

## **DESENVOLVIMENTO DE UM INVERSOR DE TENSÃO TRIFÁSICO PARA APLICAÇÕES EM MICRORREDES DE ENERGIA ELÉTRICA<sup>1</sup>**

**Divisão Temática**

DT 4 - Processos produtivos, tecnologias e tendências para o presente e o futuro

**Autores: L. B. GONÇALVES<sup>2</sup>; R.L. JOENCH<sup>3</sup>; R.A. DIAS<sup>4</sup>; J. LAGO<sup>5</sup>; B. S. DUPCZAK<sup>6</sup>; M. S. ORTMANN<sup>7</sup>**

**Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)**

### **Resumo:**

As mudanças na forma de geração, transmissão e consumo de energia elétrica observadas nas últimas décadas e a possível escassez energética têm impactado fortemente nas pesquisas e desenvolvimento do setor elétrico mundial. As fontes renováveis, a geração distribuída e as microrredes têm sido amplamente discutidas e são cada vez mais vistas como alternativas promissoras para mitigar tais problemas. Neste contexto, os conversores estáticos de potência serão cada vez mais necessários, uma vez que permitem e viabilizam o processamento de energia e interligação de fontes e cargas com características elétricas distintas. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um inversor de tensão trifásico apto para aplicações em microrredes. As etapas de desenvolvimento são introduzidas e o conversor construído é apresentado no fim do trabalho.

**Palavras-chave:** Conversores estáticos; microrredes, redes inteligentes, inversor.

### **Introdução**

A busca pela melhoria da qualidade da energia elétrica e utilização racional das redes de distribuição, adaptando-as às necessidades de consumo e geração atuais, indicam que o padrão das atuais redes deve sofrer grandes mudanças estruturais. A necessidade e expansão da geração distribuída têm sido amplamente debatida nos últimos anos e diversos trabalhos sobre microrredes (LASSETER, 2002) têm sido apresentados nos últimos anos, abordando temas diversos de arquitetura (ORTMANN, 2017), gerenciamento, controle (ROCABERT, 2012) entre outros, sobretudo no que diz respeito à operação e controle (local e secundário) de conversores estáticos que realizam o processamento de energia das microrredes.

---

1 Trabalho executado com recursos do Edital Universal de Pesquisa no. 45/2016/PROPII.

2 Aluno bolsista, curso técnico integrado em Eletrotécnica.

3 Aluno bolsista, curso de graduação em Engenharia Elétrica.

4 Professor, Departamento Acadêmico de Metal-Mecânica.

5,6,7 Professor, Departamento Acadêmico de Eletrotécnica; márcio.ortmann@ifsc.edu.br.

O presente trabalho foi desenvolvido durante o projeto “Inversores de Tensão Trifásicos em *Smart Grids*: Estratégias de Controle Local e Arquitetura de Comunicação para Controle Secundário Baseado no Paradigma da Internet das Coisas<sup>1</sup>” e tem como objetivo final o desenvolvimento de um inversor trifásico para processamento eletrônico de energia em microrredes, o qual permita a o estudo e implementação de estratégias de controle local e sistema de comunicação para controle secundário.

### **Metodologia**

Este trabalho tem como elemento central o estudo e desenvolvimento de um conversor estático para processamento de energia elétrica em aplicações de microrredes de energia elétrica, mais precisamente o processo de conversão de corrente contínua para alternada. O trabalho iniciou com a definição da topologia e das especificações elétricas básicas do conversor estático. O inversor fonte de tensão dois níveis trifásico foi escolhido, devido sua popularidade, simplicidade e desempenho em redes de baixa tensão. Ficou estabelecida uma potência de 5 kVA, tensão eficaz de 380 V / 60 Hz e tensão máxima no barramento de tensão contínua de 700 V. Definiu-se também que o acoplamento do inversor com a rede elétrica será realizado por meio de um filtro do tipo LCL (rede indutiva-capacitiva-indutiva) o qual permite melhor atenuação das componentes de alta frequência. Por fim foi determinado que todo o controle da estrutura deverá ser realizado por um controlador digital de sinal, garantindo maior flexibilidade nos estudos de controle das grandezas elétricas, viabilizando também a comunicação do inversor com outros equipamentos através de rede Wi-Fi via protocolo MQTT (Message Queuing Telemetry Transport), sendo o subsistema de comunicação outro requisito básico do projeto.

De posse das informações iniciais o projeto foi convenientemente dividido em três sub-projetos, os quais referem-se às partes fundamentais do equipamento, a saber: placa de potência, placa de filtro e placa de controle. A placa de potência é composta basicamente pelos semicondutores de potência e seus circuitos de acionamento, capacitores do barramento de tensão contínua, elementos de dissipação de calor e de medição de grandezas elétricas (sensores

e circuitos analógicos). Na placa de filtro estão presentes os elementos passivos (indutores, capacitores e indutores) que compõem a rede LCL de filtragem, bem como elementos de medição de grandezas elétricas. A placa de controle incorpora basicamente os circuitos analógicos e digitais de condicionamento de sinais, dispositivo controlador digital de sinais (TMS320F28069M), elementos básicos de interface ( LED e chaves) e a placa de comunicação sem fio. Com base nas especificações, todos os elementos de cada uma das placas foram devidamente escolhidos e dimensionados. Um modelo de simulação numérica foi elaborado no software PSIM, contemplando cada uma das placas supracitadas, de forma a avaliar e validar o projeto. A Figura 1 ilustra a tela principal do modelo desenvolvido. Uma vez validado o projeto prosseguiu-se com a elaboração e montagem das placas de circuito impresso (cf. Figura 2), todas de duas camadas e priorizando a utilização de componentes de montagem em superfície (SMD).

Figura 1 – Modelo de simulação numérica desenvolvido para análise de operação e validação do projeto.

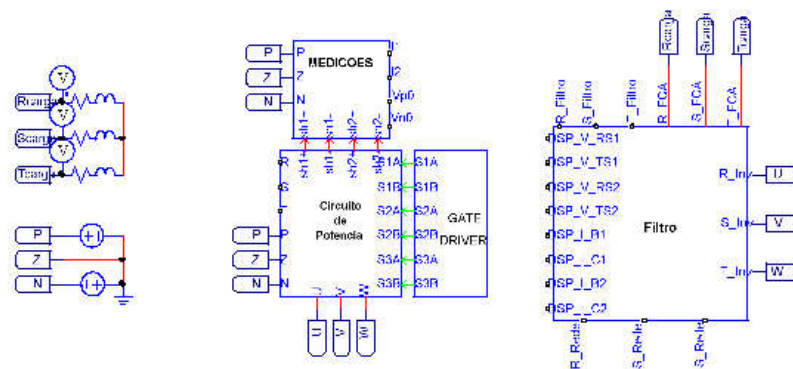
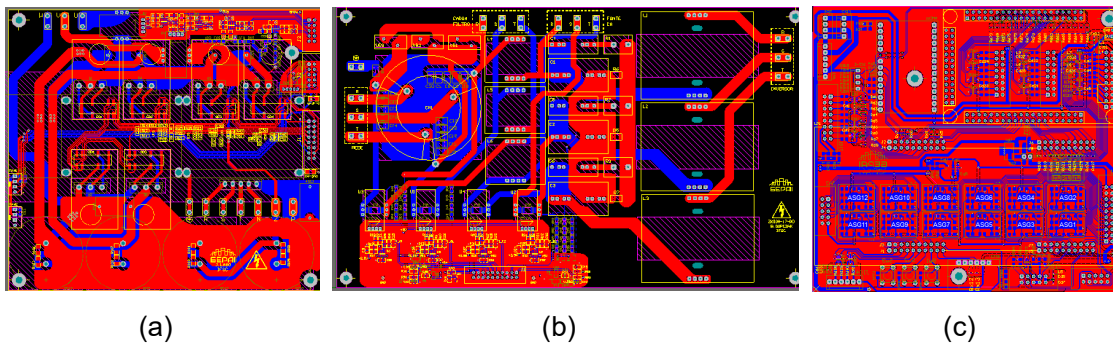


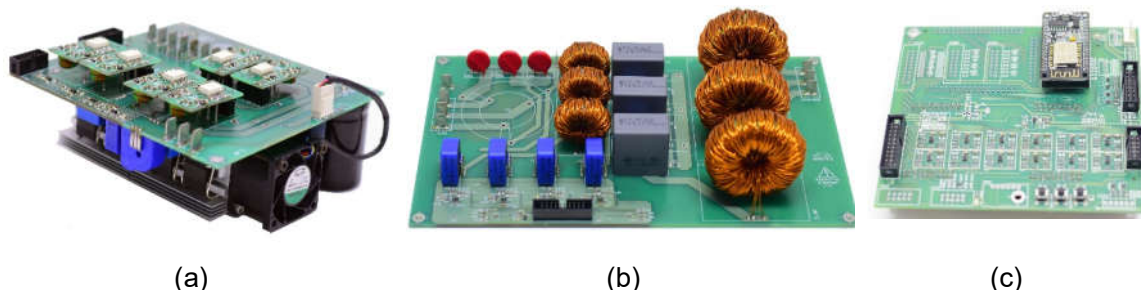
Figura 2 – Projeto das placas de circuito impresso: (a) Placa de Potência; (b) Placa de Filtro e; (c) Placa de Controle.



## Resultados e Considerações finais

O inversor trifásico projetado foi montado como ilustrado na Figura 3 e suas placas testadas individualmente. A estrutura e os resultados parciais obtidos validam o projeto elétrico e o objetivo deste trabalho. Ainda que as definições principais e desenvolvimento do projeto foram realizados pelos docentes, ressalta-se que o acompanhamento das etapas e contato dos discentes, sobretudo nos processos de montagens e testes, permitiu experiência ímpar e relevante contribuição na formação acadêmica destes. O equipamento montado será utilizado agora para avaliação experimental de estratégias de controle local e de comunicação de dados em aplicações de microrredes.

Figura 3 – Placas que compõem o conversor: (a) Placa de potência; Placa de filtro; (c.) Placa de controle.



## Referências

LASSETER, R. H., "Microgrids," in Power Engineering Society Winter Meeting, IEEE, vol. 1, pp. 305–308 vol.1, 2002.

ROCABERT J. et al. "Control of power converters in ac microgrids," IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 27, no. 11, pp. 4734–4749, 2012.

ORTMANN, M. S. et al. , Architecture, components and operation of an experimental hybrid ac/dc smart microgrid. In: 2017 IEEE 8th International Symposium on Power Electronics for Distributed Generation Systems (PEDG), 2017, Florianópolis. 2017.