

전력전자 및 제어 시스템 연구실 (Power Electronics & Control Systems Lab.)

▶ 위치: IT-1호관 925호, 918호

▶ 전 화: 053-950-5545

▶ E-mail: hbychol@knu.ac.kr

▶ 홈페이지: <https://hbychol.wixsite.com/pecslab>

01

연구실구성원

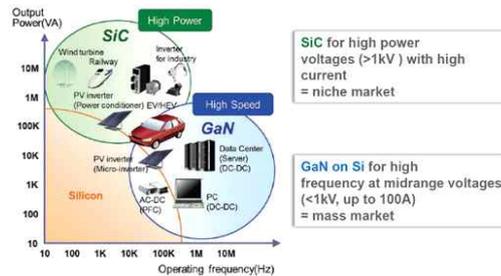
- 지도교수 : 한병철 교수님
- 석사과정 : 조준성, 김상오, 김병주, 예재섭, 김연호
- 학부연구생 : 송영준

02

연구분야

□ GaN 기반 초소형 전력변환회로 설계

초소형 전력변환회로 설계에 있어 GaN 소자를 이용한 고주파수 운용 그리고 이를 통한 수동소자 크기 최소화 화가 핵심 요소이다. 하지만, GaN 소자 도입 시 낮은 기생 성분의 특성으로 안정적인 회로 설계에 어려움이 있는 실정이다. 이에 초소형 전력변환회로에서의 고주파에서의 각종 현상을 분석하고 이를 통한 안정적이고 저손실을 가지는 회로를 연구 개발한다.



□ 스마트 그리드용 전력변환회로 연구

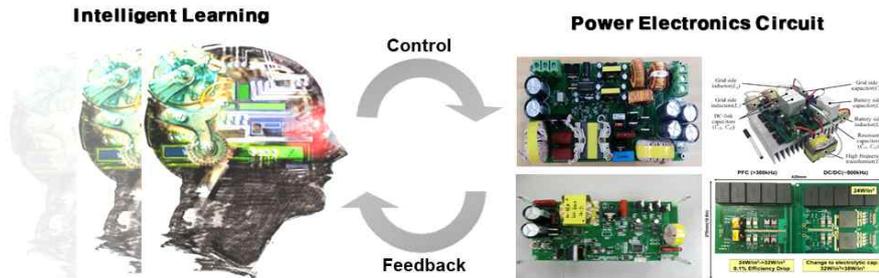
다수의 신재생 에너지원의 등장으로 계통의 불안정성을 증가시켜 비정상 계통 상태를 접할 것으로 예측, 그에 대한 스마트한 대응 방안이 요구되는 실정이다. 특히 신재생 기반 계통 시스템은 비정상 계통 전압 시 계통 복구를 위해 무효전력공급을 요구하는 Fault Ride Through 기준안이 확대될 것으로 예상되나, 아직 이에 관한 연구가 취약한 상황이다. 이에 신재생 에너지 기반 스마트 그리드 시스템의 안정화를 위한 새로운 전력변환회로 및 새로운 제어 기법을 연구 개발한다.

The figure illustrates the research on smart grid power conversion through four main components:

- Top Left:** A photograph of a large-scale solar farm installation.
- Top Middle:** A schematic diagram of a Cuk converter system. It shows the Cuk converter, DC-link, H-bridge, and LCL-filter. The operating mode is "Step-up (high freq.)" with S_a ON. The output is "Inverter (high freq.)" connected to the grid. A "Grid-fault" is indicated by a red lightning bolt.
- Bottom Middle:** A schematic diagram of the same Cuk converter system. The operating mode is "Step-up/down (high freq.)" with S_a OFF. The output is "Unfolding (grid freq.)".
- Top Right:** A photograph of a physical prototype circuit board with various components like capacitors, inductors, and transistors.
- Bottom Right:** A photograph of the prototype circuit board being tested. It is connected to an "Oscilloscope (MDO 30-41)", a "General board (MCU&Gate driver)", a "PV simulator (TerraSAS)", and a "Grid".

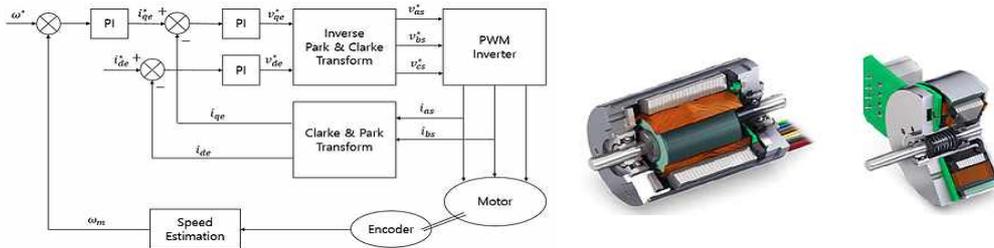
□ 전력품질성능 향상을 위한 지능 제어 기법 연구

계통연계형 인버터는 전력 계통 신뢰도 및 품질 기준안에 따라 일정 주파수 및 출력 품질을 가지는 전력 생산 능력이 요구된다. 그에 맞는 새로운 회로를 구현하더라도 비선형적 특성 및 불안정성을 지니는 시스템 특성과 병렬 운전에 의한 복잡한 모델링, 그리고 예측 불가능한 부하 특성으로 인해 기존의 제어 기법으로 효율적인 전력변환 회로를 설계하는데 어려움을 지닌다. 이에 효과적인 불확실성 처리와 학습 능력을 지닌 퍼지 및 신경망 (Fuzzy & Neural network) 기반의 지능 제어 기법을 이용하여 안정적인 전력 품질을 지니는 계통연계형 인버터 연구를 수행한다.



□ 모터제어 및 모터드라이버 회로 설계

산업 자동화 기술의 발전에 따라 효율적이고 정밀한 모터제어의 필요성이 대두되고 있다. 인버터 보드, 마이크로컨트롤러, 모터 드라이브, 센서 인터페이스와 같은 모터제어시스템의 통합화 모듈 또한 요구되고 있다. 더 많은 기능과 디바이스들을 하나의 패키지에 통합하기 위해선 소형화 솔루션이 필수적이다. 하지만, 기존 MOSFET 기반의 회로는 소형화를 달성하기에 한계를 지닌다. 이에 고전력밀도 및 고효율을 달성하기 위한 GaN 소자 기반 서보모터드라이브 회로의 연구 개발과 정밀하고 안정적인 서보모터 구동을 위한 고급제어 기법 연구를 수행한다.



03

최근 5년간 주요 수행과제 및 연구 논문

□ 주요 수행과제

- GaN소자의 가변 고주파 스위칭 기법을 이용한 초소형/고신뢰성 단일단 모듈형 마이크로 인버터 회로 연구, 한국연구재단, 2022-2025
- GaN소자 기반 서보모터드라이브 회로 개발, (주)아진 엑스텍, 2021-2023
- 모바일 로봇용 저전압 일체형 중실형 액추에이터 개발, (주)맥스모터매뉴팩처링, 2021-2023
- Ultra compact microinverter with mega-hertz switching, U.S. Department of Energy, USA, 2019-2020
- Development of High efficiency induction cooker, The Vollrath Company, USA, 2019-2020
- V2G/V2H용 양방향 컨버터 시스템의 초고효율 달성을 위한 원천기술 개발, 한국연구재단, 2018

□ 연구 논문

- “Highly efficient quasi-single-stage AC-DC converter employing bidirectional switch”, *IEEE Transactions on Transportation Electrification*, 2022

- “Improved odd-harmonic repetitive control scheme for Cuk-derived inverter”, *IEEE Transactions on Power Electronics*, 2022
- “Down-Sampled Repetitive Controller for Grid-Connected Ćuk CCM Inverter”, *IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics*, 2022
- “Combined feedback-feedforward control of Ćuk CCM converter for achieving fast transient response”, *IET Circuits, Devices & Systems*, 2022
- “High-Voltage-Gain Soft-Switching Converter Employing Bidirectional Switch for Fuel-Cell Vehicles”, *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 2021
- “Highly Efficient Bidirectional Current-Fed Resonant Converter Over a Wide Voltage Gain Range”, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 2021
- “Bridgeless Hybrid-Mode Zeta-Based Inverter: Dynamic Modeling and Control”, *IEEE Transactions on Power Electronics*, 2021
- “Four-phase Interleaved TCM DC-DC Buck Converter with Matrix Inductor in Battery Charging Application”, *IET Power Electronics*, 2021
- “Control strategy of single-phase hybrid-mode Cuk inverter for LVRT capability”, *IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics*, 2020
- “Highly efficient bidirectional series-resonant DC/DC converter over wide range of battery voltages”, *IEEE Transactions on Power Electronics*, 2020
- “Bridgeless Cuk-derived single power conversion inverter with reactive power capability”, *IEEE Transactions on Power Electronics*, 2020
- “Current-fed dual-half-bridge converter directly connected with half-bridge inverter for residential photovoltaic system”, *Solar Energy*, 2018
- “High step-up resonant DC-DC converter with ripple-free input current for renewable energy systems”, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 2018
- “Repetitive controller of capacitor-less current-fed dual-half-bridge converter for grid-connected fuel cell system”, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 2018
- “Dynamic modeling and controller design of dual-mode Cuk inverter in grid-connected PV/TE applications”, *IEEE Transactions on Power Electronics*, 2018
- “Repetitive controller with phase-lead compensation for Cuk CCM inverter”, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 2018

□ 국내특허 출원 및 등록

- “궤 컨버터 기반의 계통 연계형 단일단 인버터”, 2018, 등록
- “플라이백 컨버터의 구동제어 장치”, 2018, 등록