

2025 International Solid-State Circuits Conference

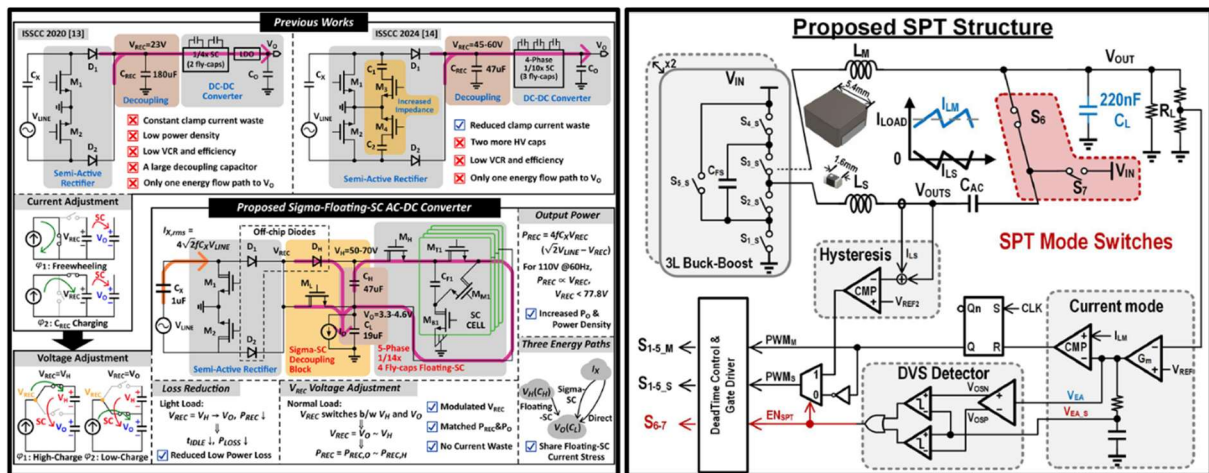
(ISSCC) Review

숙명여자대학교 전자공학전공 정준원 교수

Topic : Power (1)

Session 9 : Ubiquitous Power Delivery

Session 9에서는 효율 향상, 출력 전력 증가, 과도 응답 속도 개선, 소형화를 목표로 하는 다양한 기술이 발표되었다. 주요 발표 내용은 AC-DC 변환기, 공급 변조기 (Supply Modulator), LDO, 무선 전력 송수신기, 하이브리드 변환기에 관한 것이다.



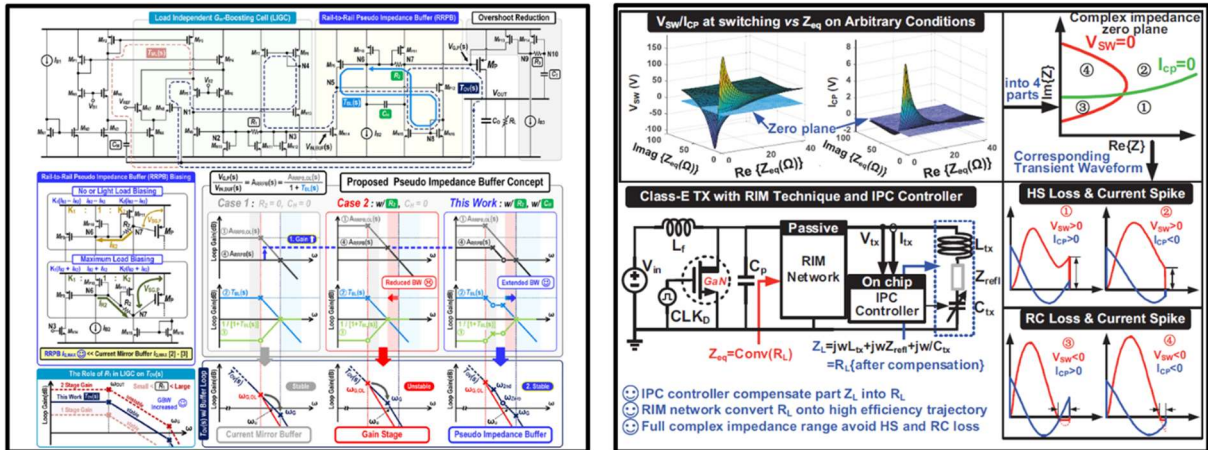
[그림 1] (좌) <#9.1> Sigma-floating-SC AC-DC 변환기, (우) <#9.4> Ripple cancellation SPT

#9-1 University of Macau에서 IoT와 smart home device 용 고효율 AC-DC converter를 소개했다. Sigma-floating-SC AC-DC 변환기를 제안하여 direct charging path를 추가했다. 이를 통해 current freewheeling을 완화하여 8%의 효율 향상을 얻었다. 82 ~ 230 V AC 전압을 입력 받아 3.3 ~ 4.6 V DC 전압을 출력한다. 최대 출력 전력은 1.52 W이며 최대 효율은 81.3% 이다.

#9-4 University of Science and Technology of China에서는 5G NR power amplifier를 위한 symbol-power-tracing (SPT) supply modulator를 발표했다. Ripple cancellation 기법을 적용하여 secondary converter가 main converter의 인덕터 전류 리플을 상쇄하도록 설계되었다. 이로 인해 로드 커패시터를 220 nF, 출력 전압 리플을 12 mV로 저감하였으며, 102 ns/V의 up transition 및 180 ns/V의 down transition을 달성했다.

#9-5 서강대학교에서 Sub-1V analog LDO 기술을 발표했다. Rail-to-rail pseudo impedance buffer와 load-independent Gm-boosting cell을 제안하여 넓은 로드 범위 (0 A ~ 1.2 A), 넓은 입력 범위 (0.7 V ~ 1.4 V), dropout 범위 (0.05 V ~ 0.2 V)에서 phase margin을 확보했다. 부하 전류가 커질수

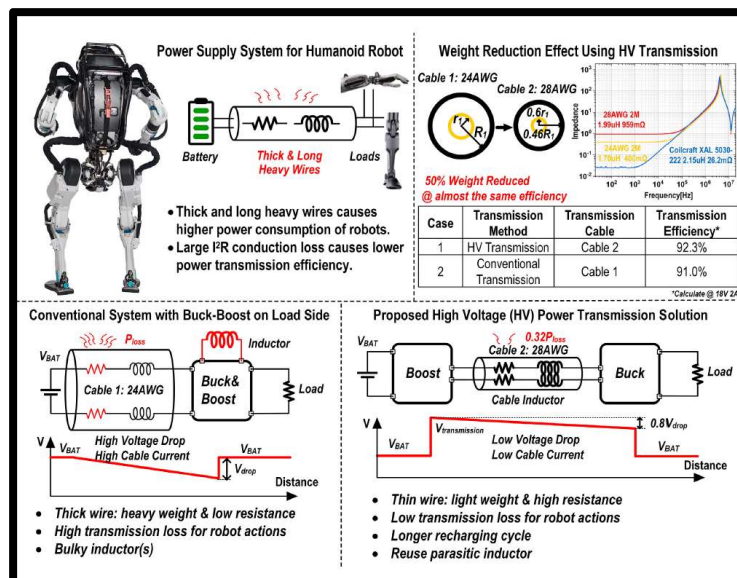
록 감소하는 phase margin을 보상하는 피드백 루프가 추가되었다.



[그림 2] (좌) <#9.5> Sub-1V analog LDO, (우) <#9.7> Class-E transmitter

#9-7 Xi'an JiaoTong University에서 무선 전력 송수신을 위한 Class-E transmitter를 소개했다. Adaptive real-part impedance-matching (RIM) 기술과 imaginary-part phase compensation (IPC) 기술을 제안하여 스위칭 손실을 줄이고, 스위칭 타이밍을 최적화하였다. 3 W~29 W의 로드 범위에서 88% ~ 94.2%의 높은 효율을 달성하였다.

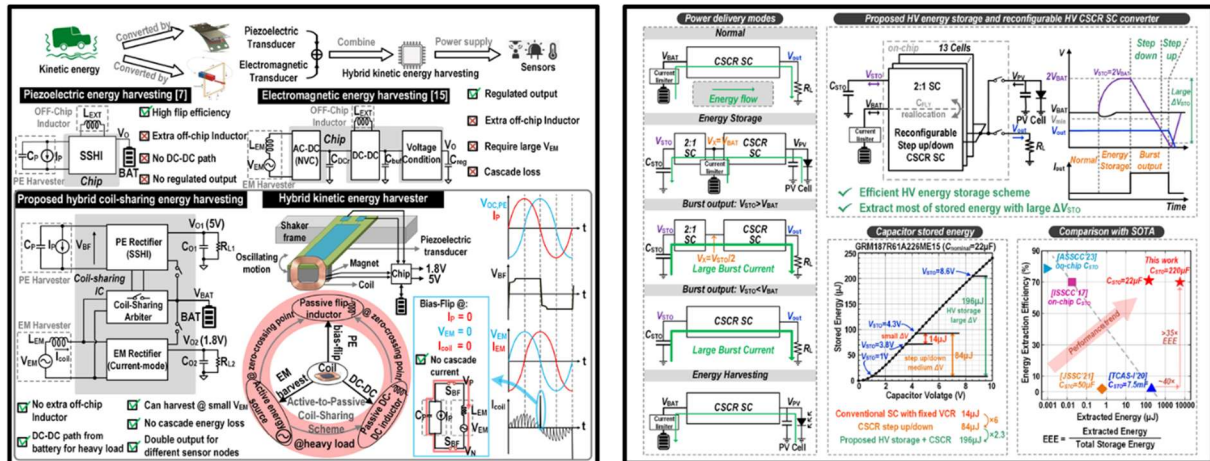
#9-9 University of Macau에서 휴머노이드 로봇용 power transmission cable을 위한 bi-directional dual-path boost-48 V-buck hybrid converter를 발표했다. 전력 송신부에서 승압, 전력 수신부에서 감압하여 transmission cable에서 발생하는 전력 손실을 저감했다. 이를 통해 transmission cable의 무게를 줄이고, 96.7% (16.5 W)의 높은 효율을 달성하였다. Cable의 기생 인덕터 성분을 재사용하였다.



[그림 3] <#9.9> 휴머노이드 로봇용 bidirectional hybrid 변환기

Session 31 : Energy Harvesting and IoT Power

Session 31 에서는 에너지 하베스팅 및 IoT 기기의 전력 관리(PMIC)를 위한 4 편의 논문이 발표되었다. 특히 효율 향상과 경량화를 목표로 하는 3 편의 Piezoelectric 에너지 하베스팅 기술과 1 편의 mm-scale IoT PMIC 기술이 소개되었다.



[그림 4] (좌) <#31.1> Hybrid energy harvesting system, (우) <#31.4> HV SC 변환기

#31-1 Delft University of Technology 에서는 Fully-Integrated 하이브리드 에너지 하베스팅 시스템을 발표했다. Piezoelectric 및 Electromagnetic (EM) energy harvester 를 통합하여 단일 시스템에서 두 가지 에너지원 활용이 가능하도록 설계되었다. 또한 EM 코일을 공유하여 bias-flip, DC-DC 변환, 및 EM 에너지 추출을 수행하는 구조를 제안하였다. 기존 방식 대비 외부 부품(인덕터, 커패시터)을 제거하여 소형화에 성공했으며, 2.72 mW 의 출력 전력 및 90%의 변환 효율을 달성했다.

#31-4 University of Macau 에서는 mm-scale IoT 기기를 위한 capacitive PMIC 를 발표했다. 고전압 (HV)으로 스토리지 커패시터를 충전 후, 온칩 Switched-Capacitor (SC) 변환기를 통해 에너지를 방출하는 방식을 제안하였다. 이를 통해 기존 방식 대비 35 배 높은 Energy Extraction Efficiency (EEE)와 27 배 증가한 Burst Energy 전달이 가능하며, 최대 5.68 mJ 의 Burst Energy 및 71%의 EEE 를 기록했다. 또한 스토리지 커패시터의 크기를 기존 대비 34 배 저감하여 소형화에 기여했다.

저자정보



정준원 교수

- 소 속 : 숙명여자대학교 전자공학전공
- 연구분야 : Sensor Readout ICs / Power Management ICs
- 이 메 일 : jwjeong@sookmyung.ac.kr
- 홈페이지 : <https://sites.google.com/sookmyung.ac.kr/csl>