

# ENGENHARIA MECÂNICA PLENA - NOTURNO

**Alunos:** Henrique Fernezlian, Leonardo de Carvalho Matos, Lucas Moraes da Silva, Pedro Henrique de Freitas Bozzola, Rodrigo Mastropirro, Thiago Pimenta Murer.

**Orientador:** Carlos Eduardo Mady (cekmary@fei.edu.br)



## DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE ARREFECIMENTO PARA BATERIAS APLICADAS EM ÔNIBUS ELÉTRICOS

### Introdução

Com a crescente necessidade da utilização de energias renováveis para diminuição do aquecimento global, veículos elétricos têm sido foco de diversos estudos como tecnologia alternativa aos motores a combustão interna (MCI). O Brasil, que é visto como uma possível potência na área de mobilidade sustentável está caminhando nesse novo mercado. Fabricantes de ônibus estão se movimentando e investindo em plantas locais para suprir toda esta demanda.

Uma dessas peculiaridades dos ônibus elétricos é a bateria e seu modo de funcionamento. Estudos indicam que as baterias devem trabalhar dentro de uma faixa de temperatura especificada pelo fabricante. Trabalhar fora desta faixa afeta negativamente o consumo do veículo, seu tempo de vida útil e ainda podendo causar graves acidentes, necessitando de um equipamento focado no arrefecimento das baterias precisa ser utilizado para que este ponto de operação ideal seja alcançado.

No Brasil a maior empresa no segmento de ônibus é a Marcopolo que, voltada para o mercado de eletrificação, procura métodos para desenvolver BTMS (*Battery thermal management system* ou Sistema de gerenciamento térmico de bateria). Então, com essa parceira surge o HT&C (*Heat Transfer and Cooling*).

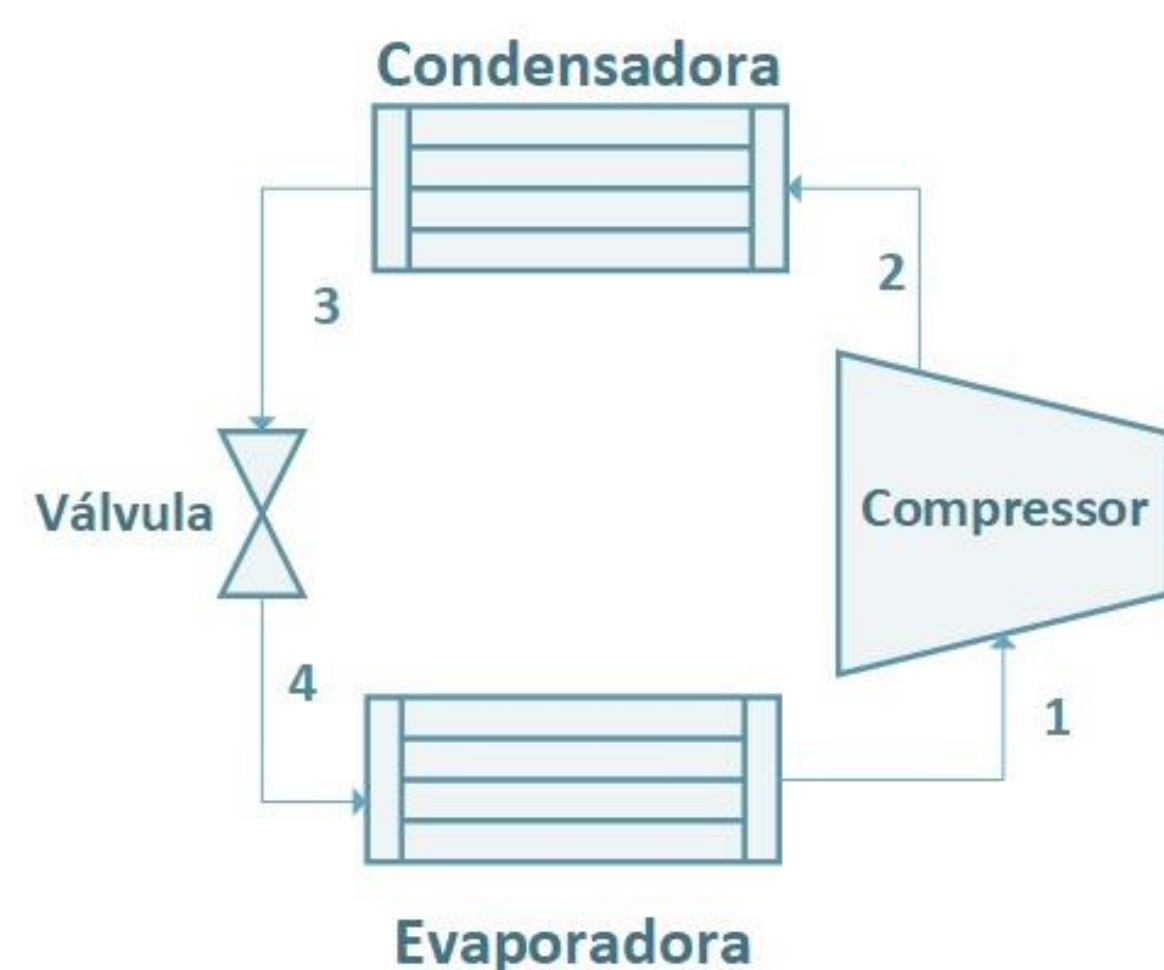
### Objetivo

O objetivo deste trabalho é utilizar a tecnologia de empresas instaladas no Brasil para se construir um equipamento simples, que seja facilmente configurável e que atenda as necessidades das fabricantes locais de chassis para ônibus elétricos, visando sempre a redução de custo dos BTMS utilizados atualmente, que são majoritariamente, importados.

### Metodologia

O desenvolvimento do projeto HT&C, divide-se em duas partes: projeto de um BTMS para as condições ambientais do Brasil e confecção do produto usando componentes nacionais.

A primeira parte do projeto teve como partida a temperatura de trabalho, em solo brasileiro, que fica em torno de 45°C de uma bateria de íons de Lítio e a disposição das baterias no chassi do ônibus e a segunda parte seria em selecionar os componentes nacionais necessários.



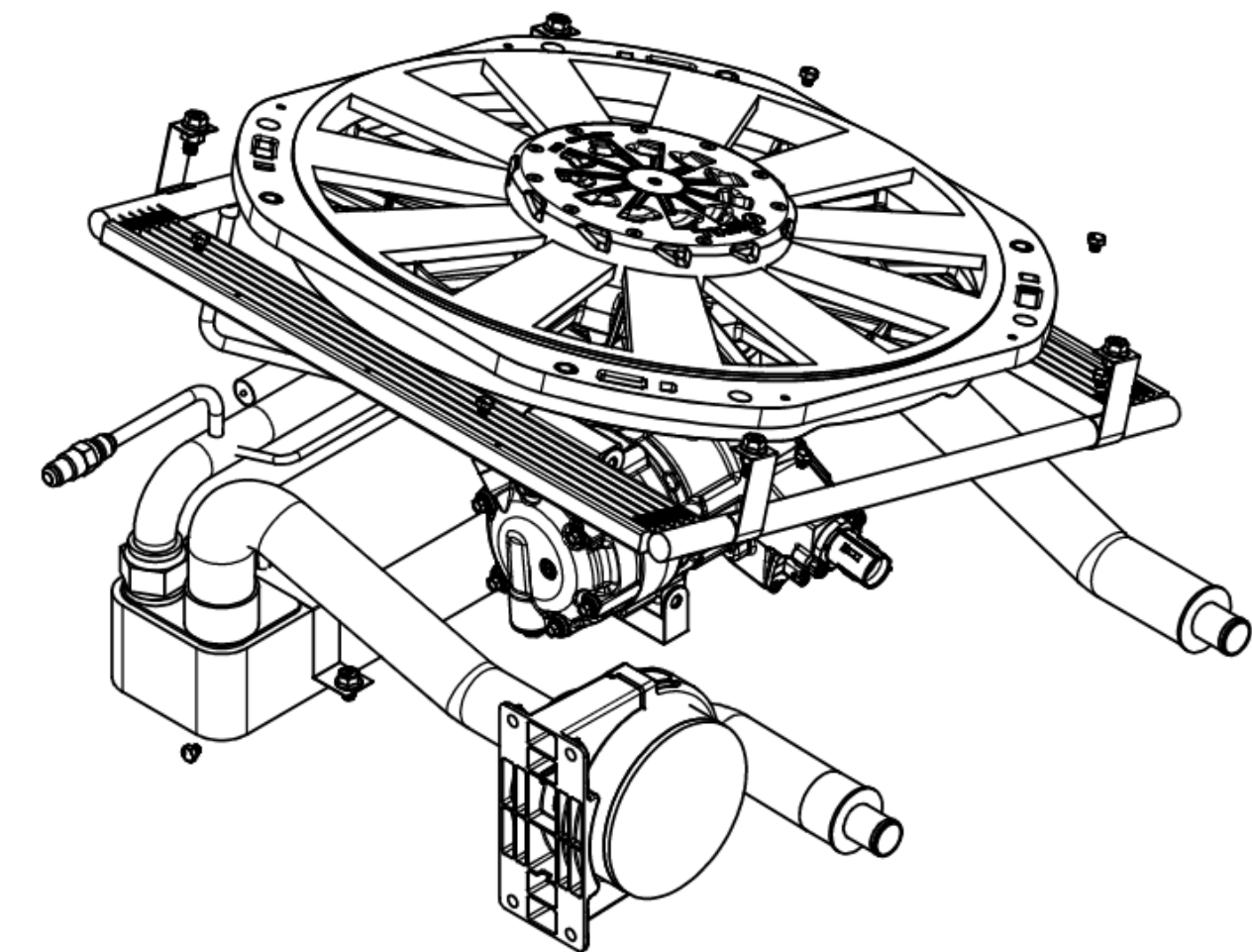
Fonte: Elaboração própria

Figura 1 – Ciclo de refrigeração do BTMS

Para selecionar os equipamentos de forma correta foi necessário estipular valores de projeto como rendimentos e calculados como vazões e pressões. Com os dados foi feita uma longa pesquisa para selecionar produtos que possam exercer sua função de forma eficiente.

Os equipamentos foram Válvula de expansão, Evaporador, Condensador, Compressor, Bomba e Ventilador que com os desenhos enviados pelos fabricantes montou-se as conexões que são tubos e mangueiras, seguindo a norma SAE J20R3.

Com esses dados montou-se o desenho do conjunto, o BTMS HT&C:



Fonte: Elaboração própria

Figura 2 – Desenho do BTMS HT&C

### Resultados

A partir dos equipamentos dimensionados e selecionados cotou-se cada item e obteve-se o valor total investido de aproximadamente R\$ 16 mil (sem contabilizar custos indiretos e de controle), sendo que o BTMS importado custa entre R\$ 35 mil até R\$ 50 mil.

BTMS HT&C - 8kW	
Especificação	Dado
Potência	6,15 kW
Alta voltagem	450VDC
Baixa voltagem	24VDC
Capacidade de refrigeração	8 kW
Fluido de refrigeração	R134a
Temperaturas de operação	-10°C/70°C
Máx. Temperatura ambiente	0°C - 45°C
Max. Pressão de trabalho	21 bar
Máx. Altitude de operação	2000m
Dimensões	591x587x600 [mm]
Peso estimado	40kg

Tabela 1 – Folha de especificação BTMS HT&C

### Conclusão

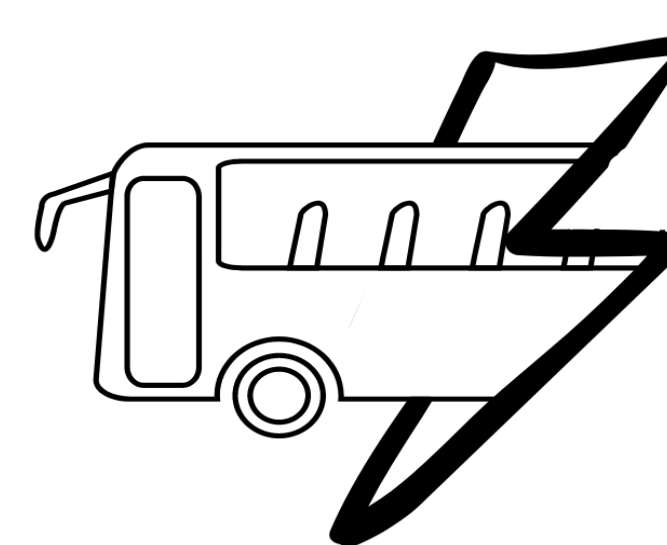
Notou-se possível a implementação e construção de um BTMS nacionalizado, incentivando a indústria brasileira no desenvolvimento de novas tecnologias, sendo assim o objetivo do projeto foi alcançado, que visava entregar uma solução às necessidades de arrefecimento de baterias aplicadas em ônibus elétricos que fosse viável economicamente e tecnicamente.

### Referências bibliográficas

ARORA, S.; Selection of thermal management system for modular battery packs of electric vehicles: A review of existing and emerging technologies; Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378775318308796> Acesso em: 30/04/2022

IENO, G.; NEGRO, L.; Termodinâmica; Pearson, 1ª ed., 2003.

Sem autor; Global EV Outlook 2022; IEA;01/05/2022; Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ad8fb04c-4f75-42fc-9733-6e54c8a4449a/GlobalElectricVehicleOutlook2022.pdf> Acesso em: 12/06/2022



PARCERIA:



**Marcopolo**