

**SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO DOS MOTORES DE COMBUSTÃO
INTERNA
1993**

ÍNDICE

1- Introdução	3
2- Sistemas de refrigeração	3
2.1- Sistemas de refrigeração indireta por água	3
2.2- Sistema de refrigeração por ar.....	7
2.3- Refrigeração por óleo.....	9
Bibliografia	10

1- Introdução

A presença de um sistema de refrigeração é fundamental nos motores de combustão interna pois a queima do combustível nos cilindros liberta grande quantidade de calor o que conduziria à deformação e "gripagem" dos órgãos do motor; o rendimento máximo dos motores de ciclo Diesel é de $\pm 35\%$ o que significa que $\pm 65\%$ da energia é dissipada nos gases de escape e pelo sistema de refrigeração.

2 - Sistemas de refrigeração

Relativamente aos diferentes tipos de sistemas de refrigeração estes são divididos conforme o fluido transportador de calor em:

- por água;
- por ar;
- por óleo.

2.1- Sistemas de refrigeração indireta por água

Nos motores refrigerados por água o bloco motor e a cabeça do motor apresentam cavidades, por onde circula a água, que estão ligadas a um radiador, por onde se perde a maior parte do calor; esta perda é acelerada pela corrente de ar promovida pelo ventilador e pela bomba de água que aumenta a velocidade de deslocamento desta (**refrigeração por circulação forçada**); o deslocamento da água provocado apenas pela diferença de temperatura não é suficiente.

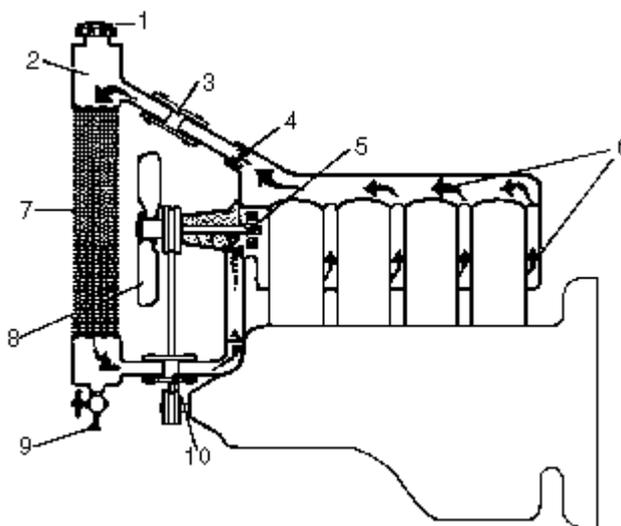


Figura 1- Representação de um circuito de refrigeração por água de um motor de quatro cilindros.

1- Tampão 2- Radiador 3- Ligação de borracha 4- Termóstato 5- Bomba de água 6- Circulação de água 7- Palhetas 8- Ventilador 9- Torneira 10- Ligação de borracha

Fonte: CNEEMA (1976)

Nestes sistemas as camisas húmidas dos cilindros têm um efeito insonorizante sendo a água utilizada para aquecimento da cabine.

Relativamente ao radiador, que funciona assim como um permutador de calor onde a água quente é arrefecida pelo ar, apresenta um grande número de pequenos canais por onde aquela passa. Este elemento apresenta dois depósitos, um superior e outro inferior, entrando no primeiro a água proveniente do motor, saindo do segundo a água para o motor; estes depósitos estão ligados por pequenos tubos, que podem ser planos, ter palhetas ou em forma de ninho de abelhas, que são atravessados pelo ar.

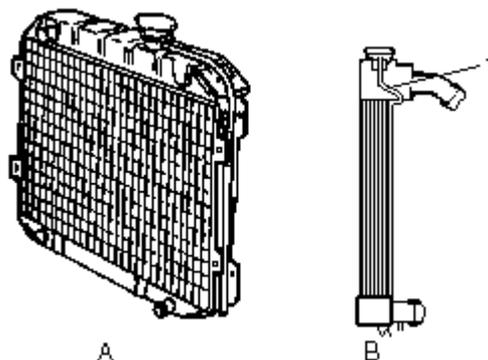


Figura 2- Esquema de um radiador
 A- Vista geral de um radiador B- Corte transversal de um radiador
 1- Tubo de descarga
 Fonte: Estevez (1976)

Como se pode observar na figura 2 o radiador para além do tampão de enchimento, tem uma torneira colocada no fundo do depósito inferior, para vazamento do líquido, e um tubo de descarga para que a água em excesso saia e se mantenha a comunicação com a atmosfera; nos circuitos selados este tubo está ligado ao vaso de expansão. O tampão de enchimento apresenta uma válvula que impede a comunicação do interior do radiador com o tubo de descarga, fazendo com que exista uma certa pressão no interior do radiador o que permite uma elevação da temperatura de ebulição, diminuindo as perdas das soluções anticongelantes.

O ventilador, cuja função é forçar a passagem de ar pelo radiador, encontra-se geralmente montado na extremidade anterior do mesmo veio da bomba de água, que tem também um tambor de gornes (polea trapezoidal) que é acionado por uma outra correia montada na extremidade anterior da cambota, através de uma correia trapezoidal, que aciona também o alternador. Nos automóveis mais recentes o acionamento da ventoinha é feita electricamente a partir de determinada temperatura no circuito de refrigeração.

Em relação às bombas de água, que são geralmente do tipo centrífugo, são constituídas por um tambor com palhetas, que roda dentro de um corpo (cárter), entrando a água pelo centro sendo projectada, pela força centrífuga, para a periferia por onde sai para a conduta que a leva ao motor.

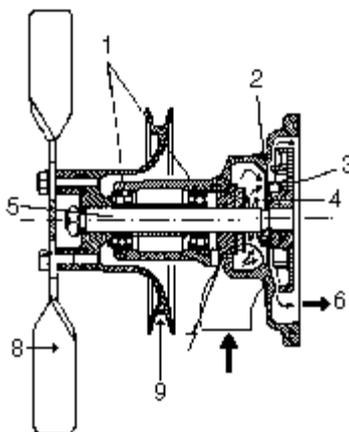


Figura 3- Representação da bomba de água.

1- Rolamentos 2- Corpo da bomba 3- Turbina 4- Mola 5- Eixo 6- Saída da água 7- Manga de apoio 8- Ventilador 9- Polea.

Fonte: CNEEMA (1976)

Para além dos elementos mencionados existe uma válvula acionada por um termóstato que a mantém fechada, quando a temperatura da água é inferior a $\pm 85^{\circ}$, abrindo-a para temperaturas superiores; quando a válvula se encontra aberta a água passa para o radiador. O termóstato, que está colocado na conduta que liga a cabeça do motor à parte superior do radiador, permite assim que o motor atinja mais rapidamente a temperatura de funcionamento, mantendo-a depois constante. A indicação da temperatura de funcionamento é dada por um indicador de temperatura colocado no painel de instrumentos.

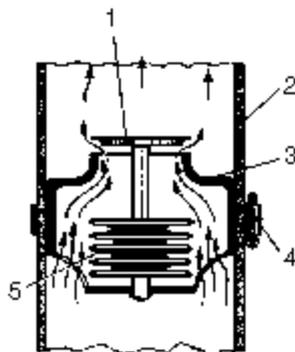


Figura 4- Representação de um termóstato fole

1- Válvula 2- Conduta 3- Corpo do termóstato 4- Colar 5- Fole

Fonte: CNEEMA (1976)

Relativamente aos principais tipos de termóstatos existem os de fole e os de cera; o primeiro consiste de uma caixa metálica, fechada, de paredes muito delgadas, em forma de fole, que contém um líquido muito volátil, que se encontra no estado líquido a baixa temperatura mas, quando a temperatura da água sobe, expande-se; na primeira situação o líquido não exerce nenhuma pressão nas paredes mas quando a temperatura sobe exerce-se uma pressão suficiente para alargar o fole. Os termóstatos de cera são pouco utilizados.

Do que foi exposto constata-se que o sistema de refrigeração está em comunicação com a atmosfera, para se evitar sobrepressões resultantes do aquecimento do líquido

refrigerante, que conduziriam a perdas, especialmente dos produtos anticongelantes, pelo que se aconselha verificar regularmente a quantidade de água e renová-la com certa frequência para repor a concentração daqueles produtos. Para evitar este problema, a aplicação de vasos de expansão (**refrigeração por circulação forçada com circuito selado**) tem-se tornado uma prática corrente, pois permite visualizar o nível do líquido refrigerador e não permite perdas por evaporação; este nível, em virtude da água se encontrar sob pressão, o que torna seguro o funcionamento do motor a $\pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$, varia em função da dilatação e contração da água, não devendo, no entanto, ser inferior à marca do nível mínimo quando o motor está frio, nem superior à marca do nível máximo, quando o motor está quente. Os vasos de expansão têm uma válvula que funciona como segurança no caso de uma sobrepressão no sistema e de reaspiração do ar para compensar a contração da água quando da sua refrigeração.

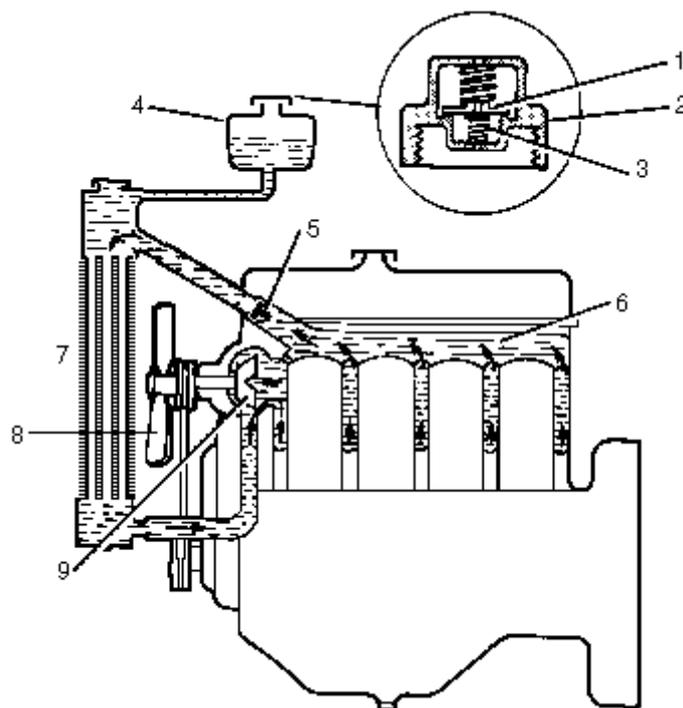


Figura 5- Esquema de um sistema de refrigeração por água com o circuito selado.

1- Válvula de sobrepressão 2- Tampão 3- Válvula de reaspiração 4- Vaso de expansão 5- Termóstato 6- Circulação de água em volta dos cilindros 7- Radiador 8- Ventilador 9- Bomba de água.

Fonte: CEMAGREF (1991)

Relativamente aos principais cuidados de manutenção dos sistemas de refrigeração indireta por água tem-se:

- radiador (vaso de expansão): verificação periódica do nível da água que no radiador se deve situar 5 cm abaixo do orifício de enchimento e no vaso de expansão nas marcas aí existentes; adição de um bom anticongelante durante o Inverno e um produto antiferrugem no Verão; limpeza periódica externa dos alvéolos do radiador com uma escova macia;

- não deixar o sistema sem líquido pois o contacto do ar com as paredes internas dos motores acelera a sua corrosão;
- bomba de água: lubrificação moderada, sob pressão, com o tipo de massa consistente recomendado pelo construtor, a não ser que se trate de uma bomba pré-lubrificada (solução mais usual nos tratores mais recentes);
- correia do ventilador (ventoinha): verificação da tensão e eventual regulação segundo instruções do construtor (alterando a posição do gerador, solução mais usual).

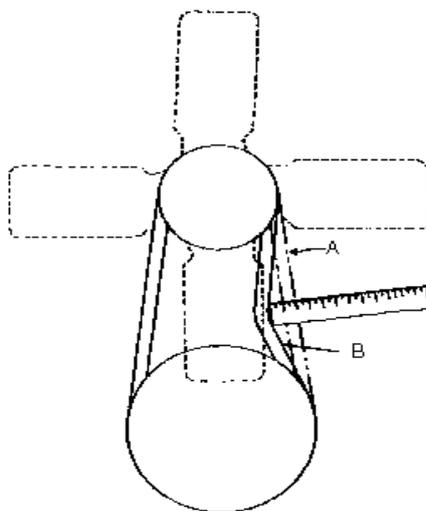


Figura 6- Regulação correcta da correia da ventoinha

A- Posição correcta B- Flexão possível pela pressão exercida à mão

Fonte: CNEEMA (1976)

A presença do ventilador, embora fundamental em todos os tipos de refrigeração tem, devido à potência mecânica necessária ao seu funcionamento, 3 a 7 % da potência motor, sofrido várias alterações, nomeadamente as que se relacionam com o seu acionamento. Assim, a utilização de embraiagens nos ventiladores e o acionamento destes apenas quando se atinge determinada temperatura, tem vindo a ser introduzidas nos sistemas de refrigeração dos tratores.

2.2- Sistema de refrigeração por ar

Os sistemas de refrigeração por ar, em virtude da sua simplicidade, são utilizados geralmente em motores monocilíndricos, embora alguns construtores os utilizem em tratores de potências mais elevadas. A simplicidade destes sistemas resultam da maior segurança no funcionamento dos motores e na diminuição dos cuidados de manutenção. Nestes sistemas a necessidade de ar é cerca de 30 % inferior à dos sistemas refrigerados a água pois a transmissão do calor para o ambiente é mais direta.

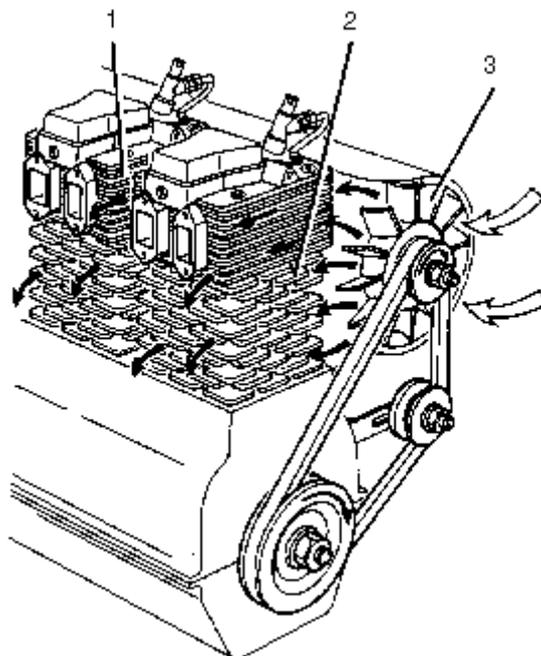


Figura 7- Sistema de refrigeração por ar
 1- Cabeça do motor 2- Cilindro 3- Ventilador
 Fonte: CEMAGREF (1991)

Este sistema consiste, fundamentalmente, em separar o bloco motor da cabeça motor e munir estes elementos de várias palhetas por forma a aumentar a área de contacto com o ar movimentado pela ventoinha; o ar é recolhido e canalizado para uma espécie de blindagem envolvente dos órgãos a refrigerar, nomeadamente a cabeça motor, bloco motor e colector de escape.

A peça principal deste sistema é o ventilador que pode ser de palhetas, produzindo uma corrente de ar paralela ao eixo de rotação (axial) ou centrífugo, em que o ar entra pelo centro e é projectado para a periferia. Em relação ao seu acionamento este pode ser obtido directamente da cambota ou utilizando uma transmissão com correias e poleas.

Comparando este sistema com o da água, embora exija menos cuidados de manutenção, não permite uma boa regulação da temperatura de funcionamento do motor e são mais ruidosos; nos motores refrigerados a ar o óleo de lubrificação aquece mais pelo que a refrigeração destes motores deve ser complementada com o circuito de refrigeração de óleo.

Relativamente aos principais cuidados de manutenção destes sistemas tem-se:

- palhetas dos cilindros: limpeza frequente com escova dura ou com gasolina utilizando um pincel limpando bem em seguida com um pano seco e absorvente;
- ventilador: limpeza das pás e lubrificação dos rolamentos segundo instruções do construtor, verificando-se a tensão da(s) correias de transmissão.

2.3- Refrigeração por óleo

A refrigeração por óleo utiliza-se geralmente para complementar a refrigeração por ar pois esta, especialmente para os motores mais potentes, não é suficiente para arrefecer o topo dos cilindros. Assim, embora o circuito de lubrificação já contribua significativamente para o arrefecimento do motor, este pode ser melhorado caso se faça circular o óleo em torno dos cilindros.

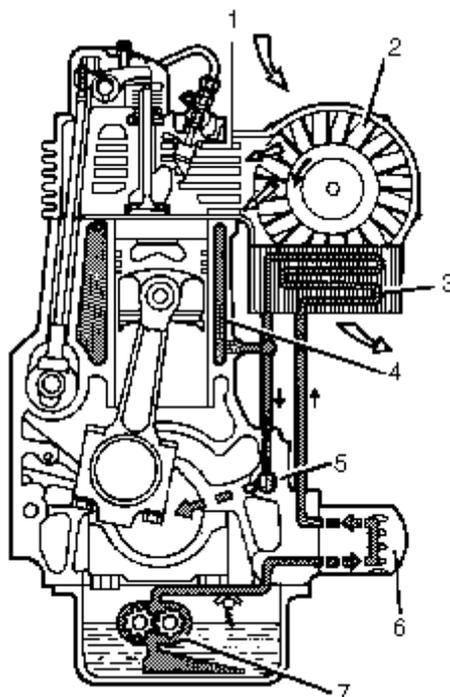


Figura 8- Representação de um motor refrigerado por ar e óleo.

1- Cabeça do motor 2- Ventilador 3- Radiador de óleo 4- Cavidades de refrigeração 5- Condutas de óleo 6- Filtro 7- Bomba de óleo.

Fonte: CEMAGREF (1991)

Em qualquer das soluções utilizadas é importante verificar a temperatura do motor, com a maior frequência possível, durante o trabalho. Uma preciosa indicação sobre esta temperatura é fornecida pelo termómetro da água ou do óleo, conforme o tipo de refrigeração. Se a temperatura subir a valores perigosos (> que 100 °C) deve parar-se imediatamente o trabalho, mantendo, no entanto, o motor a trabalhar ao "ralenti" durante alguns segundos, de modo a evitar ainda maior sobreaquecimento por inércia térmica, devendo depois parar o motor para tentar descobrir a causa do aquecimento intempestivo constatado.

Bibliografia

Briosa, F. (1984). Glossário ilustrado de mecanização agrícola. Sintra. Galucho.

CEMAGREF (1991). Les tracteurs agricoles. Technologies de l'agriculture. Antony. CEMAGREF.

CNEEMA- Livre du maitre. (1976). Tracteurs et machines agricoles. Antony. CNEEMA.

Estévez, S. (1976). Tecnologia do automóvel. Lisboa. Plátano Editora.