Gestão:

Reunião de Acompanhamento e Avaliação - RAA 2026

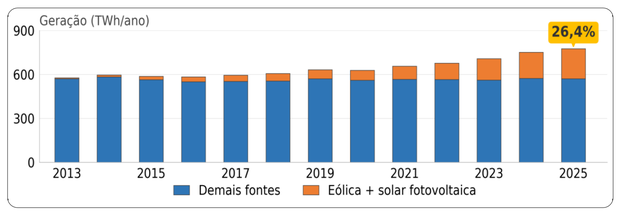
OTIMIZAÇÃO MULTIOBJETIVO DE EFICIÊNCIA, MASSA E VOLUME DE INVERSORES TRIFÁSICOS DE DOIS NÍVEIS CONSIDERANDO COMPONENTES COMERCIAIS REAIS

Barotto, K. B. [1]; Flesch, R. C. C. [2]. [1]Bolsista do PRH 02/UFSC, Mestrado de Engenharia de Automação e Sistemas, Florianópolis – SC. E-mail: brunobarotto@hotmail.com [2]Docente do curso de Engenharia de Automação e Sistemas da UFSC, Florianópolis – SC. E-mail: rodolfo.flesch@ufsc.br

MOTIVAÇÃO E OBJETIVO

INVERSORES CONVERTEM CC EM CA: INTEGRAM RENOVÁVEIS E ACIONAM MOTORES

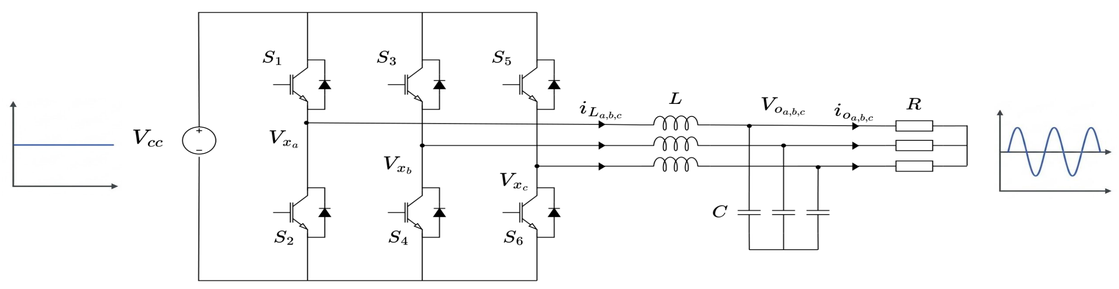
AVANÇO DAS ENERGIAS SOLAR E EÓLICA NO BRASIL [1]



53% **DA ELETRICIDADE MUNDIAL** consumida por sistemas com motores elétricos

2023 • IEA 4E / EMSA

CONSUMO DE MOTORES ELÉTRICOS NO MUNDO [2]



Inversor trifásico de dois níveis + LC [3]



IGBTs + dissipador



Indutor

CONFLITO DE PROJETO: AUMENTAR A FREQUÊNCIA

FILTRO MENOR | **MAIS PERDAS NOS IGBTs**

OBJETIVO

Desenvolver um método de análise sistemática de frequências, modelos de IGBT e núcleos e materiais magnéticos comerciais, identificando soluções Pareto-ótimas em perdas, volume e massa.

EFICIÊNCIA | **VOLUME** | **MASSA**

COMO FOI FEITO

BASE DE DADOS COMERCIAL
IGBTs, núcleos e materiais

ENTRADAS DE PROJETO

- Frequência de chaveamento
- Potência, tensão e corrente
- Ventilação e restrições

MÉTODO PROPOSTO

Algoritmo automatizado de projeto e otimização

SAÍDAS DO PROJETO

IGBT
- Modelo
- Dissipador

Filtro
- Material e modelo do núcleo
- Número de espiras

MÉTODO PROPOSTO | AMPLIAÇÃO DO ALGORITMO

1 VARRER
Frequências e combinações de IGBT e núcleo

2 IGBTs + DISSIPADOR
Perdas e iteração térmica

2 PROJETO DO INDUTOR
Dimensionamento e verificações

3 AVALIAR
Verificar viabilidade
Registrar perdas, volume e massa

4 FRENTE DE PARETO

5 FILTRAGEM FINAL
Limites do projetista

Próxima combinação

O algoritmo repete o dimensionamento para cada combinação e seleciona projetos conforme os limites definidos.

APLICAÇÃO NO SETOR DE PETRÓLEO E ENERGIA

PETRÓLEO E GÁS



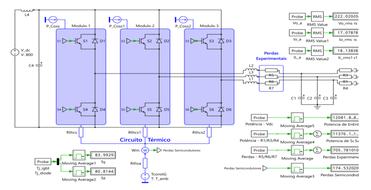
Bombas, ventilação, cargas auxiliares, armazenamento, geração fotovoltaica, eólica e microrredes offshore.

EFICIÊNCIA
Menos energia perdida e calor a remover.

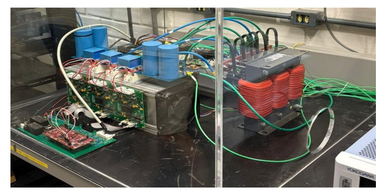
VOLUME
Integração em painéis e espaços restritos.

MASSA
Menor carga estrutural e esforço de instalação.

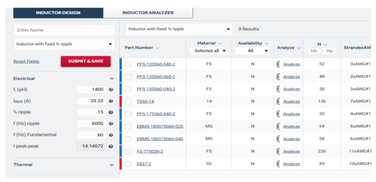
VALIDAÇÃO DOS MODELOS



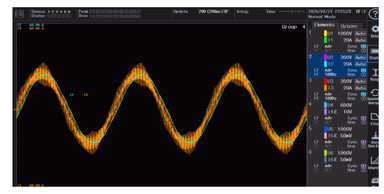
SIMULAÇÃO PLECS



PROTÓTIPO EXPERIMENTAL



FERRAMENTA MICROMETALS



EXPERIMENTO

RESULTADOS OBTIDOS

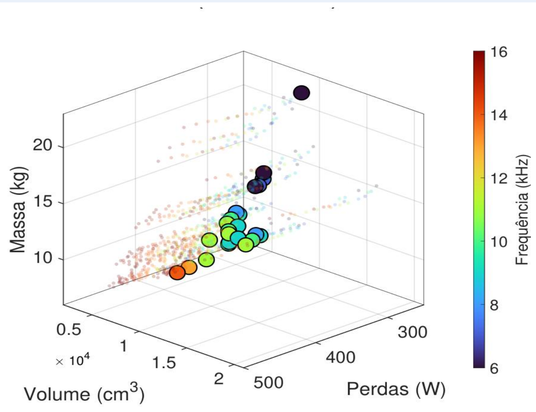
11 kW | 800 V (CC) | 220 V (CA) | 60 Hz | 6 kHz a 16 kHz
ESPECIFICAÇÕES ELÉTRICAS

2 IGBTs | 2 materiais | 93 config. magnéticas | 4 associações
COMPONENTES COMERCIAIS E ASSOCIAÇÕES [3]

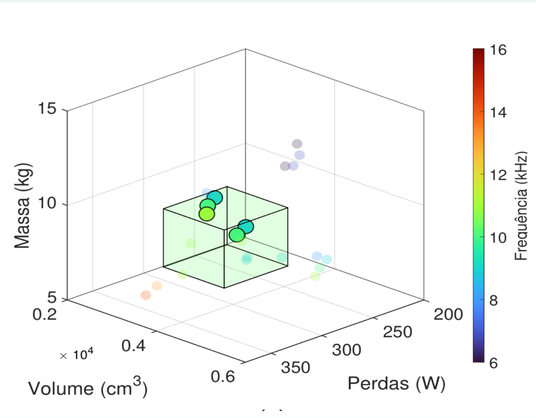
SELEÇÃO DE PROJETOS

≈ 8,2 mil
combinações nominais
↓
794
soluções viáveis
↓
23
soluções de Pareto
↓
5
soluções selecionadas

ESPAÇO VIÁVEL E PARETO



PARETO FILTRADO



SOLUÇÃO SELECIONADA

(IGBT + Dissipador + Indutores)

9 kHz	Frequência
97,62%	Eficiência
268 W	Perdas
2,85 L	Volume
9,1 kg	Massa

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método revela ao projetista compromissos quantitativos entre eficiência, massa e volume.

Isso amplia a compreensão do espaço de projeto e apoia a escolha da solução.

AGRADECIMENTOS

Apoio financeiro do Programa de Formação de Recursos Humanos da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – PRH-ANP, gerido pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Brasil. Processo nº 2025/03789-1.

REFERÊNCIAS

[1] EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanço Energético Nacional 2026**: relatório síntese, ano-base 2025. Rio de Janeiro: EPE, 2026. Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Balanco-Energetico-Nacional-2026. Acesso em: 1 out. 2026.

[2] IEA 4E – EMSA. **Electric motor systems: why are they important?** [S. l.]: IEA 4E, 2025. (Energy Efficiency Policy Brief, n. 9). Disponível em: https://www.iea-4e.org/wp-content/uploads/2025/12/4E-Policy-Brief-EMSA-9-20251218.pdf. Acesso em: 1 out. 2026.

[3] BAROTTO, Bruno Kretzer. **Otimização multiobjetivo de eficiência, massa e volume de inversores trifásicos de dois níveis considerando componentes comerciais reais**. 2026. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Automação e Sistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2026.