

# SOLIDWORKS PARA ANÁLISE TÉRMICA DE UPS

Lucas Lourenço Barbosa<sup>1</sup>, Michelle Hempel Rodrigues

Engenharia Elétrica, Centro Universitário FEI

Lourencolucas6@gmail.com e michele.rodrigues@fei.edu.br

**Resumo:** Com o advento da tecnologia nos tornamos cada vez mais dependentes da eletricidade. A falta da energia, em alguns casos pode ser fatal, com isso faz se necessário o uso de aparelhos que garantam o uso contínuo da energia elétrica. Estes aparelhos conhecidos como fontes de alimentação ininterrupta UPS (Uninterruptible Power Supply) vem se tornando cada vez mais automatizados e independentes, sendo capazes não só de fornecer uma fonte de energia redundante, mas também tomar decisões seguras para proteção do usuário. Todos os equipamentos elétricos, durante seu funcionamento, produzem calor, que tem de ser removido para prevenir o aumento da temperatura dos equipamentos para níveis inaceitáveis. Com base no presente, este trabalho de iniciação tecnológica tem como objetivo realizar um estudo do comportamento térmico de UPS com o auxílio de ferramenta computacional, a fim de se melhor compreender seu funcionamento de forma a estudar possíveis melhorias.

## 1. Introdução

Este estudo tem o objetivo de usar e validar o SolidWorks Flow Simulation como ferramenta de validação de testes térmicos em produtos ainda na fase de protótipo. Neste relatório vamos utilizar como objeto de estudo um UPS (Nobreak), onde temos componentes que produzem calor, devido à alta potência dissipada.

Foram adotados dois métodos de estudo, sendo a primeira realização de simulações em regime absoluto isto é observar a temperatura máxima atingida para as potencias determinadas e em regime transiente, ou seja, inserir uma variação de tempo para plotar curvas de temperatura, estas que são muito importantes para a validação de um produto e definir se o produto pode chegar às prateleiras das lojas.

A partir das simulações realizadas, a validação de resultados e análise de resultados irão determinar se a simulação foi útil e proveitosa.

## 2. Metodologia

A metodologia usada para simulação foi utilizar um modelo 3d do nobreak, com os principais itens de interesse nesta análise, que são: Transformador, Ventilador, Dissipador (Mosfet) e as baterias. Pelo fato destes componentes gerarem uma potência dissipada muito grande, são os componentes que geram a maior quantidade de calor.

O nobreak escolhido foi o abaixo, nas seguintes figuras 1 e 2 iremos ver com mais detalhes internamente o produto e iremos visualizar os objetos de estudo posteriormente.

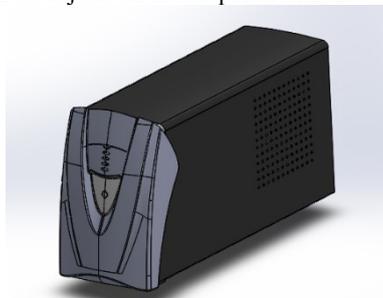


Figura 1 - Setup Montado no Software Visão Externa

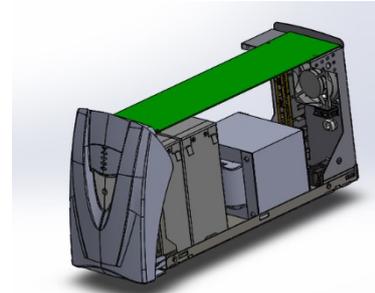


Figura 1 - Visual da parte Interna do Nobreak

Para dar início as simulações foram utilizadas recursos que o software SolidWorks utiliza para distribuir cargas térmicas e fluidos. Um dos complementos (são recursos extras que tem que ser adquiridos à parte) é o Flow Simulation que utiliza técnicas MVF (Método de Volume Finitos) para realizar as simulações. Foi utilizado a carga térmica de 2800 W para o transformador e 1000 W para os Mosfet's anexados aos dissipadores e o fluxo de ar do ventilador que têm a função de realizar o resfriamento do sistema. Esses são os componentes mais críticos quando o assunto é a temperatura de UPS e irão ser os objetos de estudo e comparação deste estudo.

## 3. Resultados

### Conjunto Mosfet e dissipadores 1000W

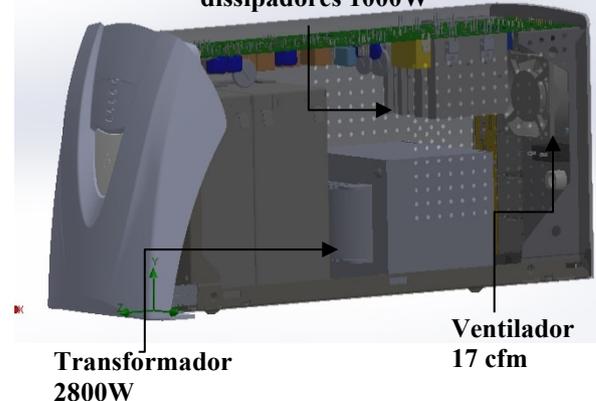


Figura 3 - UPS detalhado com cargas térmicas

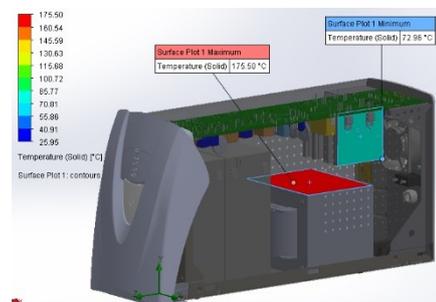


Figura 2 - Resultados Preliminares da simulação

Ao realizar as simulações pelo software, foi obtido o gradiente de temperatura para os objetos de estudo, tendo como visivelmente o transformador como maior fonte de calor

chegando a 175,5 °C de temperatura e os dissipadores chegando a 72,96 °C.

Nos ensaios realizados durante o desenvolvimento do produto foi constatado que a temperatura média do transformador nos ensaios foi de 156,6 °C e para os dissipadores de 78,94 °C, isto é, em modo bateria onde requer uma maior dissipação de calor.

No gráfico referente a figura 5, é possível observar a evolução de temperatura, e nota-se que por volta dos 20 segundos a temperatura começa a se estabilizar, e atinge seu valor máximo chegando a cerca de 186,75 °C, contudo é possível uns picos de temperaturas que possivelmente acontecem por conta das simplificações feitas pelo software, o valor mais confiável para ser adotado para comparações posteriores é o valor médio máximo, chegando a 176,97 °C.

Utilizando as mesmas considerações nota-se a evolução de temperatura no dissipador na figura 6 e que se torna constante perto de 25 segundos com temperatura média máxima de 77,69 °C.

Figura 3 - Gráfico extraído do SolidWorks Referente ao Transformador

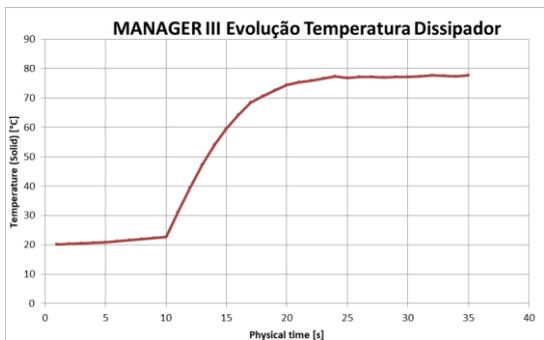
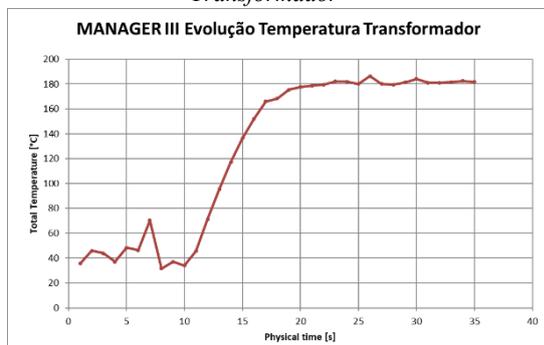


Figura 4 - Gráfico extraído do SolidWorks Referente ao Dissipador

As tabelas 1 e 2, apresentam um resumo e um comparativo realizado com diferentes resultados obtidos em diversas fontes de dados, como por exemplo os testes realizados com o produto real e simulações utilizando outro software chamado Ansys CFX e foram obtidos em um relatório anterior do convenio FEI-SMS [1].

| Fonte do Dado         | Transformador | Dissipador |
|-----------------------|---------------|------------|
| Solidworks Absoluto   | 175,5         | 72,96      |
| Solidworks Transiente | 176,97        | 77,69      |
| Ansys CFX             | 186,7         | 51,55      |
| Teste em Bancada      | 156,6         | 78,94      |

Tabela 1 - Resumo dados Adquiridos%

| Itens Comparados            | Diferença de Temperatura Trafo [%] | Diferença de Temperatura Dissipador [%] |
|-----------------------------|------------------------------------|---|
| Solidworks Absoluto x Ansys | 6,38                               | 29,34                                   |

|                                     |       |       |
|-------------------------------------|-------|-------|
| Solidworks Transiente x Ansys       | 5,50  | 33,65 |
| Solidworks Absoluto x Teste Banc.   | 10,77 | 8,20  |
| Solidworks Transiente x Teste Banc. | 11,51 | 1,61  |
| Ansys x Teste Banc.                 | 16,12 | 53,13 |

Tabela 2 - Comparação dos resultados

#### 4. Conclusões

Com base nos resultados obtidos podemos tirar algumas conclusões sendo a primeira sobre o transformador. Podemos notar que os softwares de simulação obtiveram resultados semelhantes com uma diferença de cerca de 6,38%, mas quando comparamos as simulações com o teste em bancada, vemos que essa diferença salta para 16,12% no Ansys e 11,51% no SolidWorks (considerando as maiores diferenças para ambos os softwares), esta diferença pode ser atrelada as características construtivas do transformador que não conseguem ser representadas em CAD perfeitamente, por ser construído de material ferromagnético, o núcleo do transformador é construído por lâminas/chapas de aço silício onde cada uma das lâminas são isoladas com um verniz, com o objetivo evitar o contato elétrico entre as placas prevenindo o transformador de perdas por Histerese e Foucault [2], no CAD simplesmente tratamos ele como um bloco de aço silício por ser inviável inserir centenas de chapas no modelo o que consequentemente causa uma diferente representação da realidade, justificando a maior diferença entre as temperaturas simuladas se comparada com os testes em bancada.

Para o dissipador quando realizamos comparações entre softwares vemos que a diferença é bem considerável se mantendo próximo dos índices de 30%, o SolidWorks se mostrou muito mais eficaz que o Ansys CFX (mostrou uma diferença de 53,13%) e extremamente próximo do valor obtido em bancada chegando com uma diferença de 1,61% isto se deve ao fato que o modelo adotado no Solid estava mais próximo da realidade onde o perfil do dissipador, material e posicionamentos permitiram chegar em um resultado próximo do real.

Com todos os resultados obtidos podemos concluir que sim, o SolidWorks Flow Simulation pode ser usado como uma ferramenta de desenvolvimento de produto e pode sim trazer resultados satisfatórios, vide a temperatura do dissipador, que chegou extremamente próxima do teste em bancada, mas com algumas ressalvas. Para se obter resultados proveitosos é preciso ter uma representação mais próxima quanto possível do real, conhecimento das cargas térmicas durante a fase de desenvolvimento da parte eletrônica do produto visando fazer simulações antes da fabricação de protótipos buscando reduzir custo e quantidades dos mesmos e um BOM (Bill of Materials) atualizada para construir uma “biblioteca” de materiais com informações térmicas precisas dos materiais disponibilizados pelos fornecedores.

#### 5. Referências

- [1] G. Angelo e E. Angelo., *Análise numérica da dinâmica do escoamento e transferência de calor em um ups – parte 3*, (2020)
- [2] Bertini, Luiz Antônio. *Transformadores: Teoria, Práticas e dicas*. s.l. : Eltec, 2003.

<sup>1</sup>Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 09/2021 a 08/2022.