

LTE-Advanced 표준을 지원하는

0.13- μm CMOS RF Front-End 송신기 설계

김종명* · 이경욱* · 박민경* · 최윤호** · 정재호** · 김창완*

*동아대학교 · **한국전자통신연구원(ETRI)

A 0.13- μm CMOS RF Front-End Transmitter for LTE-Advanced Systems

Jong-Myeong Kim* · Kyoung-Wook Lee* · Min-Kyung Park* · Yun-Ho Choi** · Jae-Ho Jung** ·
Chang-Wan Kim*

*Dong-A University · **Electronics and Telecommunications Research Institute(ETRI)

E-mail : resetart@donga.ac.kr

요 약

본 논문에서는 LTE-Advanced 시스템에 적용할 수 있는 0.13- μm CMOS RF Front-end 송신기를 제안한다. 제안하는 RF Front-end 송신기는 3GPP의 E-UTRA Band 7 주파수인 2500 ~ 2570 MHz 대역을 지원하며 +10 dBm의 출력 P1dB 특성을 가지고, 실제 동작에서는 +0 dBm 출력 전력을 제공한다. 회로의 성능은 레이아웃 후 Post Layout Simulation을 통해 검증하였으며, +0 dBm 출력 시 1.2 V의 공급 전압원으로부터 상향주파수변환기는 14 mA, 그리고 구동증폭기는 28 mA를 소모한다.

ABSTRACT

This paper has proposed a 0.13- μm CMOS RF Front-end transmitter for LTE-Advanced systems. The proposed RF Front-end supports a band 7 (from 2500 MHz to 2570 MHz) in E-UTRA of 3GPP. It can provide a maximum output power level of +10 dBm but it's a normal output power level is +0 dBm considering a low PAPR. The post-layout simulation results show that the quadrature up-conversion mixer and a driver amplifier consumes 14 mA and 28 mA from a 1.2 V supply voltage respectively, while providing a output power level of 0 dBm at the input power level of -13 dBm.

키워드

CMOS, LTE-Advanced, 구동증폭기, 상향주파수변환기, 송신기

1. 서 론

LTE-Advanced 표준 기술은 3GPP (3rd Generation Partnership Project)에서 LTE 표준 기술의 후속 기술로 2008년 초부터 개발해오고 있는 4세대 이동통신 시스템에 가장 가깝다고 평가되고 있는 기술이다[1]. LTE-Advanced 표준 기술은 고용량의 데이터의 빠른 전송을 위해 OFDMA(Orthogonal Frequency-Division Multiple Access)와 SC-FDMA(Single-Carrier Frequency-Division Multiple Access)를 기본 변조 방식을 채택하고 있다. 이 중 OFDMA는 OFDM(Orthogonal Frequency-Division Multiplexing)을 전송방식으로 사용하는

데, OFDM은 주파수 선택적 페이딩 상황에 강하고 주파수 이용효율이 높다는 장점을 가진다. 하지만 반송파의 주파수 오프셋과 위상잡음에 민감하여 신호 대 잡음비(SNR)가 주파수 오프셋과 위상잡음의 변화에 크게 감소하는 단점이 있다. 또한 큰 PAPR(Peak to Average Power Ratio)은 증폭기의 효율을 감소시키므로 PAPR의 감소가 요구된다.

본 논문에서는 50 Mbps 전송속도를 지원하고 10 dB 백오프(Back-off)을 제공하는 LTE-Advanced RF Front-end 송신기를 제안한다.

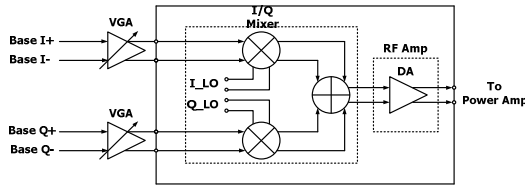


그림 1. 제안하는 송신단 RF Front-end 블록도

II. 송신단 RF Front-end 구조

본 논문에서 제안하는 송신단 RF Front-end의 블록도를 그림 1에 나타내었다. 그림 1의 제안하는 RF Front-end는 전류 효율을 높이고 칩 면적을 최소화하기 위해 직접변환방식(Direct-Conversion) 구조를 채택하였다[2]. 그림 1에서 보는 바와 같이 제안하는 RF Front-end는 기저대역 신호를 상향 주파수로 변환하는 I/Q 상향주파수변환기(U p-Conversion Mixer)와 +0 dBm 출력 전력을 제공하는 구동증폭기(Driver Amplifier)로 구성된다.

III. 송신단 RF Front-end 설계

3-1. 상향주파수 변환기(Up-Conversion mixer)
 제안하는 상향주파수 변환기는 동일한 2개의 길버트(Gilbert) 주파수변환기로 구성되어 있고, 기저 대역 입력신호와 국부 발진기 신호 모두 I/Q 형태의 Quadrature 신호를 공급받는다. 송신단에서 출력 전력의 30 dB 이상의 EVM(Error Vector Magnitude)를 확보하기 위하여 상향주파수 변환기의 선형 특성은 매우 중요하다. 제안하는 상향주파수변환기는 소스 감쇄 저항을 이용한 트랜스컨덕턴스(Transconductance)단을 채택하여 입력 신호에 대한 선형특성을 확보하였고, RLC 공진회로를 부하로 채택하여 결론적으로 +7 dBm의 출력 P1dB를 확보 하였다. 또한, 상향주파수 변환기의 출력단에서 국부 발진 신호의 누설을 최소화하기 위해서 트랜스컨덕턴스단에 5-bit 제어 가능한 전류원을 적용하였다[3]. 상향주파수 변환기의 부하는 RLC 공진부하를 이용하여 2300~2700 MHz의 3 dB 대역폭을 지원한다.

3-2. 구동증폭기(Driver-Amplifier)
 OFDMA가 요구하는 높은 선형 특성을 만족하고, 전류 소모를 줄이기 위해 제안하는 구동증폭기는 Class AB 구조로 설계하였다. 구동증폭기는 +10 dBm의 출력 P1dB 특성을 가지며, 출력단은 RLC 공진회로를 이용하여 2300~2700 MHz의 주파수 대역을 만족시키게 설계하였고, 입출력단 간의 격리 특성을 향상시키기 위해 케스코드 구조로 설계하였다. 구동증폭기는 출력신호가 크므로 부재환 설계 기법을 적용하여 발진가능성을 없앴다. 출력 전력은 2-bit 제어되어 -20/-10/-5/0 dBm을 제공할 수 있으며, 출력 전력 레벨에 따

표 1. 성능 요약

Operation Frequency	2300 ~ 2700 MHz
Output Power Level	+0 dBm
Output P1dB	+10 dBm
Sideband Rejection	> 49 dBc
CMOS Technology	0.13 μm
Supply Voltage	1.2 V
DC current	42 mA

라 각각 2/4/8/14 mA를 소모한다.

표 1은 그림 1의 제안하는 RF Front-end 송신단의 포스트 레이아웃(Post-layout)시뮬레이션 결과를 보여준다.

IV. 결론

본 논문에서 제안하는 LTE-Advanced RF Front-end 송신기는 0.13- μm CMOS 공정을 이용하여 설계되었으며, Spectre RF 시뮬레이터를 이용하여 포스트 레이아웃 시뮬레이션을 하였다. 설계된 RF Front-end 송신기는 +10 dBm의 출력 P1dB 특성을 가지며, 실제 동작에서는 +0 dBm 출력 전력을 제공한다. 설계한 송신단 RF Front-end 송신기는 1.2 V의 공급 전압을 사용하여 +0 dBm 출력 시 상향주파수변환기에서 14 mA, 그리고 구동증폭기에서 28 mA로 총 42 mA의 전류를 소모한다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부의 정부출연금 연구사업의 일환으로 수행하였음. [차세대 IMT-Advanced 시스템 기술]

참고문헌

- [1] 윤영우, "LTE-Advanced 표준 기술 (REL-10 동향 및 REL-11 전망)," 한국통신학회지 (정보와통신), 제28권 제6호, 2-96, 2011.
- [2] H.Kuo, Y. Li, and Y. Pang, "A 0.13 μm CMOS Transmitter with 72-dB RF Gain Control for Mobile Wimax/Wibro Applications," IEEE Radio Frequency Integrated Circuits Symposium, pp. 105-108, 2008.
- [3] Gabriel Brenna, David Tschopp, Juergen Rogin, Ilian Kouchev, and Qiting Huang, "A 2-GHz Carrier Leakage Calibrated Direct-Conversion WCDMA Transmitter in 0.13- μm CMOS," IEEE Journal Of Solid-State Circuits, Vol. 39, No. 8, 2004.