



**SNCT
2025**

**Semana Nacional De Ciência
e Tecnologia**

Planeta Água: a cultura oceânica para enfrentar
as mudanças climáticas no meu território



CompartilhArte
Semana de Arte
e Cultura



**INSTITUTO
FEDERAL**
Santa Catarina
Câmpus
Florianópolis

Desenvolvimento de uma metodologia de projeto de filtro de linha AC para conversores estáticos

Gustavo Sargenti da Silva H. A. Neves¹ | gustavo.ha2003@aluno.ifsc.edu.br

Luis Carlos Martinhago Schlichting² | schlicht@ifsc.edu.br

RESUMO

Em 2020, o Laboratório de Compatibilidade Eletromagnética (LabCEM), do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), recebeu a certificação para oferecer serviços especializados em ensaios de emissão eletromagnética. Este é um campo fundamental para assegurar que equipamentos eletroeletrônicos atendam às normas de Compatibilidade Eletromagnética, as quais estabelecem limites para emissões conduzidas e irradiadas, além de procedimentos de medição necessários à certificação. Nesse contexto, a Interferência Eletromagnética (EMI), intensificada pelos processos de comutação em conversores estáticos, constitui um dos principais desafios na eletrônica de potência, pois compromete o desempenho dos sistemas e dificulta a certificação. Este trabalho propõe uma metodologia experimental baseada na separação entre ruídos de modo comum e de modo diferencial, possibilitando o dimensionamento mais preciso de indutores e capacitores para o projeto de filtros de linha AC. A metodologia incluiu o desenvolvimento de separadores de ruído, a caracterização espectral das emissões conduzidas, o cálculo dos componentes do filtro e a validação teórica por meio de simulações. Posteriormente, o filtro foi implementado fisicamente e submetido a ensaios experimentais, apresentando resultados coerentes com os obtidos em simulação. A solução demonstrou eficiência, precisão e potencial de aplicação em sistemas industriais que demandam mitigação de EMI.

Palavras-chave: compatibilidade eletromagnética; conversores estáticos; filtros de linha AC.



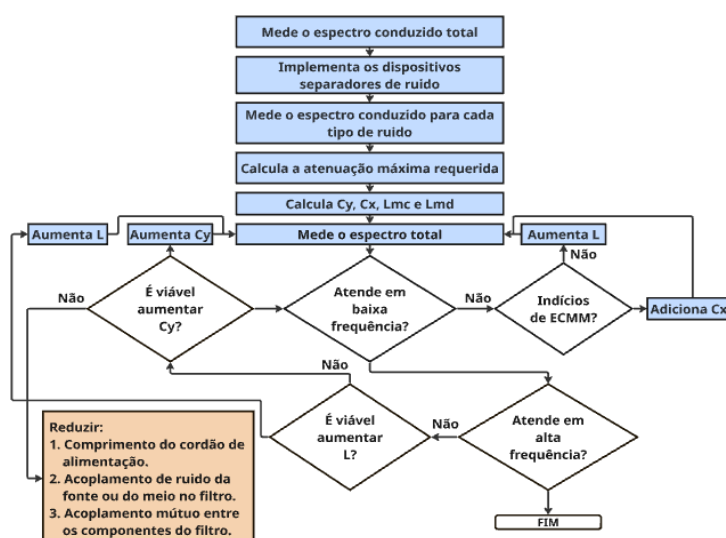
INTRODUÇÃO

A interferência eletromagnética constitui um dos principais desafios em sistemas eletrônicos, sobretudo em aplicações de eletrônica de potência, devido à comutação em alta frequência de semicondutores em conversores estáticos. Esses equipamentos, como fontes chaveadas, inversores e retificadores, tornam-se importantes emissores de ruído, comprometendo o desempenho e a conformidade com as normas de compatibilidade eletromagnética. Uma das técnicas mais eficazes para mitigação desses efeitos é o uso de filtros de linha AC, projetados para atenuar ruídos em alta frequência sem afetar o funcionamento do sistema. Para que esses filtros sejam eficientes, é essencial compreender e separar os dois modos de propagação do ruído: o modo comum e o modo diferencial, possibilitando o dimensionamento adequado de indutores e capacitores. Neste contexto, este trabalho apresenta uma metodologia experimental voltada ao desenvolvimento de filtros de linha AC com base na análise e separação desses modos de ruído.

MÉTODO

A metodologia proposta, apresentada no fluxograma da Figura 1, foi aplicada a uma fonte de alimentação comercial que não atendia às normas de compatibilidade eletromagnética.

Figura 1 – Fluxograma da metodologia desenvolvida



Fonte: Adaptado de NEVES (2025, pg.1).

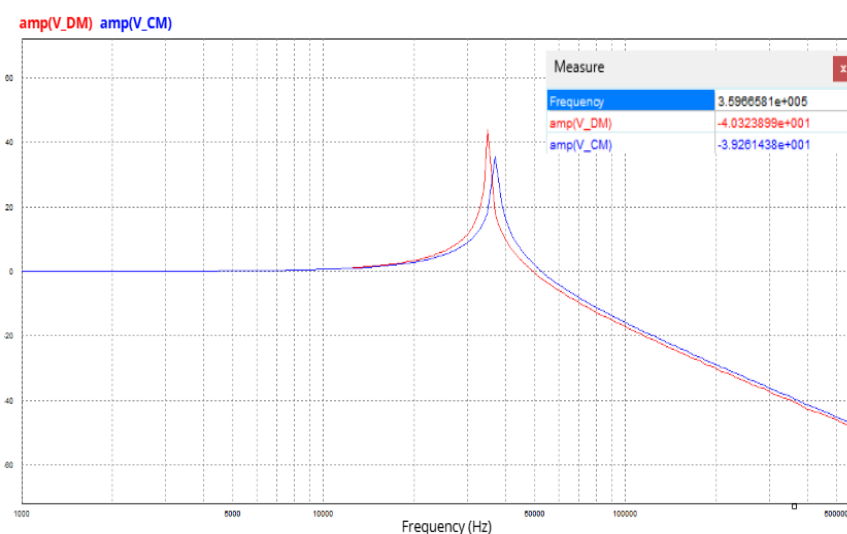


Para a análise, foram desenvolvidos e construídos separadores de ruído específicos para os modos comum e diferencial. A partir da caracterização obtida, iniciou-se o projeto do filtro de linha AC, incluindo o cálculo dos indutores e capacitores necessários e a validação inicial por simulação. Em seguida, o filtro foi implementado fisicamente com os componentes projetados e submetido a novos ensaios de emissões conduzidas, para confirmar experimentalmente sua efetividade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise inicial foi realizada no software PSIM, apropriado para simulações em eletrônica de potência, permitindo avaliar o desempenho do filtro em diferentes condições de operação e validar os parâmetros definidos no projeto. Os resultados mostraram que o filtro atingiu a meta de 40 dB de atenuação em 360 kHz, controlando o ruído em modo comum e diferencial, como ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Resposta em frequência do circuito equivalente nos modos comum (azul) e diferencial (vermelho)

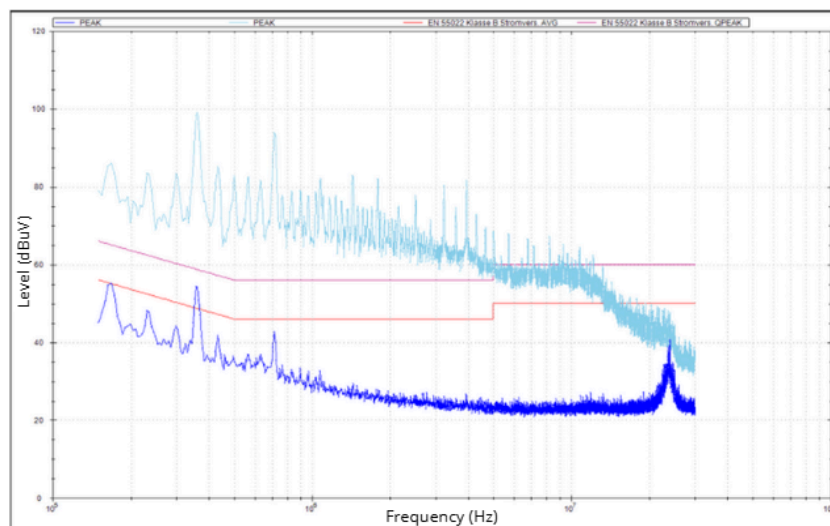


Fonte: NEVES (2025, pg.5).

O filtro foi implementado no equipamento e novas medições foram realizadas com e sem o filtro, permitindo a comparação. Os resultados mostraram uma redução significativa do ruído conduzido e, na mesma frequência, a atenuação alcançada foi de 44,58 dB, conforme apresentado na Figura 3, garantindo a conformidade do sistema com as normas de compatibilidade eletromagnética e evidenciando a eficiência prática da metodologia proposta para aplicações reais em eletrônica de potência.



Figura 3 – Espectro de emissão conduzida da fonte com filtro (azul escuro) e sem filtro (azul claro)



Fonte: NEVES (2025, pg.6).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso dos separadores de ruído em modo comum e diferencial permitiu projetar um filtro de linha AC mais preciso e eficiente, validado em simulação e em testes práticos. A metodologia mostrou-se vantajosa para aplicações industriais, favorecendo a conformidade com normas e aumentando a confiabilidade dos sistemas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao IFSC e a EMBRAPII pelo fomento do projeto via os editais 02_2024_PROPII_UNIVERSAL e 04_2025_DPPE-FLN - EMBRAPII, respectivamente.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Chaiane Cristine de. Análise das emissões conduzidas utilizando técnicas de separação de ruído de modo comum e modo diferencial. 2013. 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

NEVES, Gustavo S. S. H. A.; KASZUBOWSKI, Stanislaw de Lira; SCHLICHTING, Luis Carlos M.; MOIA, Joabel. An experimental approach to AC line EMI filter design using common- and differential-mode noise separation. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ELETRÔNICA DE POTÊNCIA – COBEP 2025, 8., 2025, Florianópolis. Anais [...]. [S.l.]: IEEE, 2025.