma taxa fixa máxima de escorregamento, que permite que, quando a diferença entre a velocidade teórica e real, atinja o valor correspondente àquele escorregamento, o sistema hidráulico actue levantando o equipamento. Quando o sistema de elevação não permite manter o escorregamento num nível inferior ao valor introduzido, o computador faz com que a alfaia levante para além do valor desejado, sendo o operador avisado, mediante um sinal luminoso, por forma a modificar o valor máximo do escorregamento.

- a segunda forma de controlo máximo do escorregamento, designada por taxa ajustável, mais completa que a anterior, é utilizada com os sistemas de elevação do tipo numérico. Este sistema consiste em seleccionar a variação máxima de escorregamento, tendo como base o

escorregamento médio, ou seja, por exemplo, para um valor médio de 15%, pode-se definir, por exemplo, 4 % para variação máxima, pelo que quando o escorregamento atinge os 19 %, o sistema hidráulico atua levantando o equipamento.



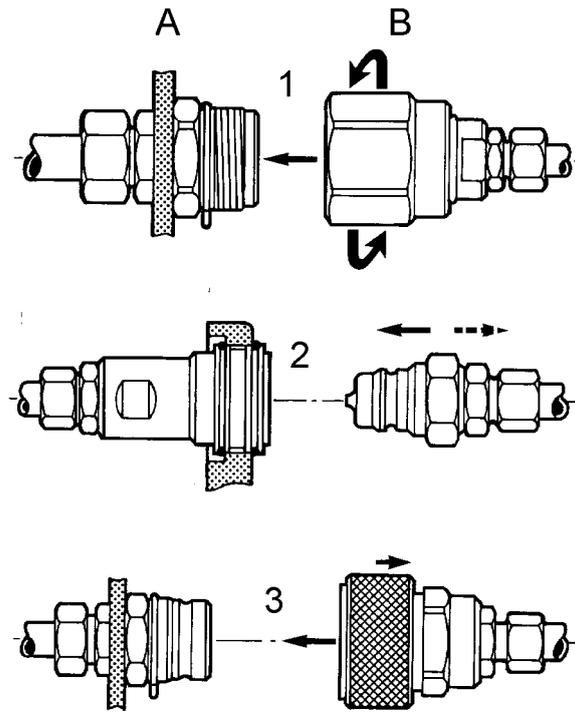
**Figura 22-** Programação da taxa máxima de escorregamento em função da taxa média  
 Fonte: BP (1989)

Assim, em função do valor médio do escorregamento o operador introduz um valor máximo, superior aquele em 4 - 5%, por forma a poder ultrapassar as variações de tração que se verificam em trabalho contínuo; quando o valor máximo é demasiado alto, escorregamento superior a 25%, o condutor deve diminuir a profundidade de trabalho.

Para além das aplicações referidas a eletrónica, ao nível do sistema de levantamento, pode ser utilizada para limitar a altura máxima de elevação das alfaias, evitando-se assim ângulos exagerados nos veios de transmissão, bloquear o sistema na posição máxima de elevação, na indicação da posição da alfaia, etc..

## 6- Ligações hidráulicas trator - equipamento

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



**Figura 23-** Principais 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

Fonte: CEMAGREF (1991)

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

O circuito de óleo do trator tem intercalado um distribuidor de simples ou 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 adaptação da bomba hidráulica do trator ao equipamento existe no circuito um regulador de débito.

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.

## **Bibliografia**

- Achart, J.; Murat, H.; Paillou, G.; Moulinard, R. (1970). Tracteurs et machines agricoles. Périgueux. Pierre Fanlac Éditeurs.
- Barger, E.; Liljedahl, J.; Carleton, W.; McKibben, E. (1963). Tractors and their power units. New York. John Willey & Sons. Inc.
- B.P.(1989). Contrôles électroniques sur les machines à travail de précision. La documentation agricole **153**: 1-24
- B.P.(1991). Perfectionnements récents des tracteurs. La documentation agricole **156**: 1-24
- Briosa, F. (1984). Glossário ilustrado de mecanização agrícola. Sintra. Galucho.
- CEMAGREF- Livre du maître. (1986). Tracteurs et machines agricoles. Antony. CEMAGREF.
- CEMAGREF (1991). Les tracteurs agricoles. Dicova. CEMAGREF.
- Deterre, D. 1983. Contrôle électronique des relevages du BIMA. TMA **804**: 22-23
- Deterre, D. 1992. Rélevage électronique Zetor. Economie et simplicité. TMA **925**: 20-21
- Kepner, R.; Bainer, R.; Barger, E. (1978). Principles of farm machinery. Westport, Connecticut. AVI publishing company, Inc.
- Montalescot, J. 1992. Liaisons électriques et électroniques tracteurs - outils. Cultivar **314**: 68