

# Substituição do sistema de refrigeração de um gerador de energia elétrica

**Éder Carlos Vicente<sup>1</sup>, José Justiniano Oliveira Jr. <sup>1</sup>, Landulfo Silveira Jr. <sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidade do Vale do Paraíba/FEAU, Av. Shishima Hifumi, 2911, eder.vicente@vcp.com.br ,  
Jose.justiniano@vcp.com.br

<sup>2</sup>Universidade do Vale do Paraíba/IP&D, Av. Shishima Hifumi, 2911, landulfo@univap.br.

**Resumo:** – Esse projeto consiste na mudança do sistema de resfriamento de um gerador de energia elétrica, que atualmente usa ar para seu sistema refrigeração.

A proposta é para mudar o sistema de ar, para um sistema de refrigeração a água (um sistema semi-fechado) devido o ar ambiente ser nocivo para as partes internas do gerador, causa um desgaste no estator, pois essa mudança visa amenizar esse desgaste e diminuir o custo na trocas constantes de filtro de ar. Devido à qualidade do ar ambiente, pode ocasionar entupimentos nos filtros e baixo rendimento de troca de calor.

Pretende-se substituir o sistema a ar por um trocador de calor refrigerado a água, que refrigera o sistema com água em circuito semi fechado (WRG – água de refrigeração).

Benefícios: Diminuição dos custos com troca de filtros de purificação de ar; Melhor performance do equipamento; Maior tempo de funcionamento produtivo.

**Palavras-chave:** trocador de calor, gerador, convecção.

**Área do Conhecimento:** Engenharias

## Introdução

Um trocador de calor ou permutador é um equipamento utilizado para aquecer, resfriar, vaporizar ou condensar fluido. Sua aplicação consiste em refrigeração e controle de temperatura do óleo de sistemas hidráulicos, e outros fluidos.

Os princípios de funcionamento de um trocador são baseados nos mecanismos básicos de transferência de calor, condução, convecção e radiação. Na prática serão mais comuns projetos envolvendo condução e convecção ficando a radiação mais restrita a aplicações espaciais, onde a mesma é a principal e talvez a única forma de troca de calor entre nave e o meio (espaço). O fenômeno físico utilizado neste projeto é a convecção. O funcionamento desse processo é simples: quando uma certa massa de um fluido é aquecida suas moléculas, passa a mover-se mais rapidamente, afastando-se, em média, uma das outras. Como o volume ocupado por essa massa fluida aumenta, a mesma torna-se menos densa. A tendência dessa massa menos densa no interior do fluido como um todo, é sofrer um movimento de ascensão ocupando o lugar das massas do fluido que está a uma temperatura inferior. A parte do fluido mais fria (mais densa) move-se para baixo tomando o lugar que antes era ocupado pela parte do fluido anteriormente aquecido. Esse processo se repete inúmeras vezes enquanto o aquecimento é mantido dando origem às chamadas correntes de convecção. São as correntes de convecção que mantêm o fluido em circulação.

A equação fundamental para convecção é:

$$Q_{conv} = hA(T_{ar} - T_c)$$

onde:

Q = carga térmica de convecção em watts  
h = coeficiente de transferência de calor convectivo (w/m<sup>2</sup>C) (valor típico é de 21.7 para uma placa horizontal em 1 atm)  
A = área exposta em m<sup>2</sup>  
Tar = temperatura do ar ambiente em C  
Tc = temperatura da área fria em C

Por exemplo, consideremos uma placa quadrada sendo resfriada de 25C para 5C. O topo e os quatro lados são áreas expostas. A placa tem 0.006 metros de grossura e cada lado tem 0.1 metros de comprimento. Seguindo a equação acima:

$$Q = (21.7 \text{ w/m}^2\text{C} (0.0124 \text{ m}^2)(25^\circ\text{C} - 5^\circ\text{C}) = 5.4 \text{ Watts}[3].$$

Um trocador de calor é dividido em cinco partes: casco, carretel, tampa do carretel, espelho fixo e móvel e tubos ou feixes tubular.

Os trocadores são classificados em quatro critérios: Quanto à passagem dos fluidos; os trocadores podem ter passagem em corrente paralela e em contra corrente.

Os trocadores com passagem de fluidos em corrente paralela os fluidos percorrem o mesmo sentido em tubos diferentes fazendo assim a troca térmica. É mais usado quando se deseja uma transmissão de calor muito grande de

início com rápido resfriamento; E contra corrente e o inverso os fluidos percorrem em direções opostas.

Quanto à aplicação no processo, os trocadores se dividem em (aquecimento, resfriamento, condensação). No aquecimento os trocadores são usados em três tipos de sistemas; aquecedor, refeedor e gerador de vapor.

Quanto ao arranjo físico, (maneira de como o trocador de calor é construído).O trocador de calor pode ser monotubular ou multitubular e serpentina.

Quanto à mudança de fase de um dos fluidos.(Trocador de calor sensível e latente).Trocador sensível consiste em troca de calor sem mudança de estado físico e trocador latente, ocorre mudança de estado físico dos fluidos.

### Metodologia

Este projeto está sendo desenvolvido para tentar solucionar os problemas com a corrosão nas partes internas do gerador de energia elétrica e os constantes entupimentos nos filtros de ar (Figura 1).

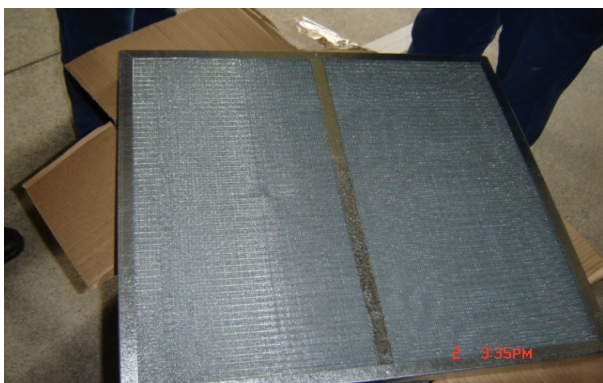


Figura 1: Filtro de ar novo.

O principal causador desses problemas é o material particulado proveniente da cinza da caldeira de biomassa, carvão, cinzas sulfatadas dos fornos, TRS (compostos reduzidos de enxofre).

E essas paradas do equipamento para troca dos filtros de ar custam hoje conforme levantado aproximadamente \$ 10.000,00 Cada troca (Figura 2).



Figura 2: Após três meses de operação.

A substituição do sistema refrigeração atualmente a ar (Figura 3).

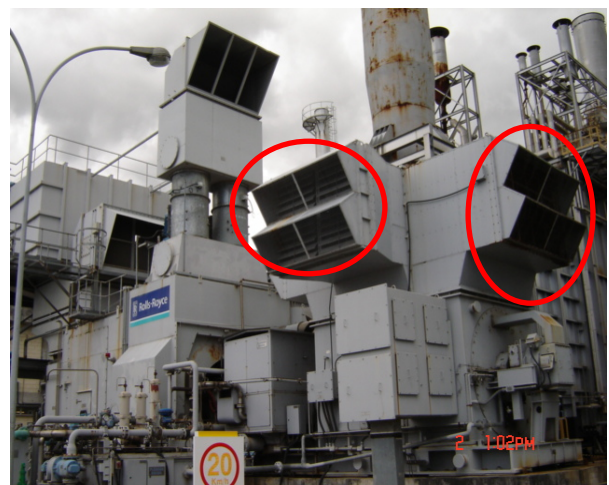


Figura 3: Esquema do gerador de energia elétrica com sistema de refrigeração a ar.

Por um sistema refrigerado com água; ou seja; substituição do trocador de calor. Um vez, onde a indústria já possui um sistema semi-aberto de água tratada para refrigeração geral da mesma. Onde o ar interno do gerador elétrico ficará enclausurado e através de ventiladores de indução, irá circular no interior do equipamento, fazendo a troca de calor do ar com os feixes de tubos com água (Figura 4).

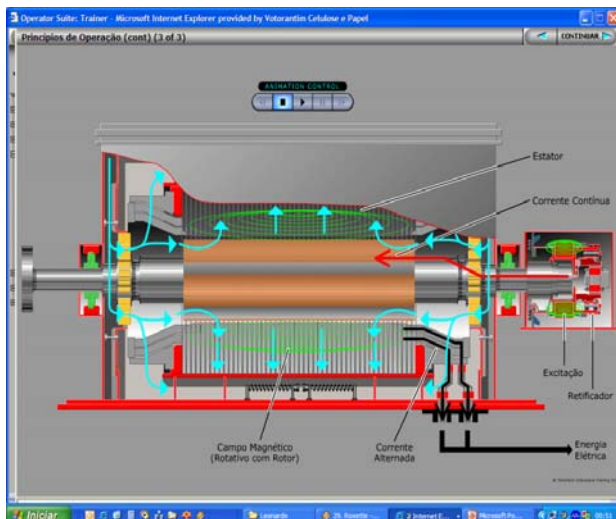


Figura 4: Ar no interior do gerador (enclausurado).

Este trocador será instalado no mesmo lugar que o trocador anterior, devido termos linhas de alimentação e retorno de WRG no pipe rack próximo à planta. Será utilizado um trocador de calor tipo convecção. Este sistema será monitorado através de indicadores de temperatura, ar quente e ar frio no interior do gerador; entrada de água fria e saída de água quente do trocador.

Para acompanhamento e eficiência do equipamento através de pesquisa de manuais do turbo gerador 4-pólos tosmighty – T-80, optou-se por controlar a temperatura do ar interno como uma variável muito importante, com

monitoramento freqüente com limites de temperatura: ar frio < 30° e ar quente < 55°.

## Resultados / Conclusão

Com esta substituição terminada podemos avaliar alguns ganhos. Equipamento mais tempo em funcionamento, sem eventuais paradas para troca de filtros de ar. Melhor performance e diminuição dos desgastes das partes interna do gerador. Com o trocador de calor por ser feixe de tubos pode acumular impurezas, microorganismo e algas. Esta limpeza será feita na parada anual da empresa como preventiva.

## Referências

- INCROPERA, Frank P.; WITT, David P. Fundamentos de Transferência de Calor e Massa, LTC, Rio de Janeiro, 1992.

- <http://www.uces.br/ccet/demc/craltafi/TrocadoresdeCalor.pdf>

- <http://www.efeitopeltier.com.br/faqs2.asp>

-Princípio das operações unitárias. Tradução. Horácio Macedo. Rio de Janeiro. Guanabara dois, 2ª ed. 1992.