ESTUDO E APLICAÇÃO DE TRANSISTORES GAN EM CÉLULA BÁSICA DE CONVERSOR A CAPACITOR CHAVEADO.

Pedro Henrique Almeida de Sousa Silva Dlugokenski, Yales Rômulo de Novaes.

INTRODUÇÃO

Atualmente os conversores chaveados apresentam-se cada vez mais eficientes com a inserção de novas tecnologias capazes de reduzir as perdas destes. Nesse contexto, essa pesquisa baseia-se no estudo e aplicação de semicondutores de Nitreto de Gálio (GaN) com foco na célula básica de conversor a capacitor chaveado (BARBI, 2019), para compreender seus efeitos e mensurar a eficiência desses dispositivos comparados aos interruptores convencionais de Si, destacando vantagens e diferenciais do objeto de estudo.

DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento deste trabalho, realizou-se inicialmente uma revisão bibliográfica sobre os fundamentos da física dos semicondutores e as características dos dispositivos GaN FET (COLINO; BEACH, 2020). Em seguida, foi projetado um conversor *Buck* no *software* LtSpice, com o objetivo de analisar as perdas por condução e comutação do dispositivo GaN e compará-las às obtidas com um semicondutor de silício submetidos às mesmas condições de operação. Os resultados das simulações indicaram menor estresse elétrico e menores perdas no dispositivo GaN. Posteriormente, o dispositivo foi aplicado à célula básica de um conversor a capacitor chaveado, realizando-se a comparação com diferentes tecnologias de interruptores. Nessa etapa, as perdas foram novamente estimadas por meio de simulações e de cálculos teóricos, com auxílio do MATLAB. Os resultados obtidos demonstraram maior rendimento da topologia quando empregados dispositivos GaN, evidenciando o potencial dessa tecnologia para a redução das perdas de comutação em conversores de potência.

RESULTADOS

Observou-se que o emprego de dispositivos de Nitreto de Gálio (GaN) na célula básica, proporciona uma redução significativa das perdas no conversor em comparação com dispositivos semicondutores convencionais. Esse desempenho está relacionado às características intrínsecas dos dispositivos GaN, que não apresentam o fenômeno de recuperação reversa. Além disso, apresentam reduzidas perdas de comutação, elevada capacidade de operação em altas frequências, e característica de material de banda larga, favorecendo o seu emprego em conversores de alta frequência e elevada densidade de potência (ROSA, 2025).

As modelagens realizadas em ambiente Spice são apresentadas na Figura 1, juntamente com as características dos três dispositivos avaliados. O comparativo de perdas de potência dos diferentes interruptores empregados na célula básica é apresentado na Tabela 1. A Figura 1 e a Tabela 1 encontram-se nos Anexos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

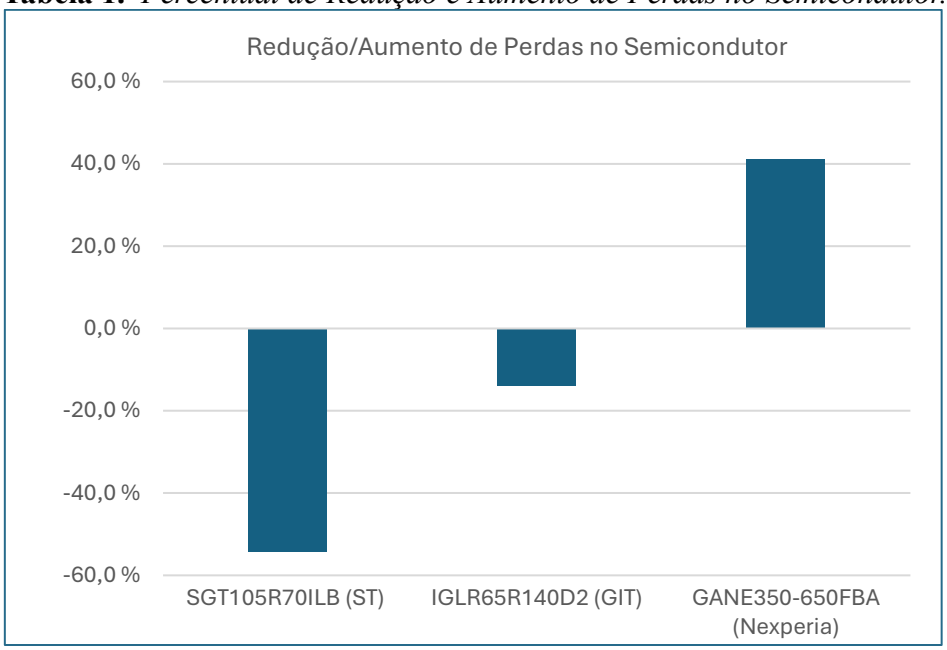
Esta pesquisa permitiu-me explorar diversas topologias de conversores através da literatura de livros, artigos e notas de aplicação. Além de desenvolver o conhecimento de diferentes tecnologias e técnicas que possibilitam gerar maior eficiência energética na área de eletrônica de potência e semicondutores. Desta forma, com o estudo das características físicas, e simulações feitas com o dispositivo GaN, foi possível identificar seu diferencial em comparação aos modelos convencionais de interruptores e

mensurar suas perdas na célula básica do conversor a capacitor chaveado. Com essas etapas, pude aprimorar o senso acadêmico e o método científico por meio da compreensão do problema, estudo do caso, busca da solução e validação desta por simulações.

Palavras-chave: Conversores estáticos; nitreto de gálio; alta densidade; capacitor chaveado; buck.

ANEXOS

Tabela 1. *Percentual de Redução e Aumento de Perdas no Semicondutor.*



Descrição: A tabela 1 indica a redução de perdas dos semicondutores GaN no conversor a capacitor chaveado. Utilizaram-se 3 modelos de interruptores, os quais realizou-se uma comparação ao convencional Si MOSFET (INFINEON TECHNOLOGIES, [s.d.]) obtido no trabalho de Seidenfúss (2022). Dentre eles, o modelo ST (JAISWAL; RAMAKRISHNAN, 2022), o qual apresenta menor resistência de condução, menores tempos de comutação, e redução da dissipação de energia. Além disso, aplicou-se o dispositivo GIT (HATTORI, 2023), com resistência e limite de tensão próximos aos de referência, no entanto, evidenciou menor estresse elétrico no interruptor devido à sua alta velocidade de comutação. Além disso, o dispositivo da fabricante Nexperia, sofreu maiores perdas em razão da maior resistência dinâmica (duas vezes maior), contudo, constatou-se que não implicou no dobro do efeito dissipativo, pelo contrário, verificou-se um decréscimo em seu valor em virtude da menor perda por comutação.

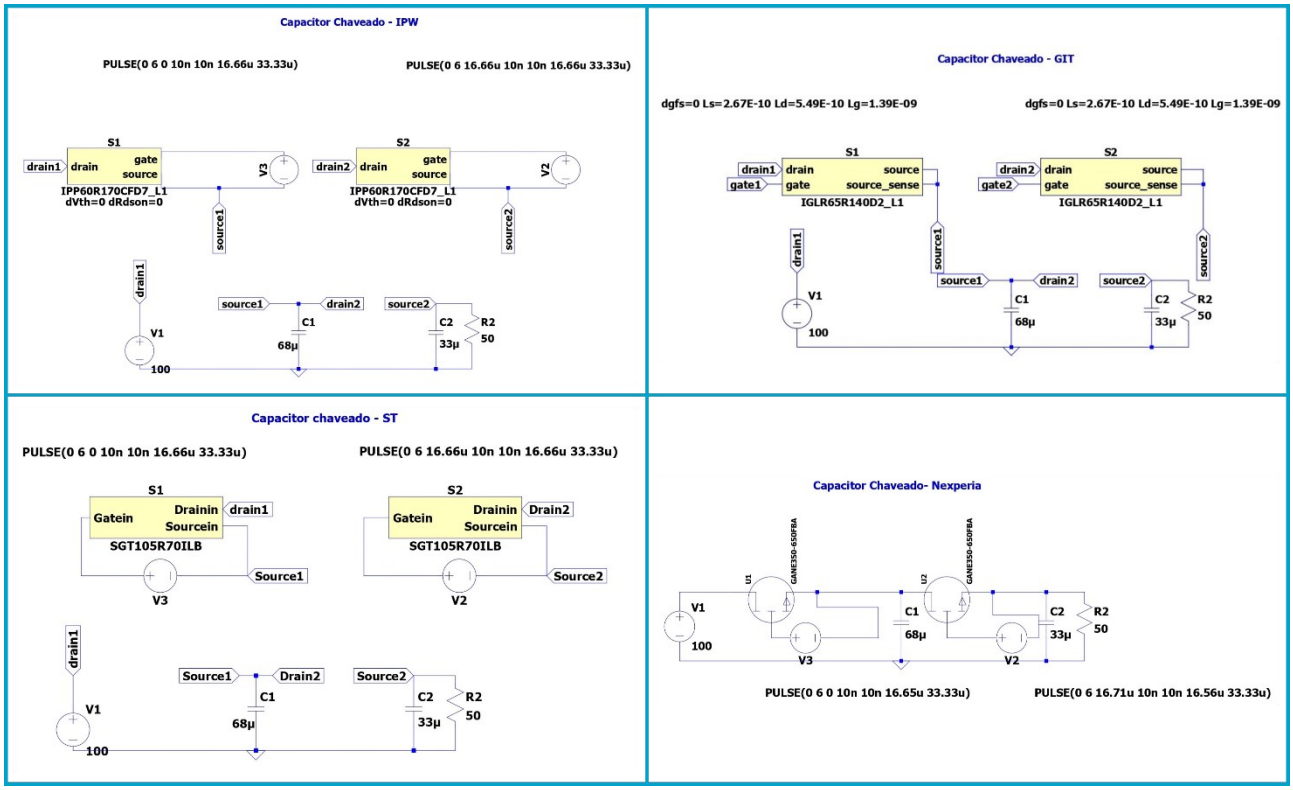


Figura 1. *Simulações de Células Básicas a Capacitor Chaveado.*

Descrição: A figura 1 representa os conversores de célula básica a capacitor chaveado simulados para diferentes semicondutores de Nitreto de Gálio. Primeiramente tem-se o interruptor comumente utilizado da IPW, um dispositivo de Silício empregado como comparativo para os três GaN FETs subsequentes. Dentre eles, o GIT GaN (*Gate Injection Transistor*), o qual necessita de uma injeção constante de corrente em seu gatilho, para tanto, desenvolveu-se o circuito de acionamento para suprir esse requisito. Em seguida, encontra-se a tecnologia ST, apresentando maior velocidade de comutação e capacidade de potência. Por fim, o modelo da fabricante Nexperia, com maior resistência de condução dentre os componentes avaliados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBI, Ivo**. Conversores a capacitor chaveado**. Florianópolis: Ed. do autor, 2019.

FRANCISCO, Sarah Seidenfúss. **Implementação de célula básica de capacitor chaveado com diferentes tecnologias de semicondutores de silício**. 2022. 72f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Eletrica) - Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2022.

ROSA, Amanda Vitória da. **Estudo sobre o semicondutor GaN,** 2025. Projeto de Pesquisa (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2025.

HATTORI, Fumiya; YANAGISAWA, Yuta; IMAOKA, Jun; YAMAMOTO, Masayoshi. Gate drive circuit suitable for a GaN Gate Injection Transistor. **IEEE Access**, [s. l.], v. 11, p. 44810-44821, 2023.

JAISWAL, Nilesh Kumar; RAMAKRISHNAN, V. N. A comparative analysis and an optimized structure of vertical GaN floating gate trench MOSFET for high-frequency FOM. **Semiconductor Science and Technology**, [s. l.], v. 37, n. 7, p. 075001, maio 2022.

INFINEON TECHNOLOGIES. **What Is a MOSFET?** [s. l.: s. d.]. Disponível em: https://www.infineon.com/technology/mosfets. Acesso em: 20 set. 2026.

COLINO, Stephen L.; BEACH, Robert A. **Fundamentals of Gallium Nitride Power Transistors**. El Segundo: Efficient Power Conversion, 2020. Application Note AN002. Disponível em: https://epc-co.com/epc/documents/product-training/appnote_ganfundamentals.pdf. Acesso em: 6 maio 2026.