

**MARINHA DO BRASIL**  
**CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE GRAÇA ARANHA – CIAGA**  
**CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DE MÁQUINAS – APMA**

**JULIO CESAR ADORNO**

**CALDEIRA A ÓLEO TÉRMICO**

**RIO DE JANEIRO**  
**2014**

**JULIO CESAR ADORNO**

**CALDEIRA A ÓLEO TÉRMICO**

Monografia apresentada ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como parte dos requisitos para obtenção de Certificado de Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.

Orientadora: Elizabeth Fátima Lourenço Borges

**RIO DE JANEIRO**

**2014**

**JULIO CESAR ADORNO**

**CALDEIRA A ÓLEO TÉRMICO**

Monografia apresentada ao Curso de Aperfeiçoamento para Oficiais de Máquinas do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha como parte dos requisitos para obtenção de Certificado de Competência Regra III/2 de acordo com a Convenção STCW 78 Emendada.

Data da Aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Orientadora: Elizabeth Fátima Lourenço Borges

---

Assinatura da Orientadora

NOTA FINAL: \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradecemos a Deus por me guiar durante toda a vida, pois sem tua benção nada seria possível;

Aos meus pais, familiares e a minha namorada que sempre me ajudaram e apoiaram em toda minha vida, dando amor e carinho ou incentivando e direcionando minha caminhada, e que contribuíram para que hoje eu pudesse estar desenvolvendo o trabalho de conclusão do curso;

A todos os professores que participaram da minha vida acadêmica até hoje, por isso, sou muito grato por tudo que ensinaram e certamente será de grande valia para minha vida profissional;

Aos meus amigos e colegas que tornaram a vida acadêmica mais agradável em especial aos que estão se formando junto comigo.

Ao Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, ao Sr. Almirante e todas as pessoas envolvidas nesse centro pela oportunidade única de desenvolvimento profissional.

A memória de meu pai, Antonio Ferreira Adorno, a minha mãe Sonia Maria Chiarato Adorno, meu irmão Antonio Ferreira Adorno pelo amor, apoio e ajuda em prol de minha formação, a toda família Mezzacappa por todo carinho e incentivo, em especial a minha namorada Maíra. A minha orientadora Elizabeth, e aos professores do CIAGA pelos ensinamentos e incentivo. Aos meus amigos e ao Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.

## RESUMO

As caldeiras de óleo térmico funcionam em um sistema fechado, onde o fluido térmico movido por uma bomba centrífuga circula por entre as caldeiras, onde ganha energia em forma de calor e em seguida segue para consumo. As caldeiras utilizadas a bordo são conhecidas como caldeira de recuperação, quando aproveita a energia proveniente da descarga de gases do motor principal, ou caldeira auxiliar, quando através de um queimador, gera calor proveniente da queima de um combustível para aquecer o óleo térmico que passa em suas serpentinas. Os componentes principais são: um tanque de expansão de óleo térmico; tanque de desaeração de óleo térmico; resfriador de óleo térmico; sistema de combustível; sistema de segurança; e sistema de monitoramento. Como vantagem desse tipo de sistema, podemos citar segurança, uma vez que não utilizamos vasos de pressão, maior durabilidade das redes e componentes, e maior facilidade de operação. O óleo térmico utilizado tem propriedades específicas para seu tipo de utilização, como alto ponto de fulgor e grande capacidade de transferência de calor, características essas, que são essenciais para esse tipo de sistema.

**Palavras-chave:** Caldeiras. Óleo térmico. Segurança.

## **ABSTRACT**

The Thermal Oil Heater works in a closed system, where the thermal fluid flows by centrifugal pumps through the heaters. Its temperature arises by energy changing, going then to the consumers points. The thermal oil heaters used on board of ships are named economizer, when the energy is provided by the main engine exhaust gases or, auxiliary boiler, when the energy is provided by fuel burning inside of the boiler combustion chamber. The main components of these type of systems are: thermal oil expansion tank; thermal oil deaerating tank; dump cooler; fuel system; thermal oil circulating system, safety system; and monitoring system. The principal advantages of this kind of system are: improvement in safety because it doesn't use high pressure tanks; pipes, valves and steel components durability are much bigger than a steam boilers system; and easily to operate. The thermal fluid has specific properties for utilization in this type of system, like very high flash point and great heating transfer capacity. These properties are essential for a good and safety operation.

**Key words:** Heater. Thermal oil. Safety.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Corpo	11
Figura 2 -	Serpentinas	11
Figura 3 -	Corpo do queimador	12
Figura 4 -	Bomba principal de combustível	13
Figura 5 -	Fotocélula	13
Figura 6 -	Bico injetor	14
Figura 7 -	Eletrodo	15
Figura 8 -	Válvula solenóide	15
Figura 9 -	Bomba de circulação de Óleo Térmico	16
Figura 10 -	Dump cooler	16
Figura 11 -	Bomba de recalque de óleo combustível	17
Figura 12 -	Painel elétrico	18
Figura 13 -	Placa de orifício	18
Figura 14 -	Diagrama do sistema de óleo térmico	23
Figura 15 -	Características do fluido térmico	24
Figura 16 -	Válvula manual de fechamento rápido	26
Figura 17 -	Válvula de segurança	26
Figura 18 -	Bóia de nível	27
Figura 19 -	Bóia de vazamento	27
Figura 20 -	Parada de emergência	28



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>COMPONENTES DO SISTEMA</b>	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>Corpo</b>	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>Serpentinas</b>	<b>11</b>
<b>2.3</b>	<b>Corpo</b>	<b>12</b>
<b>2.4</b>	<b>Motor elétrico</b>	<b>12</b>
<b>2.5</b>	<b>Bomba principal de combustível</b>	<b>12</b>
<b>2.6</b>	<b>Fotocélula</b>	<b>13</b>
<b>2.7</b>	<b>Aquecedor de óleo combustível</b>	<b>13</b>
<b>2.8</b>	<b>Tanque de mistura</b>	<b>13</b>
<b>2.9</b>	<b>Soprador</b>	<b>14</b>
<b>2.10</b>	<b>Bico injetor</b>	<b>14</b>
<b>2.11</b>	<b>Eletrodo</b>	<b>14</b>
<b>2.12</b>	<b>Válvulas solenóides</b>	<b>15</b>
<b>2.13</b>	<b>Bomba de circulação de óleo térmico</b>	<b>15</b>
<b>2.14</b>	<b><i>Dump cooler</i></b>	<b>16</b>
<b>2.15</b>	<b>Tanque de expansão</b>	<b>17</b>
<b>2.16</b>	<b>Bomba de recalque de óleo combustível</b>	<b>17</b>
<b>2.17</b>	<b>Painel elétrico</b>	<b>17</b>
<b>2.18</b>	<b>Controlador de temperatura</b>	<b>18</b>
<b>2.19</b>	<b>Placa de orifício</b>	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>FUNCIONAMENTO DO SISTEMA</b>	<b>20</b>
<b>4</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO TÉRMICO</b>	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA</b>	<b>25</b>
<b>5.1</b>	<b>Placa de orifício</b>	<b>25</b>
<b>5.2</b>	<b>Válvula de corte rápido de combustível</b>	<b>25</b>
<b>5.3</b>	<b>Válvula de segurança de óleo térmico</b>	<b>26</b>
<b>5.4</b>	<b>Boias de nível do tanque de expansão</b>	<b>26</b>
<b>5.5</b>	<b>Boias de vazamento das caldeiras</b>	<b>27</b>
<b>5.6</b>	<b>Fotocélula de presença de chamas</b>	<b>27</b>
<b>5.7</b>	<b>Switch de abertura do queimador</b>	<b>28</b>
<b>5.8</b>	<b>Paradas de emergência</b>	<b>28</b>
<b>5.9</b>	<b>Sistema supervisório</b>	<b>28</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>29</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>30</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As caldeiras mais antigas e conhecidas são as caldeiras a vapor, ou seja, são vasos de pressão onde a água é aquecida normalmente pela queima de um combustível como óleo ou gás, mas também existem caldeiras aquecidas eletricamente, e até com energia solar ou nuclear. A água ganha temperatura e evapora. O vapor pode chegar a temperaturas na casa de 500°C e pressões na ordem de até 250kgf/cm<sup>2</sup>. Toda essa energia térmica é utilizada para fins diversos como movimentar turbinas, aquecer fluidos, fazer limpeza de tanques e peças, entre outros.

O sistema de aquecimento de fluido térmico, conhecido também como caldeira de óleo térmico é um sistema fechado que gera energia térmica mediante o aquecimento de um fluido térmico dentro de um aquecedor. Este por sua vez é chamado a bordo de navios de Caldeira Auxiliar ou Caldeira de Recuperação. Na caldeira Auxiliar a energia utilizada para aquecer o fluido térmico é obtida pela energia liberada pela queima de um combustível, isto é, a caldeira consome combustível diretamente. Na Caldeira de Recuperação a energia que aquece o fluido térmico é aproveitada dos gases de descarga advindos da queima do sistema de propulsão do navio, normalmente motores de combustão interna de grande porte.

Esta energia térmica é transferida ao processo pelo fluido térmico através de outros trocadores de calor, instalados em pontos de consumo diversos na planta do navio.

No Brasil, o fluido térmico mais utilizado a bordo de navios é o óleo térmico (mineral ou sintético). E os combustíveis mais utilizados para geração de calor são: HFO (Heavy Fuel Oil) e o MDO (Marine Diesel Oil), porém sabe-se que em terra nas fábricas que utilizam esse tipo de sistema de aquecimento são utilizados combustíveis diversos.

Com relação a caldeiras a vapor esses equipamentos têm duas diferenças fundamentais:

- a) Não há mudança de fase, ou seja, em operação normal e correta, o óleo térmico jamais vai ferver dentro do aquecedor.
- b) Operam à pressão atmosférica. Isso significa que não há vasos de pressão em aquecedores de fluido térmico.

## 2 COMPONENTES DO SISTEMA

### 2.1 Corpo

O corpo é um cilindro de aço soldado, que serve de invólucro para o sistema de troca térmica. O corpo tem ligado a si os suportes, e tem externamente uma camada de isolamento térmico, protegida por uma chapa fina galvanizada.

Figura 1 - Corpo



Fonte: [www.aalborg-industries.com](http://www.aalborg-industries.com)

### 2.2 Serpentinhas

É um sistema de tubos, em duas camadas (primário e secundário), por onde circula o óleo térmico a ser aquecido. O processo de aquecimento se dá pela chama e gases quentes que atingem as serpentinhas pelo lado de fora, aquecendo o óleo em seu interior.

Figura 2 - Serpentinhas



Fonte: [www.aalborg-industries.com](http://www.aalborg-industries.com)

### 2.3 Corpo do queimador

O corpo do queimador é o bloco que sustenta todos os componentes vitais ao queimador.

Figura 3 – Corpo do queimador



Fonte: [www.aalborg-industries.com](http://www.aalborg-industries.com)

### 2.4 Motor elétrico

Motor de eixo passante, com acoplamento elástico, que aciona simultaneamente a bomba principal de combustível e o soprador da caldeira.

### 2.5 Bomba principal de combustível

Essa bomba é acoplada ao motor elétrico e sua função é elevar a pressão do óleo combustível, permitindo assim sua pulverização. Essa bomba recebe combustível a valorem entre 3 e 4bar de pressão da bomba de recalque, e eleva essa pressão para valores entre 25 a 30bar.

Figura 4 – Bomba principal de combustível



Fonte: Internet

## 2.6 Fotocélula

Sensor fotossensível utilizado como instrumento de segurança para atestar a presença de chamas no interior da caldeira.

Figura 5 - Fotocélula



Fonte: Internet

## 2.7 Aquecedor de óleo combustível

Aquecedor elétrico regulador de viscosidade utilizado somente na operação com óleo pesado (HFO 380).

## 2.8 Tanque de mistura

Pequeno tanque localizado próximo à caldeira que mantém um determinado volume de óleo sob pressão, para evitar variações na linha de entrada de combustível, além de no caso de falha na bomba, manter a pressão constante por certo tempo até a bomba reserva entrar em funcionamento. Este tanque possui manômetro, termômetro,

pressostato de alarme de pressão de óleo, válvula de segurança, e válvula de fechamento rápido com switch de alarme.

## 2.9 Soprador

Ventoinha instalada na carcaça do queimador, responsável por manter uma determinada vazão de ar no interior da caldeira para uma boa equalização do fogo.

Sua força motriz vem do motor elétrico instalado na carcaça do queimador. Possui alhetas na sua admissão de ar que abrem e fecham controladas eletronicamente. Essas alhetas são responsáveis por controlar a vazão de ar uma vez que a rotação do motor elétrico é constante.

## 2.10 Bico injetor

Responsável por fazer a pulverização do combustível e dessa forma facilitar a sua queima. O bico injetor pode ser único ou pode ser utilizado em conjunto com outro, e dessa maneira, são chamados de bico de primeiro e segundo estágio.

Figura 6 – Bico injetor



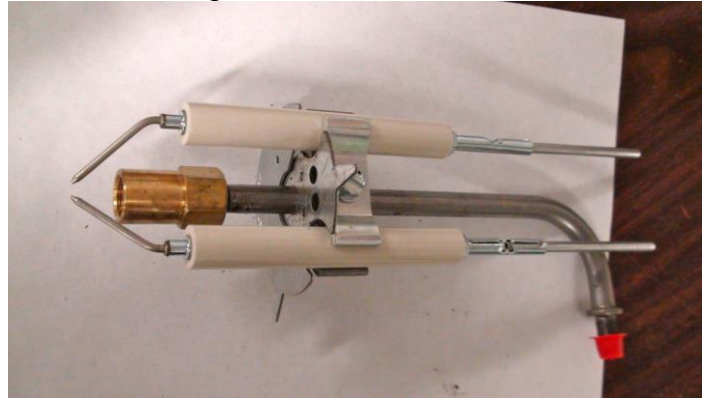
Fonte: Internet

## 2.11 Eletrodo

Responsável por gerar a centelha necessária para queimar o combustível pulverizado pelo bico injetor. Precisam ser utilizados em pares, pois a diferença de potencial gerada por um transformador, faz

com que a corrente elétrica passe de um eletrodo para o outro gerando assim a centelha. Esses eletrodos são geralmente de platina com parte revestida de cerâmica.

Figura 7 - Eletrodo



Fonte: Internet

## 2.12 Válvulas solenóides

São responsáveis liberar a passagem de combustível para o bico injetor ou fazer a recirculação para o tubo de mistura.

Figura 8 – Válvula solenóide



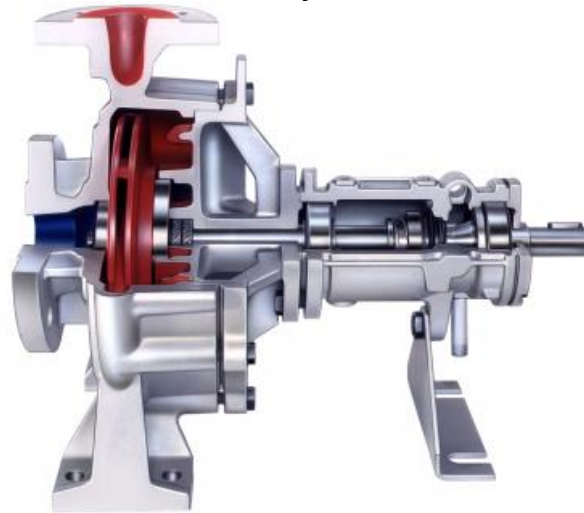
Fonte: Internet

## 2.13 Bomba de circulação de óleo térmico

Bomba centrífuga de simples estágio acoplada a um motor elétrico. utilizada para circular o óleo térmico por todo o sistema e devido a sua importância é sempre utilizada em redundância, pois sem circulação, o sistema é automaticamente desligado por segurança.



Figura 9 – Bomba de circulação de Óleo Térmico



Fonte: Internet

### **2.14 Dump cooler**

Também conhecido como resfriador de óleo térmico, é utilizado em todos os sistemas que utilizam economizador (caldeira de recuperação). Uma vez que a temperatura de descarga de gases de queima de motores de grande porte é em média de 330°C, e a temperatura de set point do óleo térmico por volta de 200°C, surge então a necessidade da utilização de um resfriador.

Para que a temperatura do óleo térmico não supere valor desejado, o controle de fluxo de óleo térmico que irá para o resfriador é feito por uma válvula elétrica de 3 vias, controlada pelo CLP do sistema.

Figura 10 – Dump cooler



Fonte: [www.aalborg-industries.com](http://www.aalborg-industries.com)

## 2.15 Tanque de expansão

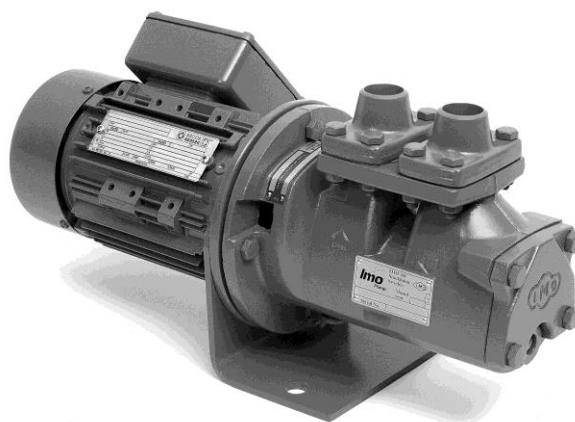
Tanque que fica sempre mais alto do que as caldeiras para manter uma coluna de pressão constante na aspiração das bomba de óleo térmico.

Além disso, possui outras funções tais como: fazer a desaeração do sistema; reservatório que completa o sistema contra pequenos vazamentos. Absorve as mudanças de volume do fluido térmico em função da variação da temperatura.

## 2.16 Bomba de recalque de óleo combustível

Bomba normalmente de fuso ou engrenagem utilizada para levar o combustível do sistema principal do navio para o sistema de óleo combustível da caldeira.

Figura 11 – Bomba de recalque de óleo combustível



Fonte: <http://www.imo-pump.com/>

## 2.17 Painel elétrico

Painel com todas as indicações de alarme, indicações de funcionamento das bombas, queimador, aquecedor, controladores, e as chaves liga/desliga, manual/stand-by dos equipamentos. Em seu interior estão os componentes elétricos e eletrônicos, régua de borne, contadoras, disjuntores, controladores, retificadores, entre outros.

Figura 12 – Painel elétrico



Fonte: Arquivo pessoal

### 2.18 Controlador de temperatura

Situado no painel elétrico, indica o valor atual de temperatura do óleo térmico que vai para o consumo e permite a alteração do set point. Pode ser definido como uma interface, entre o operador e o Controlador Lógico Programável.

### 2.19 Placa de orifício

Elemento primário de instrumentação responsável por gerar diferença de pressão entre dois pontos na rede, para que desse modo seja possível o conversor interpretar esses valores e converter em vazão.

Figura 13 – Placa de orifício



Fonte: Internet

A vazão no sistema é fator de segurança, uma vez que se o fluido não circular, a sua temperatura no interior da caldeira pode ficar muito elevado.

### 3 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

O sistema funciona por uma malha de controle fechada, ou seja, há um Controlador Lógico Programável (CLP) monitorando e atuando no sistema em tempo real para manter a variável controlada (temperatura do óleo térmico) no set point.

O óleo térmico através da bomba de circulação segue uma sequencia lógica contínua descrita a seguir: A bomba eleva a pressão do óleo a aproximadamente 6,0 Bar. Percorre a rede e passa primeiramente pela caldeira de recuperação. Se a temperatura do óleo ultrapassar C, o óleo é desviado para um resfriador regulador de temperatura. Mas se o óleo não atingir o set point, o óleo segue para a caldeira auxiliar, e essa por sua vez acende ou não de acordo com a temperatura do óleo na saída da caldeira de recuperação.

Com o navio em regime de viagem e o motor principal produzindo calor através dos seus gases de descarga, o controlador mantém a caldeira auxiliar apagada, sendo o óleo térmico aquecido unicamente pela caldeira de recuperação.

Os gases provenientes do motor principal no regime de viagem se projetam na caldeira de recuperação com temperatura média de 330°C, e isso é calor mais do que suficiente para manter os 200°C de temperatura de trabalho do fluido térmico.

A grande diferença de temperatura entre o set point (200°C) e a temperatura média dos gases de descarga (330°C) faz jus a necessidade de termos no sistema um resfriador de óleo térmico antes de o óleo seguir para o consumo. Importante frisar a importância da válvula 3 vias que faz o controle da quantidade de óleo térmico que será desviado para o resfriador antes de direcioná-lo para o consumo.

Se o motor principal está parado, os gases oriundos da combustão irão cessar. Sem essa fonte de calor a temperatura do óleo térmico irá baixar, e nesse caso, o CLP acende a caldeira auxiliar quando a

temperatura atinge 180°C ou outro valor ajustado, e apaga quando a temperatura chega em 200°C.

Operando com a Caldeira Auxiliar, temos duas bombas de recalque de óleo combustível que recebem óleo pesado e/ou óleo diesel do sistema principal do navio. Essas bombas são normalmente de fuso ou engrenagem e trabalham na faixa de 3 a 4 bar de pressão na sua descarga. Na aspiração de cada uma das bombas há um ralo fino e é importante mencionar que o óleo combustível oriundo do sistema principal do navio já passou por sistema de filtragem e purificação centrífuga.

O óleo combustível vindo de uma das bombas de recalque de combustível vai passar por um fluxometro<sup>1</sup>, por uma válvula de fechamento rápido<sup>2</sup> e em seguida vai para um tanque de mistura. Esse tanque é bem pequeno, e serve para as seguintes funções: Manter a pressão constante na rede por alguns instantes no caso de falha na bomba de recalque; Serve de tanque de recirculação e retorno para o combustível que não é utilizado na queima; Ponto de instrumentação de pressão, temperatura e válvula de segurança; Ponto de retirada de amostra.

Havendo falha na bomba de recalque, a bomba reserva em posição stand-by, assume a função da bomba avariada.

O óleo combustível sob pressão passa pelo tanque de mistura e entra no aquecedor de óleo combustível. Esse por sua vez, só será utilizado no caso de operação com óleo pesado<sup>3</sup>, uma vez que o controle de viscosidade para esse tipo de óleo é crucial para uma boa condição de queima.

Em seguida o óleo combustível passa por outro ralo e vai para a bomba principal, que eleva a pressão para valores que variam de 25 a

---

<sup>1</sup> Instrumento registrador de fluxo.

<sup>2</sup> Válvula de fechamento rápido.

<sup>3</sup> HFO 380

30bar. Essa bomba é acoplada a um motor elétrico que da rotação a bomba e ao soprador da caldeira.

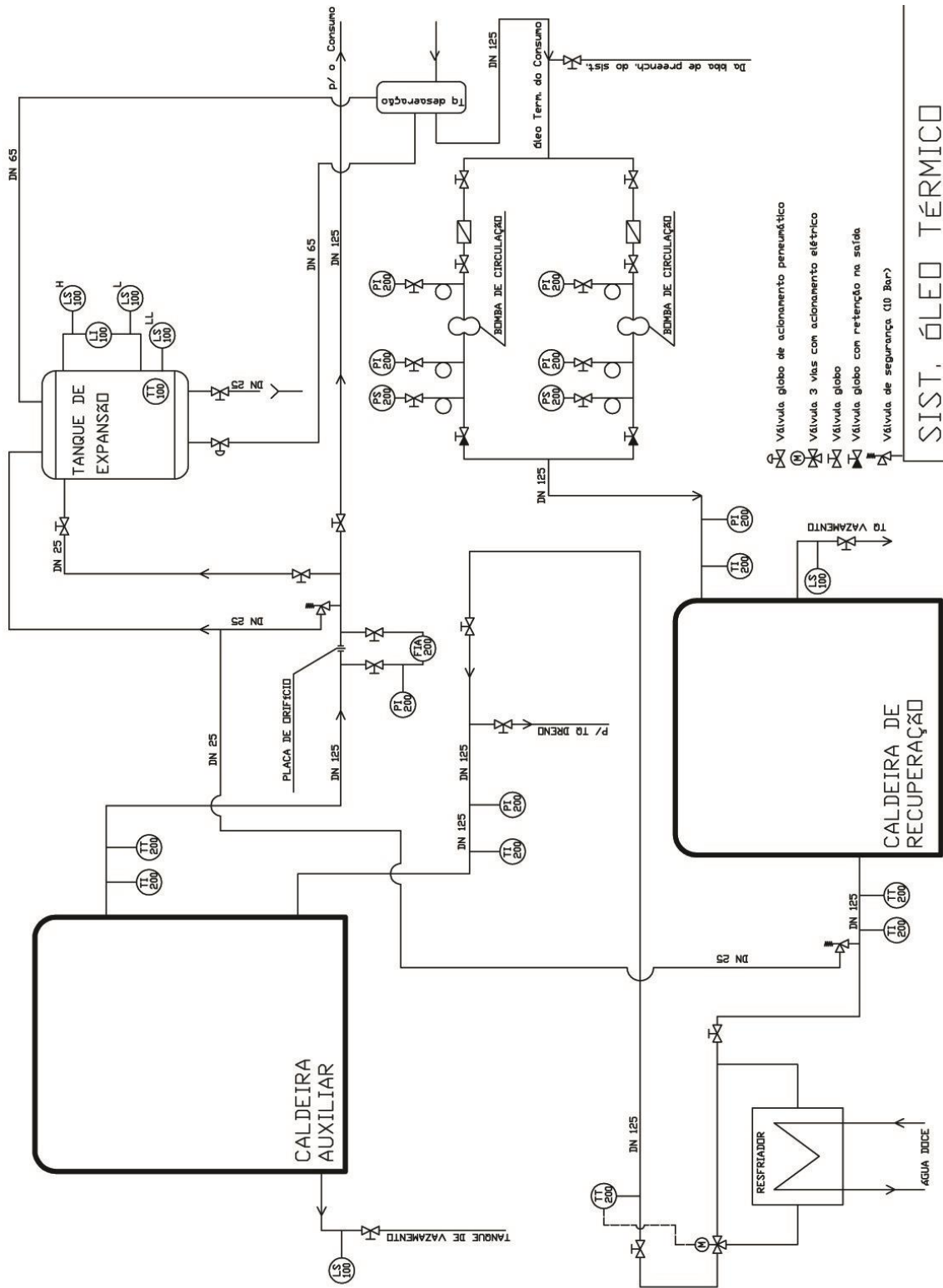
Em seguida o controlador atua nas válvulas solenoides existente que controlam o fluxo de combustível, que pode ser direcionado para o bico injetor ou para a rede de retorno, de acordo com a programação e set point desejado.

O processo de queima se dá da seguinte maneira: O soprador tem rotação fixa, deste modo, o fluxo de ar é controlado por alhetas situadas na aspiração de ar do soprador. Essas alhetas abrem e/ou fecham de modo a manter a combustão mais equilibrada possível, e são controladas eletricamente pelo Controlador Lógico Programável (CLP); Com a ventilação ideal, o CLP atua nas válvulas solenoides para liberar o combustível para os bicos injetores, que vão pulverizar o combustível no interior da caldeira; no tempo exato envia também sinal elétrico para um par de eletrodos responsáveis pela centelha necessária para concluir o processo de combustão.

O calor produzido pela combustão aquece as serpentinas, geralmente feitas de ligas de cobre, onde o óleo térmico está circulando e é onde há a troca de calor.

Todo o óleo térmico aquecido será utilizado para diversos fins tais como: Aquecimento de óleos combustíveis; aquecimento de água para banho e cozinha; ar condicionado; purificadores; aquecimento de tanques, entre outros.

Figura 14 – Diagrama do sistema de óleo térmico



Fonte: Arquivo Pessoal



## 4 CARACTERÍSTICAS DO FLUIDO TÉRMICO

São óleos minerais naftênicos destinados a sistemas fechados de transferência de calor por aquecimento indireto, que operem em temperaturas de até 320°C. Foi inicialmente introduzido para operar em regiões de clima frio onde havia necessidade de parar o sistema com frequência devido a sua boa fluidez em baixas temperaturas, mas hoje é visto em navios e plantas de todo o mundo, em regiões com temperaturas diversas.

Os benefícios de sua utilização são diversos: possui elevada estabilidade térmica e baixa resistência a oxidação, podendo suportar temperaturas de até 320°C com um mínimo de decomposição e, conseqüente aumento da sua vida útil. Entretanto, para isso, torna-se necessária a existência de um sistema eficiente de circulação, tanque de expansão bem dimensionado e atmosfera inerte; baixa pressão de vapor; excelentes características de viscosidade/temperatura; elevado coeficiente de transferência de calor; elevada proteção dos elementos metálicos do sistema tais como serpentinas, redes, válvulas e instrumentos de medição e controle.

O controle de amostragem deve ser feito periodicamente para acompanhar e certificar as características físicas do óleo em relação aos valores iniciais. As principais características verificadas são: viscosidade, ponto de fulgor, acidez, e presença de água.

Figura 15 – Características do fluido térmico

<b>Características Típicas</b>	
Densidade a 20/4 °C – ASTM D-1298	0,903
Viscosidade Cinemática a 40 °C, cSt – ASTM D-445	122,9
Viscosidade Cinemática a 100 °C, cSt – ASTM D-445	10,7
Índice de Viscosidade – ASTM D-2270	57
Ponto de Fulgor COC, °C – ASTM D-92	230
Ponto de Fulgor PM, °C – ASTM D-93	219
Ponto de Fluidez, °C – ASTM D-97	- 24
TAN, mg KOH /g – ASTM D-664	0,02

Revisão 06/07

fonte: [www.shell.com.br](http://www.shell.com.br)

## **5 DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA**

### **5.1 Placa de orifício**

A placa de orifício nesse sistema situa-se na saída de óleo térmico da caldeira de recuperação, e é utilizado para verificar a passagem de um fluxo mínimo de segurança na rede. A importância dessa verificação se dá, devido ao limite de temperatura estipulado pelo fabricante para garantir a operação segura do óleo. Em outras palavras, quando o óleo térmico não circula no interior da caldeira de recuperação, e o motor principal continua a produzir calor, a tendência do óleo é elevar sua temperatura para níveis inseguros podendo causar sérios acidentes.

Finalmente, quando o sistema percebe que o fluxo de óleo térmico não está de acordo com o programado, o CLP para imediatamente o motor principal evitando superaquecimento no interior da caldeira. Desse modo, só será possível colocar o motor principal em funcionamento se a recirculação de óleo for reestabelecida ou se o chefe de máquinas autorizar o *by pass* da proteção em casos extremos.

### **5.2 Válvula de corte rápido de combustível**

Válvula de esfera na admissão de combustível do tanque de mistura de óleo combustível. Utilizada em caso de emergência para isolar o combustível para a caldeira. Possui um switch elétrico de final de curso, sendo assim, se por acaso a válvula for fechada a caldeira recebe comando de parada e o alarme será acionado.

Figura 16 – Válvula manual de fechamento rápido



Fonte: Internet

### 5.3 Válvula de segurança de óleo térmico

Válvula que permanece normalmente fechada e se abre em caso de sobre pressão na rede de óleo térmico. Normalmente há uma na saída da caldeira de recuperação e outra na saída da caldeira auxiliar. A pressão de abertura é em torno de 10Bar de pressão.

Figura 17 – Válvula de segurança



Fonte: Internet

### 5.4 Boias de nível do tanque de expansão

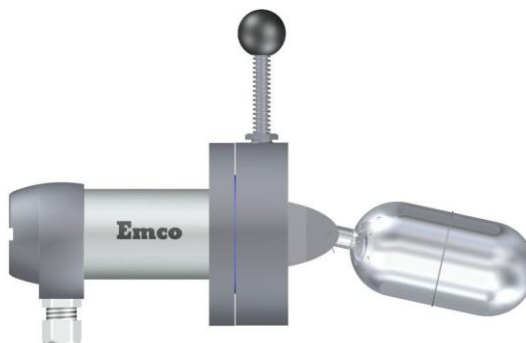
O tanque de expansão possui três boias de nível, sendo uma de nível alto, uma de nível baixo e a ultima de nível muito baixo. As boias de nível alto e baixo atuam no sistema de alarme avisando sobre problema existente e atua no motor principal com a função Slow Down<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Menor rotação possível do motor

A boia de nível muito baixo atua no sistema de alarme e na função Shut Down <sup>5</sup>do motor principal.

Figura 18 – Bóia de nível

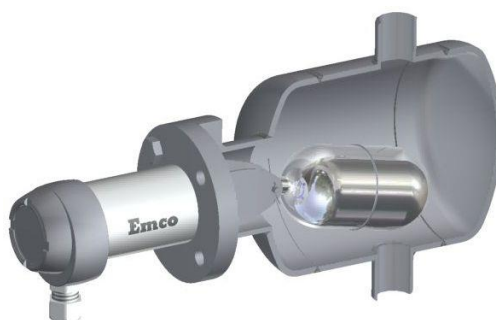


Fonte: emcocontrols.com

### 5.5 Boias de vazamento das caldeiras

Boia de nível situado na rede de dreno das caldeiras, para verificar existência de vazamento de óleo térmico ou óleo combustível. O alarme de ambas as boias atua no sistema de alarme e também na função Slow Down do motor.

Figura 19 – Bóia de vazamento



Fonte: emcocontrols.com

### 5.6 Fotocélula de presença de chamas

Sensor fotossensível existente em quase todos os tipos de caldeiras. Talvez o mais importante, pois no caso de a caldeira apagar por qualquer motivo, o sensor aciona o sistema de alarme e corta o

---

<sup>5</sup> Parada de emergência

fluxo de combustível para o interior da caldeira, evitando possíveis acidentes.

### **5.7 Switch de abertura do queimador**

Switch de final de curso situado na carcaça do grupo queimador para segurança em caso de abertura para inspeção, manutenção e limpeza das partes internas do queimador. Sua função é acionar o sistema de alarme e desligar o processo de queima.

### **5.8 Paradas de emergência**

As paradas de emergência são muito comuns a bordo de navios com caldeiras de qualquer tipo e sua função é desligar todo o sistema gerador de calor. Normalmente há paradas de emergência no local, no centro de controle de máquinas e também no passadiço.

Figura 20 - Parada de emergência



Fonte: Internet

### **5.9 Sistema supervisório**

O sistema supervisório é um software que recebe as informações vindas do campo e disponibiliza visualmente para o operador. Ele mostra variável como temperaturas e pressões, além de condição de operação das bombas e óleo térmico e combustível. Todos os alarmes são concentrados nesse software, que permite rápida visualização dos problemas otimizando assim a operação com segurança

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho conclui seu objetivo, pois apresenta de maneira simples, quais são os componentes de um sistema de óleo térmico com fotos e descrição. Apresentou como se desenvolve o funcionamento do sistema e qual a função dos componentes de operação e dispositivos de segurança através de descrição e diagrama. Mostra também as características do fluido térmico utilizado nesse tipo de caldeira e algumas vantagens em relação ao sistema mais comum de caldeira a vapor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EUROBOILERS; GARION NAVAL. **Thermal oil heaters**. Disponível em: <[www.garionival.com](http://www.garionival.com)>. Acesso em: 10 fev. 2014.

FULTON THERMAL OIL CORPORATION. **Thermal fluid heaters**. Disponível em: <[www.fulton.com](http://www.fulton.com)>. Acesso em: 15 fev. 2014.

AALBORG INDUSTRIES. **Thermal fluid systems**. Disponível em: <[www.aalborg-industries.com](http://www.aalborg-industries.com)>. Acesso em: 10 mar 2014.

TETRALON. **Bombas centrífugas SIHI**. Disponível em: <[www.tetralon.com.br](http://www.tetralon.com.br)>. Acesso em: 15 mar. 2014.

EMCONTROLS. **Float level switch construction**. Disponível em: <<http://www.emcocontrols.com/343/level-switch-construction>>. Acesso em: 20 de abr. 2014.

SANTOS, Gilson Manoel. **Aquecedores de fluido térmico: operação, manutenção e segurança**. Curitiba: 2011. Disponível em: <<http://www.imap.curitiba.pr.gov.br>>. Acesso em: 27 abr. 2014.

SHELL. **Shell Thermia E**. Disponível em: <[www.shell.com.br](http://www.shell.com.br)>. Acesso em: 10 mar. 2014