



Seminário “Lubrificação – O Estado da Arte”

Ordem dos Engenheiros

Monitorização e Manutenção de Sistemas de Lubrificação em Grupos Turbina e Alternador

Lisboa, 25 de Março de 2015

Autores:

Humberto Paula

Marcos Marques

Monitorização e Manutenção de Sistemas de Lubrificação em Grupos Turbina e Alternador

- 1. Equipamentos e sistemas de lubrificação**
2. Monitorização – abordagem e práticas
3. Manutenção realizada
4. Resultados obtidos



1. Equipamentos e sistemas de lubrificação - introdução

- Os sistemas de lubrificação de veios e chumaceiras são críticos para a função de máquinas rotativas e têm as seguintes funções:
 - Criação de película entre superfícies metálicas para redução do atrito;
 - Arrefecimento do veio e chumaceira;
 - Limpeza/arrastamento de partículas;



1. Equipamentos e sistemas de lubrificação – equipamentos

- Numa Central Termoelétrica, as principais máquinas rotativas a lubrificar são:
 - Grupo Turbina e Alternador;
 - Bombas:
 - Água de Alimentação;
 - Água de Circulação;
 - Ventiladores:
 - Ar primário (VAP);
 - Ar secundário (VAS);
 - Tiragem Induzida (VTI);
 - Moinhos de Carvão;



1. Equipamentos e sistemas de lubrificação – sistemas

- Conforme a importância e complexidade das máquinas, existem os seguintes sistemas de lubrificação:
 - Chapinhagem (cárter de baixa capacidade);
 - Sistema Forçado (com bombagem);
- Refrigeração com permutadores:
 - Ar/óleo;
 - Água/óleo;

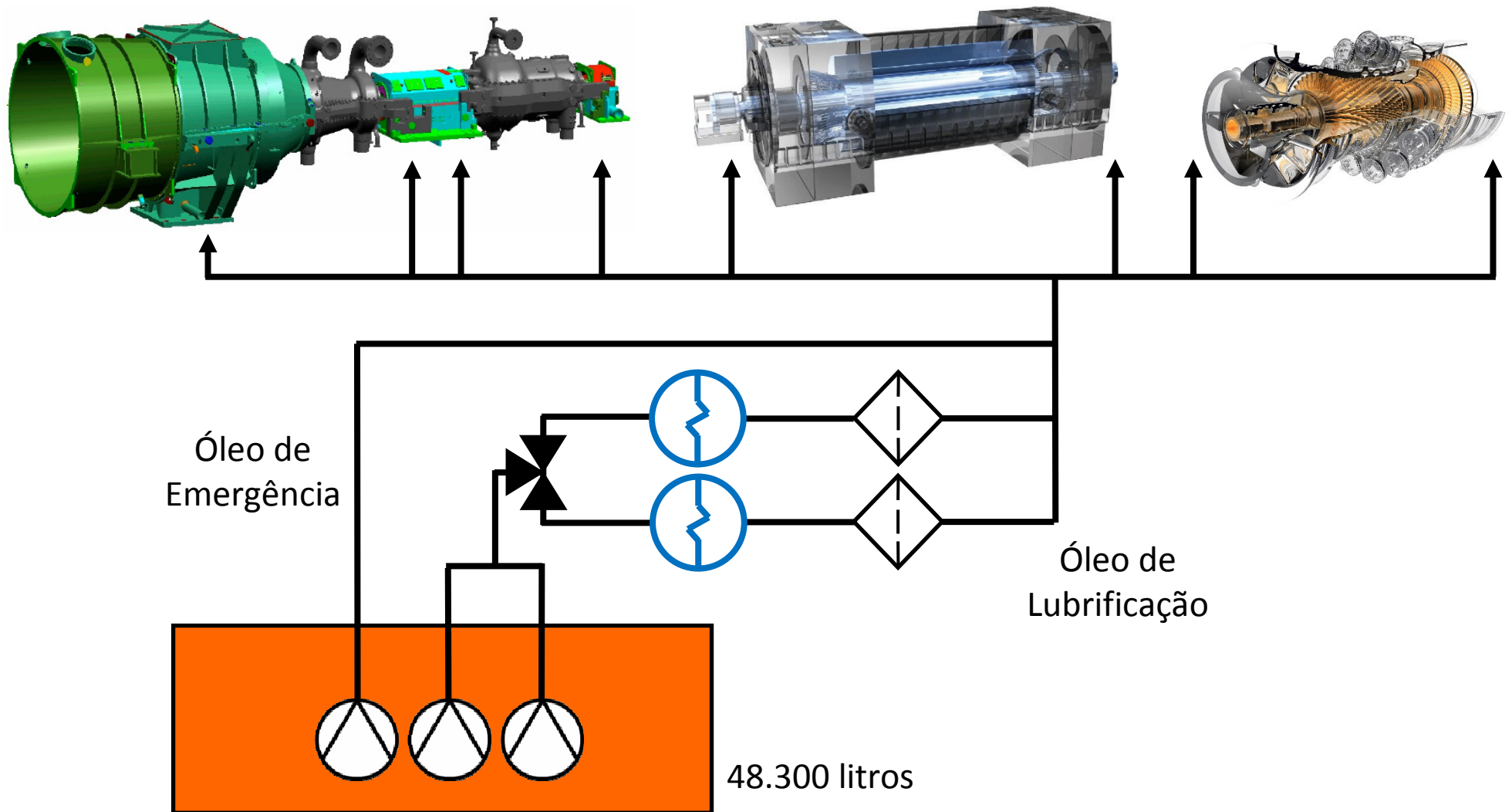


1. Equipamentos e sistemas de lubrificação – componentes do sistema forçado

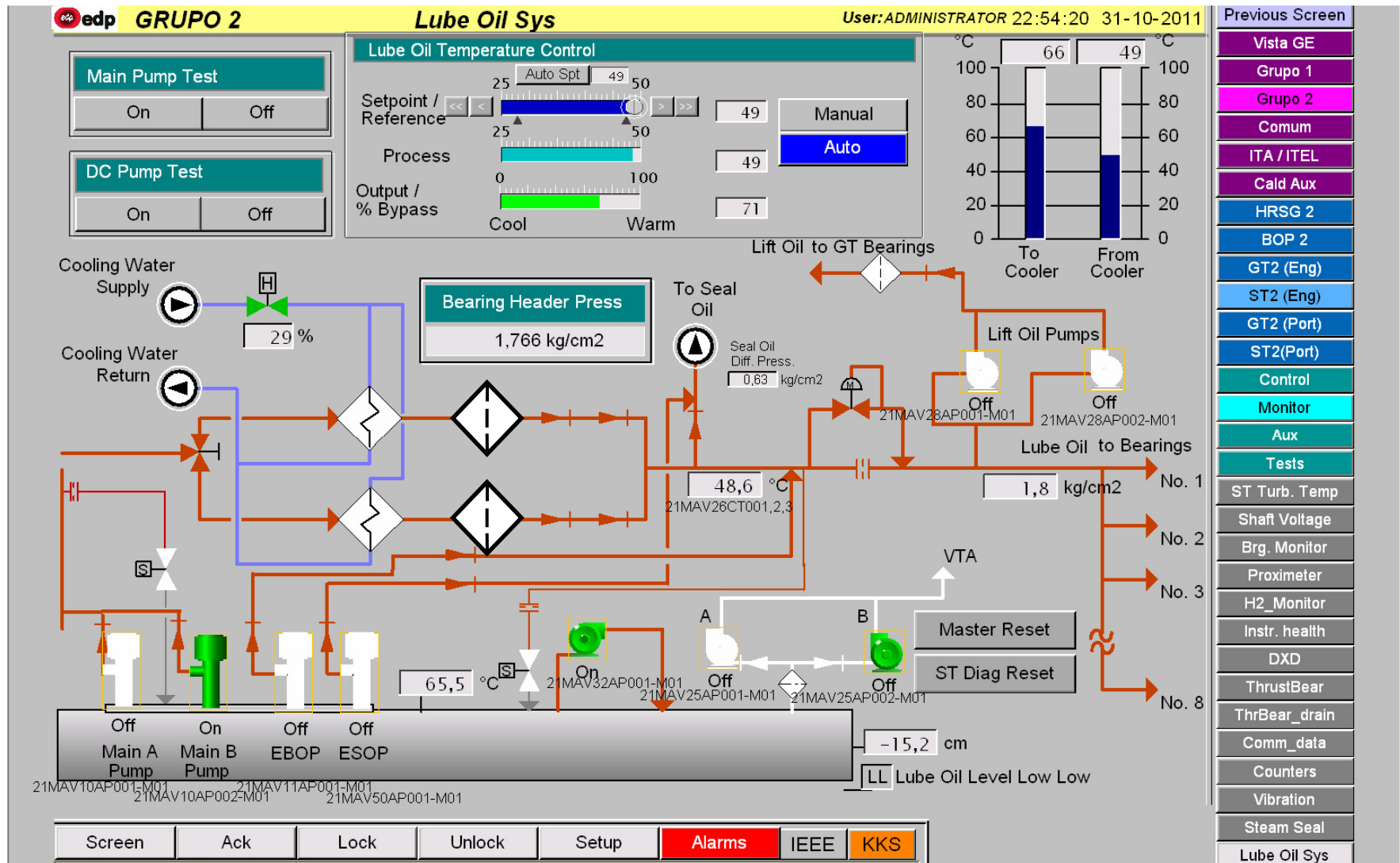
- Os principais componentes de um sistema forçado de lubrificação, num grupo turbina alternador, são:
 - Tanque de óleo;
 - Bombas de Óleo de Lubrificação:
 - Principal (parafuso);
 - Auxiliar (parafuso);
 - Emergência (centrífuga);
 - Filtros (duplo em redundância) - malha 25 μm ;
 - Refrigeradores;
 - Válvula de regulação de pressão;
 - Válvula de Regulação de Temperatura;
 - Centrifugadora – pode trabalhar em 2 funções principais:
 - Purificadora: Remoção de água;
 - Clarificadora: Remoção de partículas e sujidade;
 - Extrator de ar e incondensáveis do tanque;



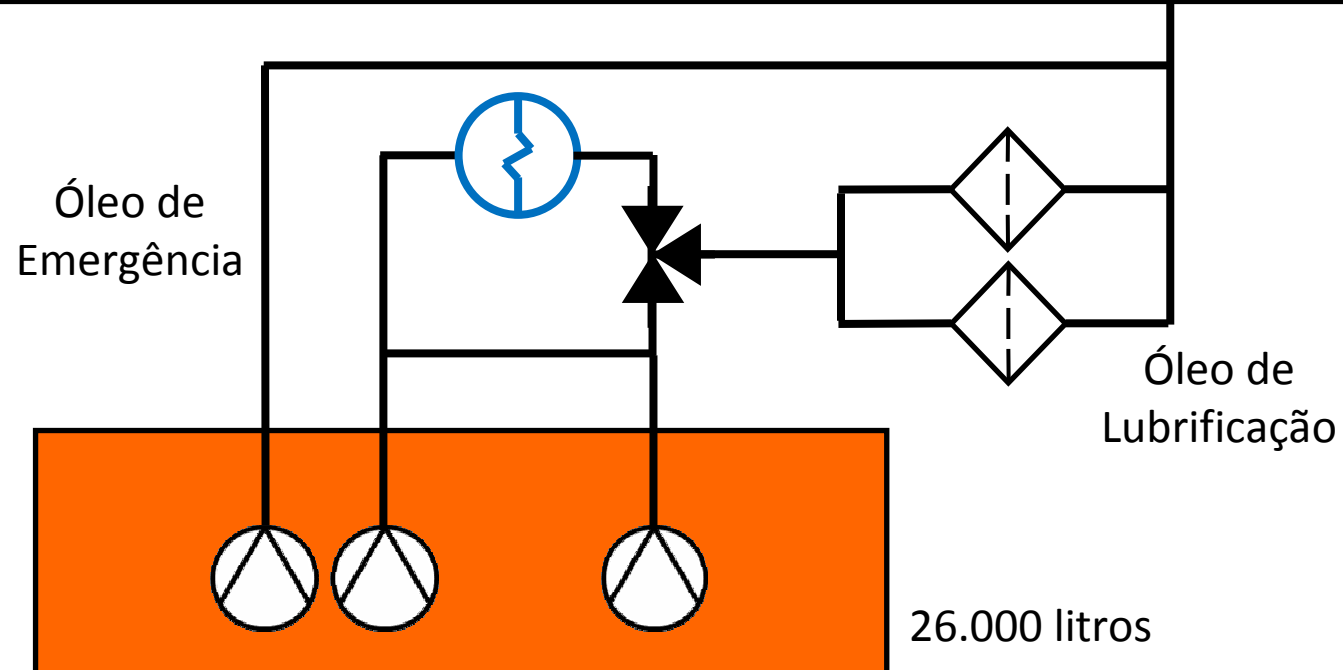
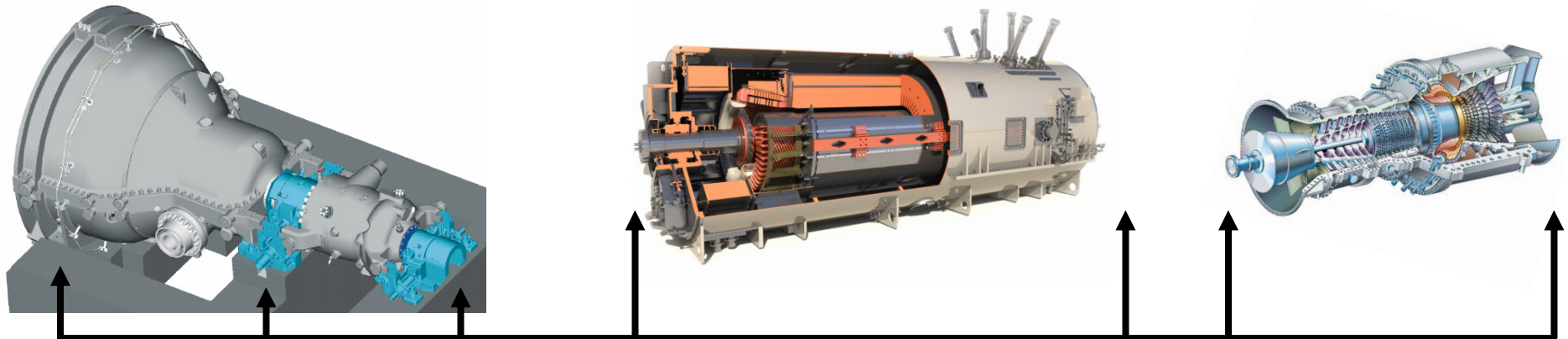
1. Equipamentos e sistemas de lubrificação – Central CCGT Lares



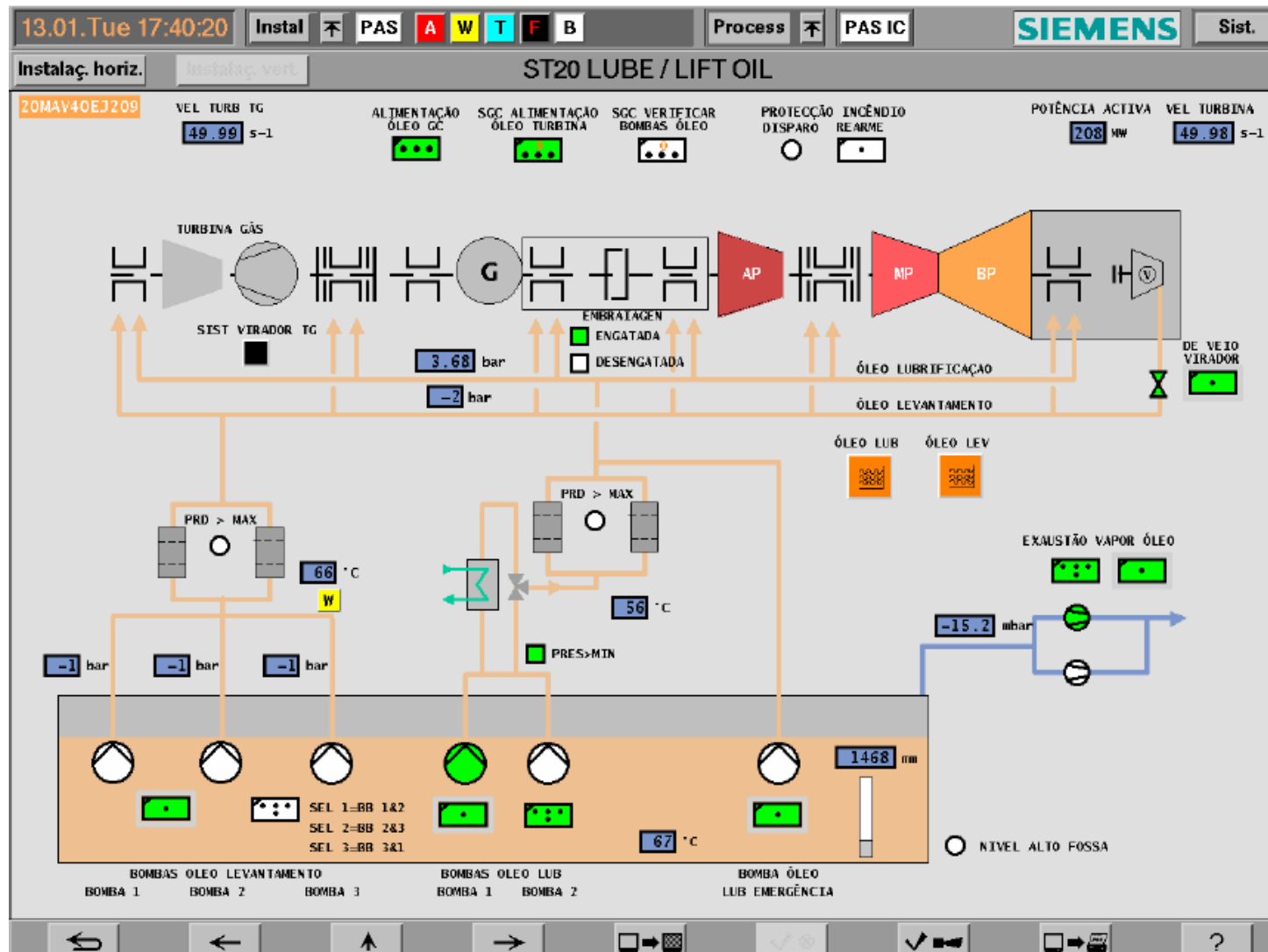
1. Equipamentos e sistemas de lubrificação – Central CCGT Lares – mímico



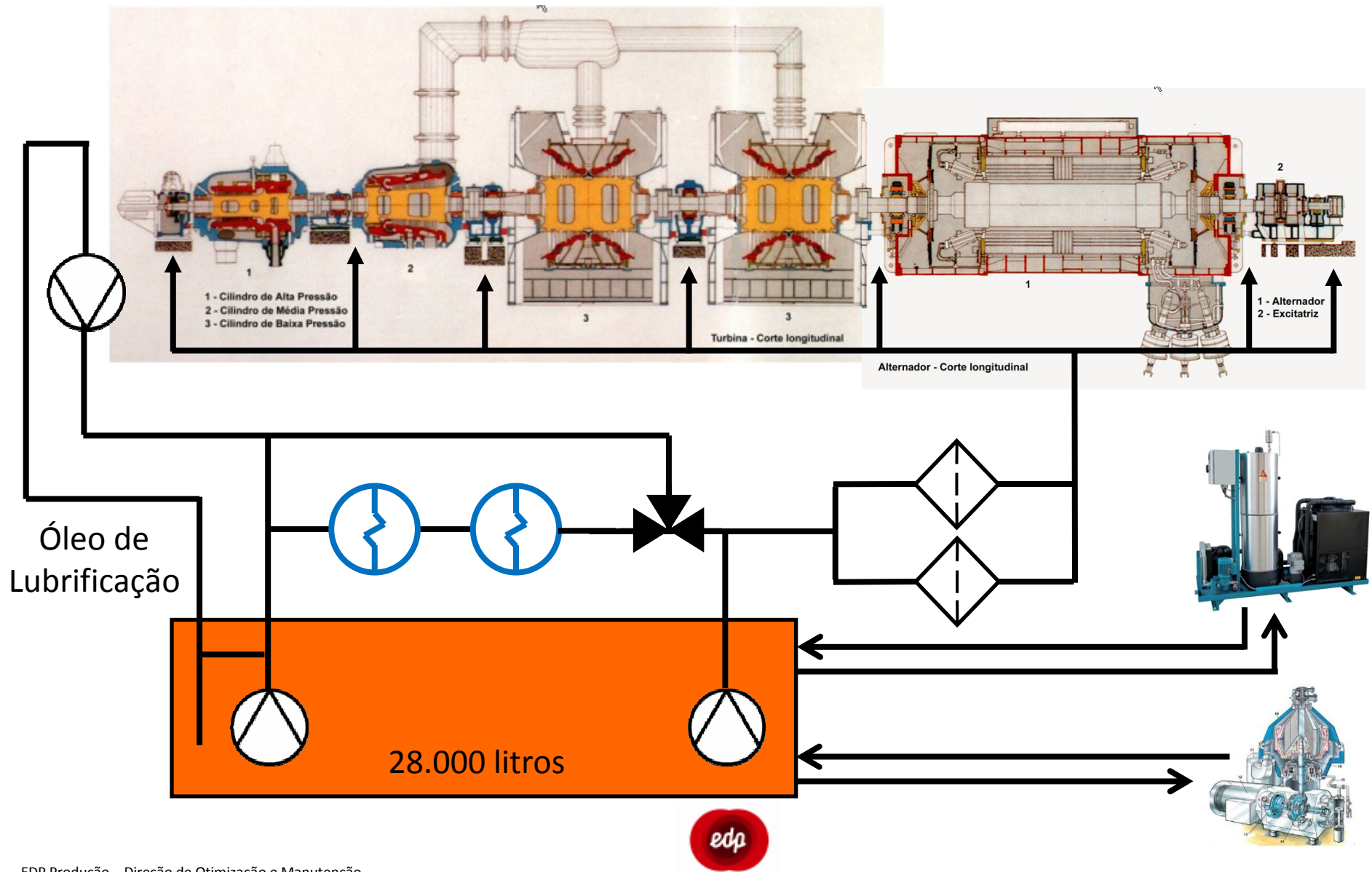
1. Equipamentos e sistemas de lubrificação – Central CCGT Ribatejo



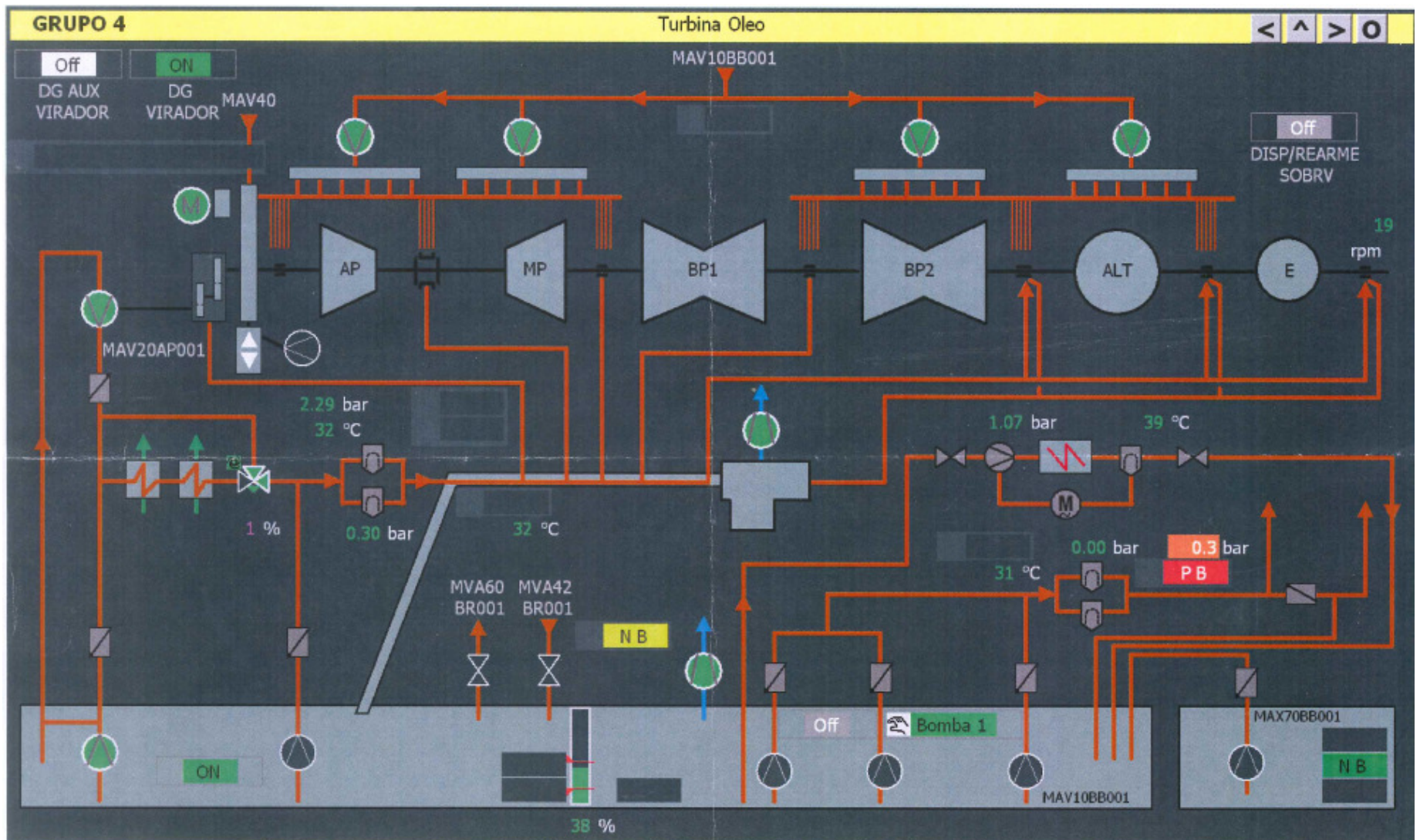
1. Equipamentos e sistemas de lubrificação – Central CCGT Ribatejo – mímico



1. Equipamentos e sistemas de lubrificação – Central Convencional Sines



1. Equipamentos e sistemas de lubrificação – Central Sines – mímico



1. Equipamentos e sistemas de lubrificação – tipos de óleo

- Os principais tipos de óleo utilizados nas centrais térmicas são os seguintes:

- Turbinas e Alternador:

- Ribatejo (Siemens) – ISO VG 46;
- Lares (GE) - ISO VG 32;
- Sines (BBC) – ISO VG 46;

- Bombas de Água de Alimentação:

- Ribatejo – ISO VG 32;
- Lares - ISO VG 32;
- Sines:
 - Turbobomba (BBC/KSB e Ingersoll) – ISO VG 46;
 - Bombas elétricas (KSB e Ingersoll) – ISO VG 32;

- Bombas de Água de Circulação:

- Ribatejo – ISO VG 46;
- Lares - ISO VG 68;
- Sines (VEVEY):
 - ISO VG 68 (chumaceira guia)
 - ISO VG 77 (reductor);

- Ventiladores (Sines):

- Ar primário (VAP) - ISO VG 46;
- Ar secundário (VAS) - ISO VG 46;
- Tiragem Induzida (VTI) - ISO VG 46;



Monitorização e Manutenção de Sistemas de Lubrificação em Grupos Turbina e Alternador

1. Equipamentos e sistemas de lubrificação
- 2. Monitorização – abordagem e práticas**
3. Manutenção realizada
4. Resultados obtidos



2. Monitorização – abordagem e práticas

- Nas Centrais Termoelétricas da EDPP, a monitorização utilizada é:
 - 1, 4, 6 e 12 meses (consoante o equipamento) – recolha de amostras e análises aos óleos:
 - análise físico-química: avalia a condição do óleo;
 - análise de partículas: avalia a degradação dos equipamentos;
 - Medições de Δp (perda de carga) nos filtros;
 - Temperatura do óleo;



2. Monitorização – abordagem e práticas

- Análise físico-química (valores limite):
 - Contagem de Partículas (ISO 4406/99): - /17/14 (Siemens); 19/17/14 (BBC)
 - Viscosidade cinemática a 40°C (cst): limite: +/- 10% em relação ao óleo novo
 - Acidez (mgr KOH/gr): alarme: > 0,2; máximo: 0,3;
 - Teste Colorimetria da Membrana:
Bom<15; 15<Monitorizar<30; 30<Anormal<40; Crítico>40
 - Teor de Água (ppm); alarme: > 0,1 % = 1.000 ppm; máximo: 0,2% = 2.000ppm
 - (...)



2. Monitorização – abordagem e práticas

- Análise de partículas:
 - Espectrofotometria por Plasma (ICP) :
Analisa partículas < 5 µm
 - Quantificador de partículas PQ :
Quantifica partículas metálicas
 - Quantificador de partículas PQF :
Quantifica partículas > 5 µm
 - Ferrografia Analítica :
Analisa e identifica a proveniência dos vários tipos de partículas, tipo e nível de desgaste;

- Exemplo:

Espectrometria (ppm)	Resultado
Alumínio (Al)	<1
Crómio (Cr)	<1
Cobre (Cu)	<1
Ferro (Fe)	1
Niquel (Ni)	<1
Chumbo (Pb)	1
Silício (Si)	<1
Estanho (Sn)	<1
Sódio (Na)	6
Calcium (Ca)	<1
Barium (Ba)	<1
Magnesium (Mg)	<1
Phosphorous (P)	11
Zinc (Zn)	1
Sulphur (S)	248



2. Monitorização – abordagem e práticas

- Para a amostra ser representativa da qualidade do óleo no tanque, são necessários alguns cuidados na sua recolha:
 - Máquina em funcionamento nas condições normais de serviço (pressões e temperaturas) para completa homogeneização do óleo;
 - Evitar a contaminação da amostra:
 - limpar as superfícies adjacentes ao local da recolha;
 - utilizar frascos novos, limpos e secos;
 - Recolher a amostra sempre no mesmo local em cada equipamento;
 - Antes da recolha, a linha de amostragem deverá ser sempre devidamente purgada;



Monitorização e Manutenção de Sistemas de Lubrificação em Grupos Turbina e Alternador

1. Equipamentos e sistemas de lubrificação
2. Monitorização – abordagem e práticas
- 3. Manutenção realizada**
4. Resultados obtidos

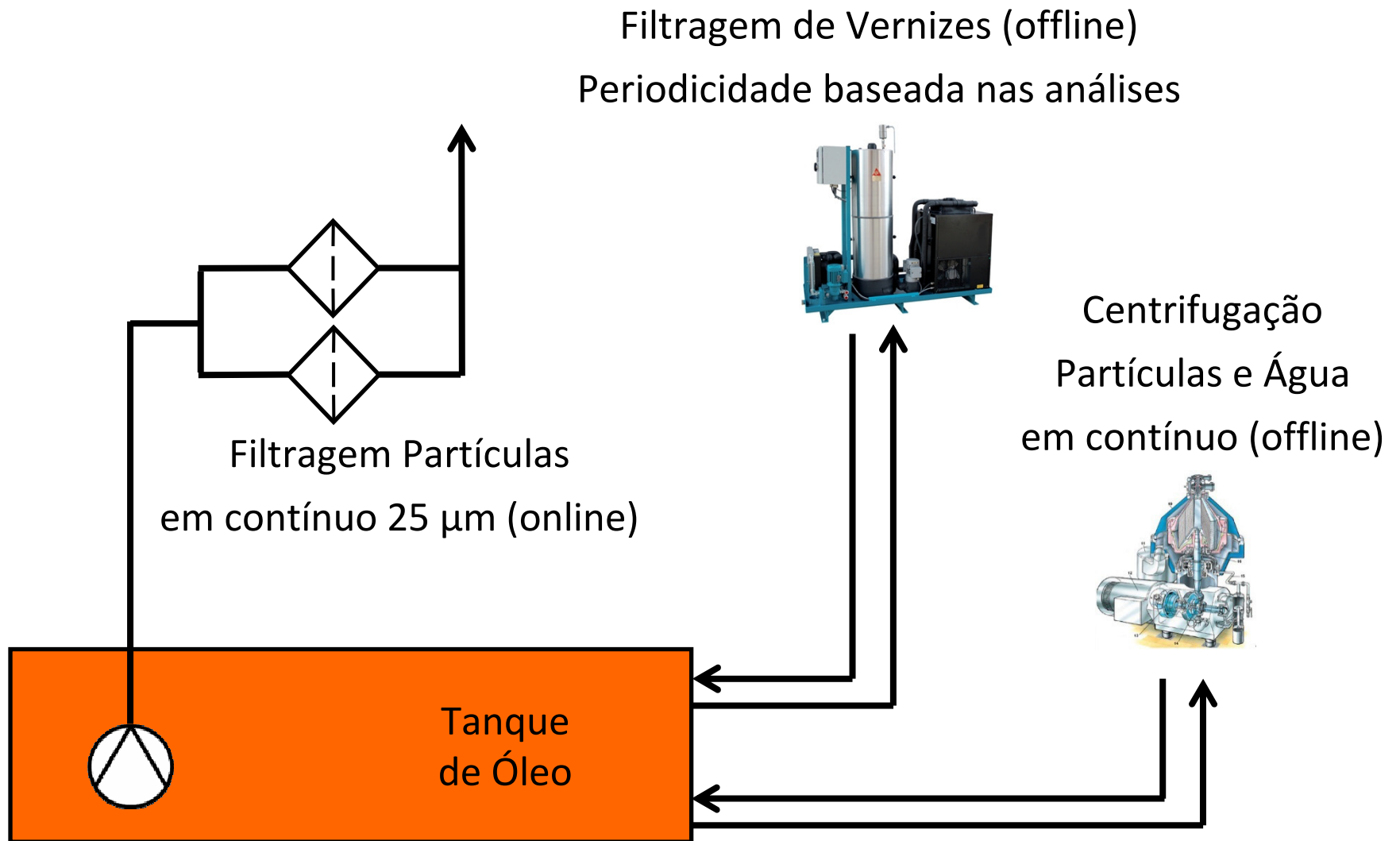


3. Manutenção realizada

- Nas Centrais Termoelétricas da EDPP, a manutenção realizada é a seguinte:
 - Manutenção Preventiva Sistemática:
 - Em contínuo: – Filtragem online (malha 25 μm);
– Centrifugação off-line;
 - 12 meses – turbinas - refrescamento entre 5 e 10% da capacidade;
 - 4 anos – filtragem de partículas (3 e 2,5 μm) e limpeza do tanque de óleo.
 - Manutenção Preventiva Condicionada:
 - Remoção de vernizes off-line – com base nos resultados das análises;
 - Refrescamento - com base nos resultados das análises;
 - Limpeza dos filtros com base nas medições de Δp (perda de carga);
 - Manutenção Corretiva:
 - Refrescamento ou substituição total;

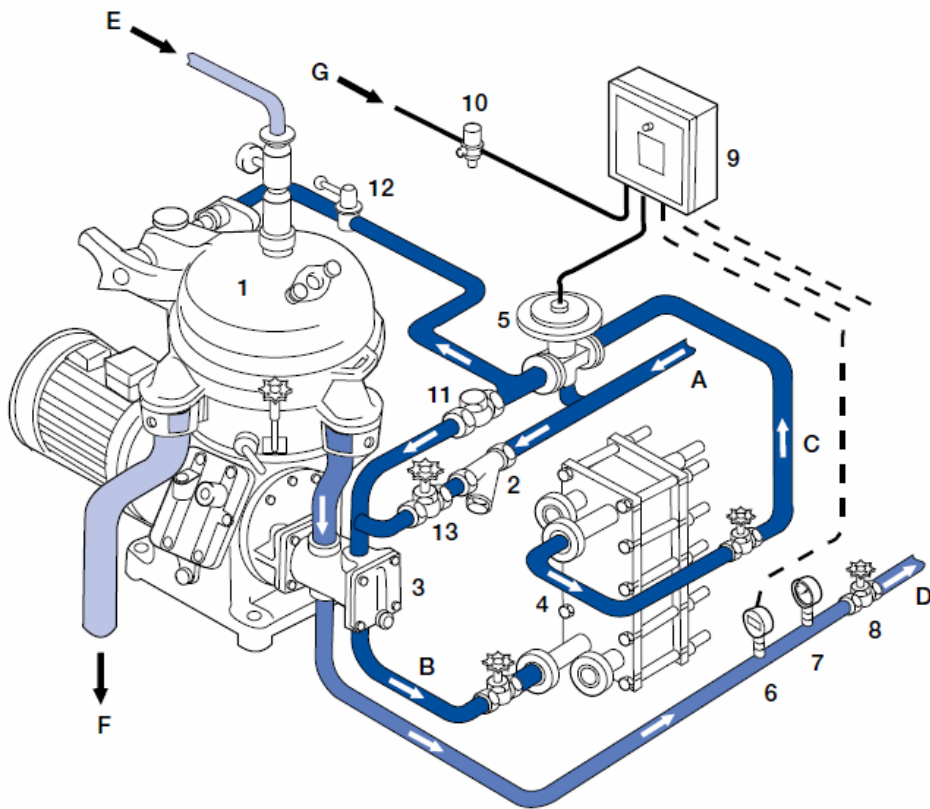


3. Manutenção Realizada – Em contínuo e com base nos resultados

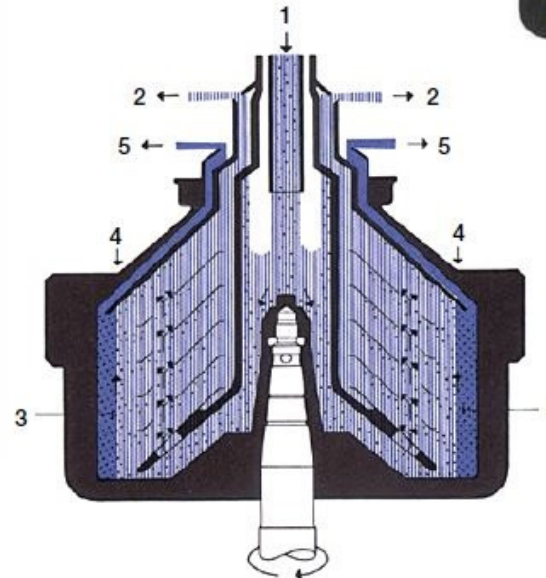
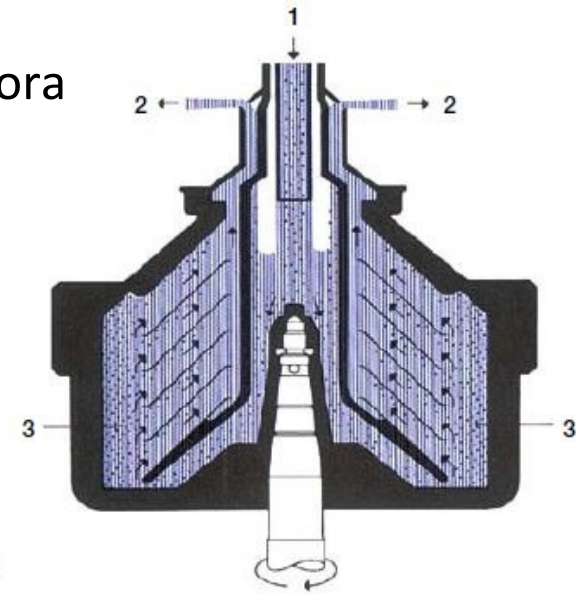


3. Manutenção Realizada – centrifugação em contínuo

- Sistema de Centrifugação



- Clarificadora
:
Partículas

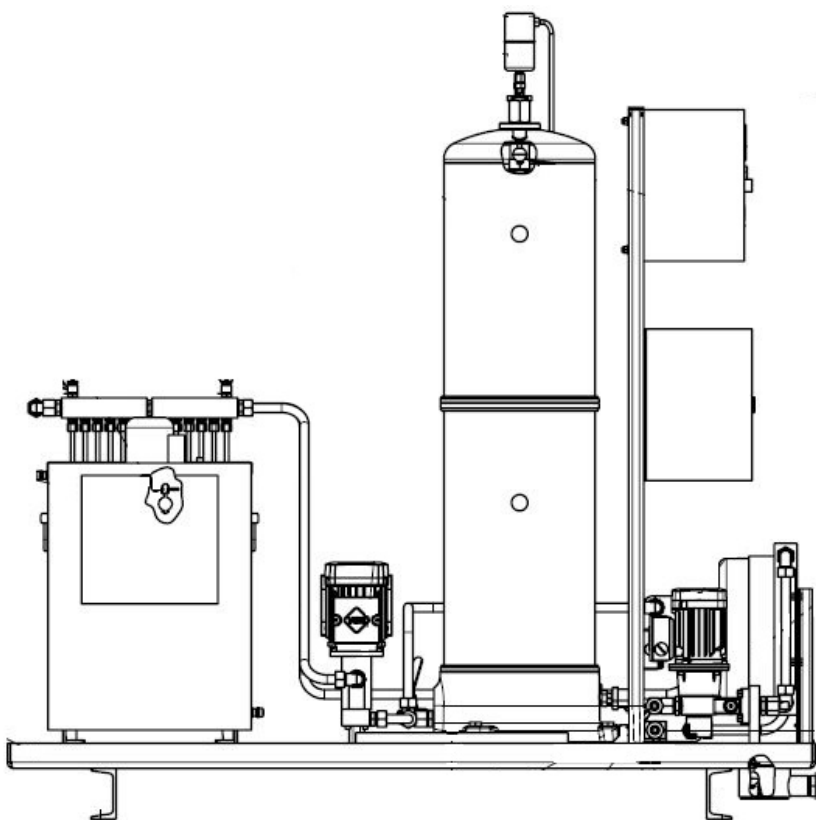


- Purificadora:
Partículas e Água



3. Manutenção Realizada – filtragem de vernizes

- Sistema de Filtragem de Vernizes



Filtro novo

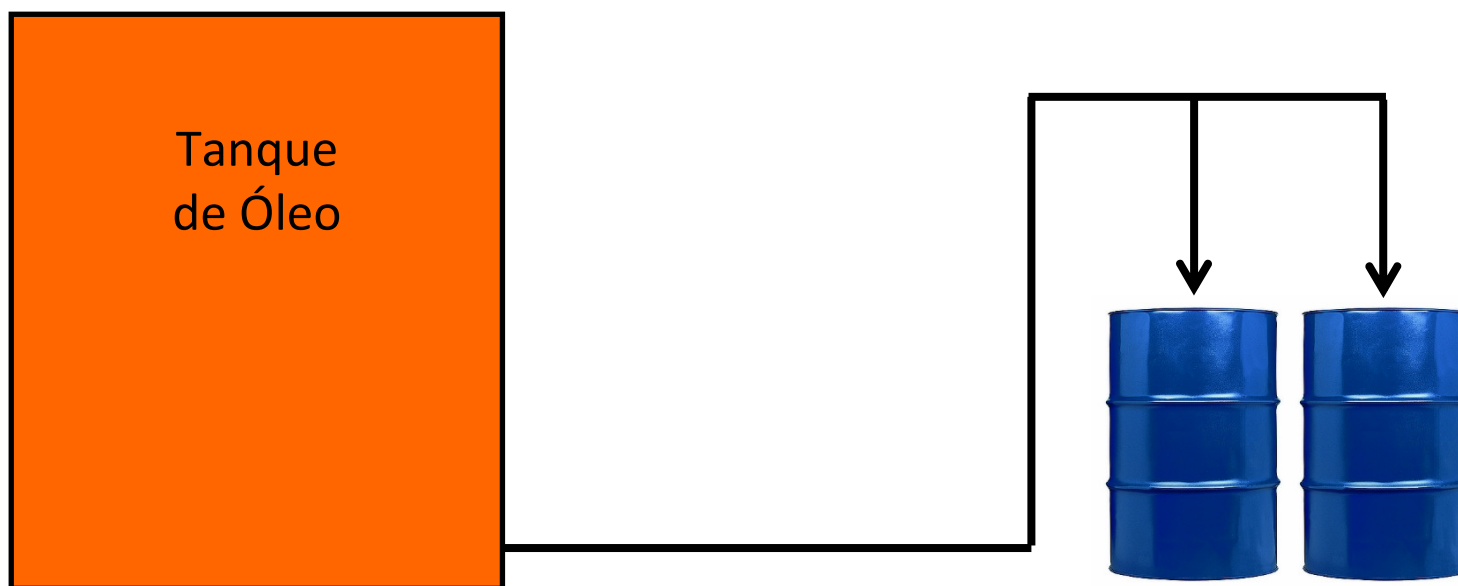


Filtro usado



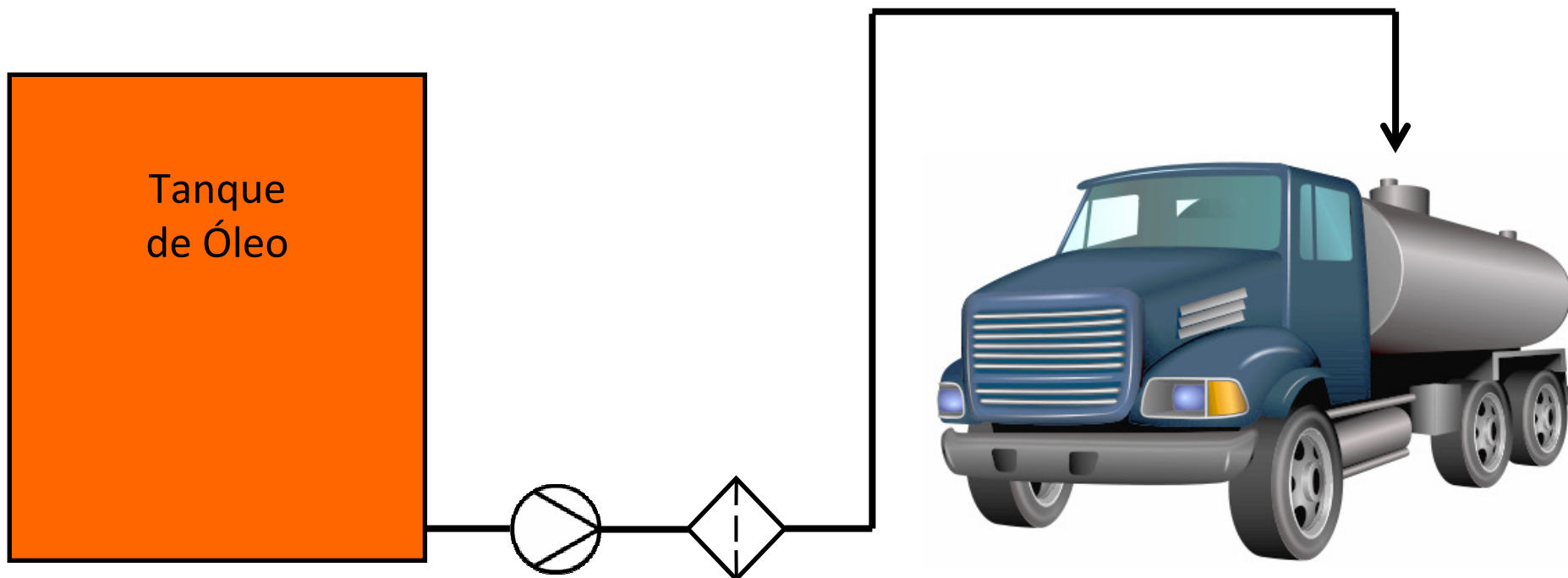
3. Manutenção Realizada – filtragem partículas e limpeza do tanque

- Fase 1 – Eliminação de 400 litros de óleo do fundo do tanque



3. Manutenção Realizada – filtragem partículas e limpeza do tanque

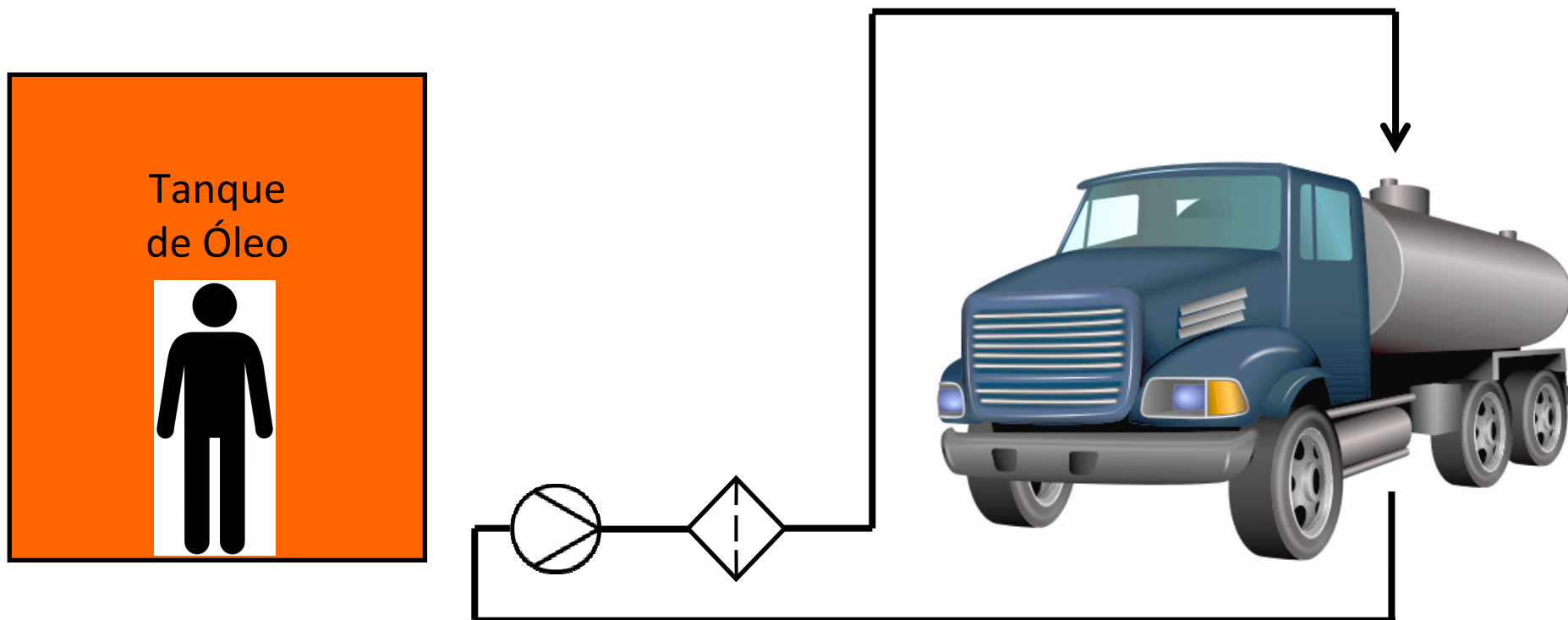
- Fase 2 – Tráfega do óleo para camião cisterna



3. Manutenção Realizada – filtragem partículas e limpeza do tanque

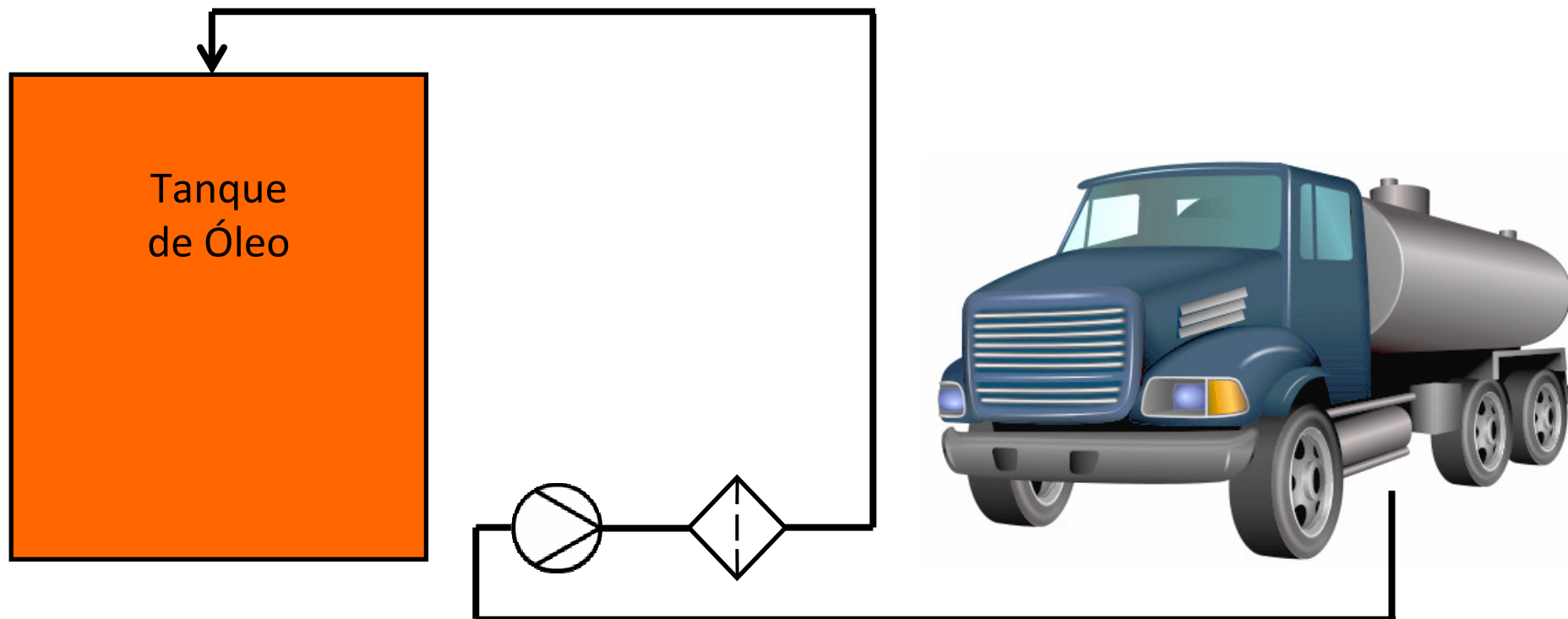
- Fase 3 – Filtragem 3 e 2,5 μm e limpeza do tanque

Duração da filtragem: até ISO cleanliness inferior a 18/16/12 (ISO 4406/99)



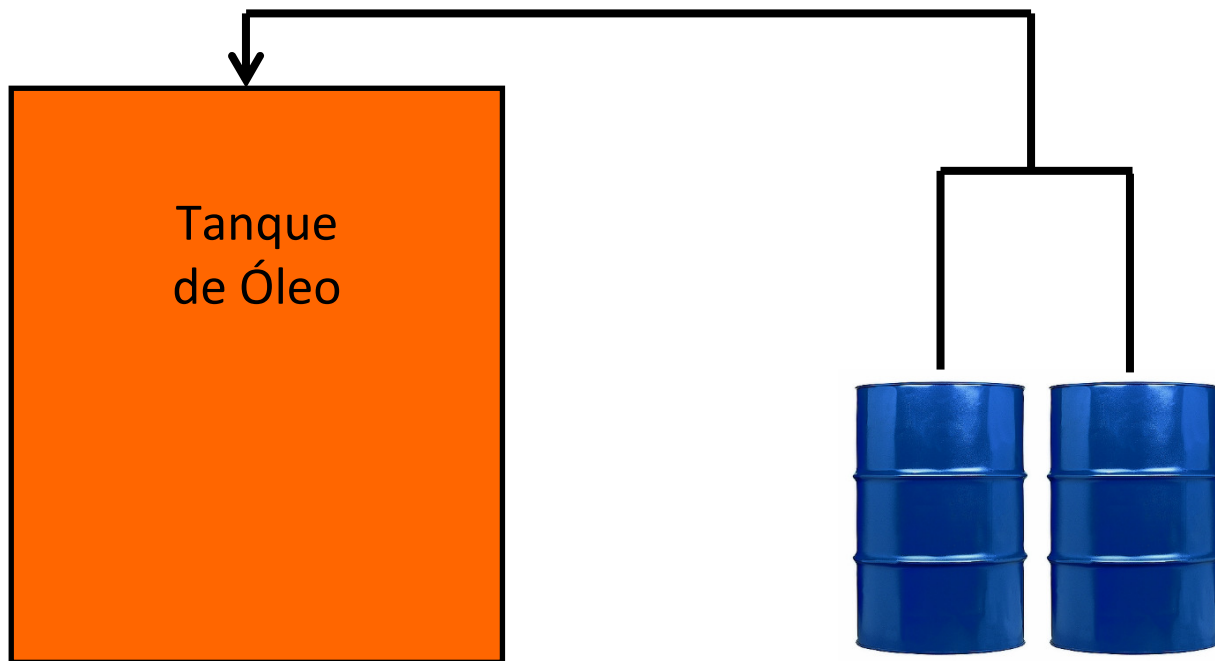
3. Manutenção Realizada – filtragem partículas e limpeza do tanque

- Fase 4 – Trásfega do óleo para o tanque



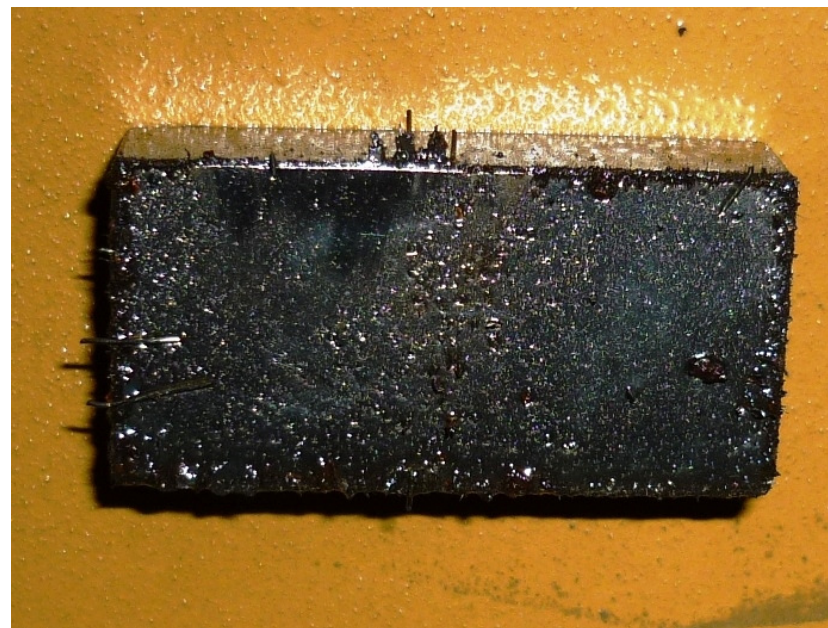
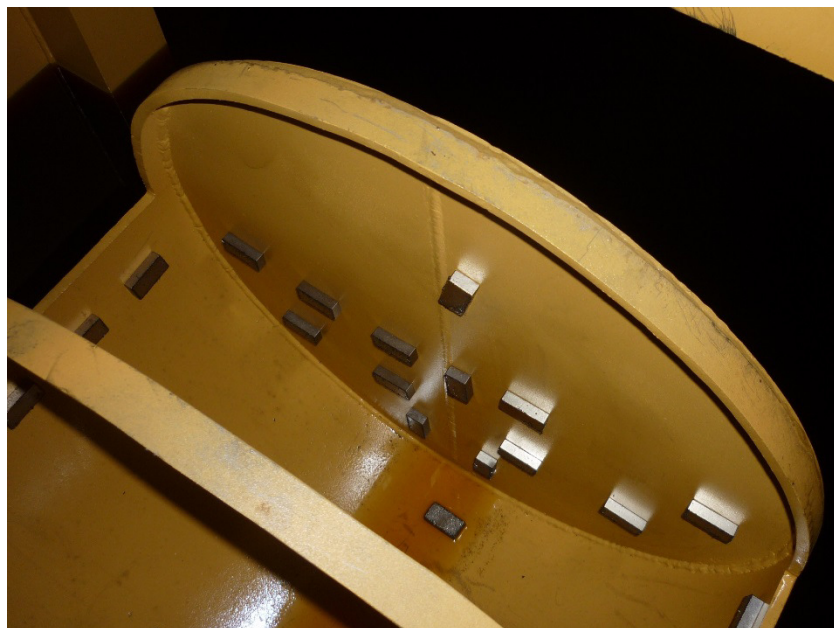
3. Manutenção Realizada – filtragem partículas e limpeza do tanque

- Fase 5 – Reposição do nível com óleo novo (mínimo: 400 litros)



3. Manutenção Realizada – retenção magnética de partículas

- Central de Lares – Colocação de ímanes permanentes no retorno ao tanque para retenção de partículas metálicas



Monitorização e Manutenção de Sistemas de Lubrificação em Grupos Turbina e Alternador

1. Equipamentos e sistemas de lubrificação
2. Monitorização – abordagem e práticas
3. Manutenção realizada
- 4. Resultados obtidos**



4. Resultados obtidos – melhorias ambientais e de custos

- Melhorias ambientais:
 - A implementação de uma filtragem adicional nos tanques de óleo, permitiu:
 - Reduzir o número de refrescamentos;
 - Aumentar a periodicidade de limpeza dos filtros em linha;
- Redução de custos associados a:
 - menor limpeza de filtros e reposição de óleo novo;
 - aumento da disponibilidade dos equipamentos;
 - alteração de manutenção corretiva por manutenção preventiva condicionada;



4. Resultados obtidos - fiabilidade

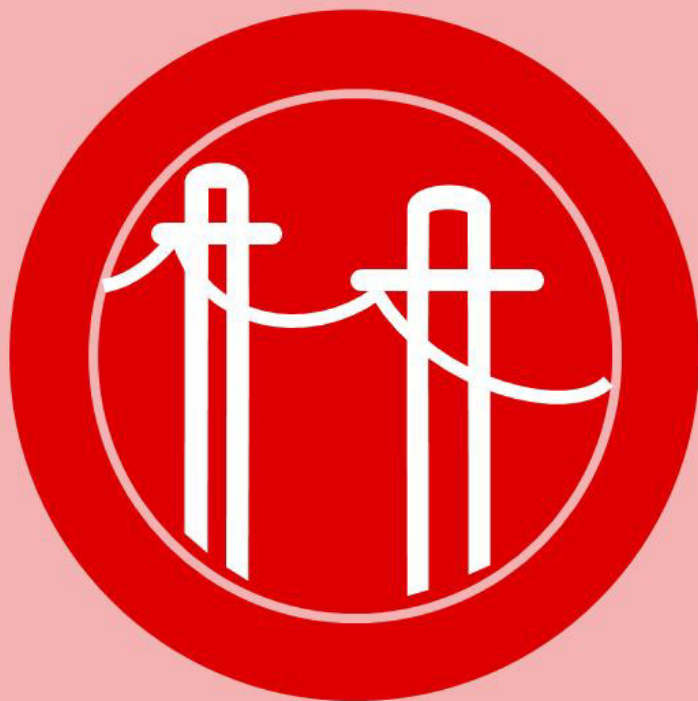
- Fiabilidade conseguida:
 - Nos grupos turbina e alternador da Central de Sines, em 30 anos, nunca foi substituída uma carga de óleo na totalidade;
 - Melhoria do funcionamento do sistema de regulação hidráulica, minimizando a colmatação de furos calibrados e tubagens;
 - Garantido o funcionamento das chumaceiras, bombas e válvulas sem falhas originadas no óleo;





Perguntas e Respostas





Obrigado



Contactos:

Humberto Paula: Humberto.Paula@edp.pt

Marcos Marques: Marcos.Marques@edp.pt

