

IEEE 802.15.4g SUN 표준을 지원하는 920 MHz 대역 0.18- μ m CMOS RF 송수신단 통합 회로단 설계

박민경* · 김종명* · 이경욱* · 김창완*

*동아대학교

A 0.18- μ m CMOS 920 MHz RF Front-End for the IEEE 802.15.4g SUN Systems

Min-kyung Park* · Jong-myeong Kim* · Kyoung-wook Lee* · Chang-wan Kim*

*Dong-A University

E-mail : toto226@hanmail.net

요 약

본 논문은 IEEE 802.15.4g SUN (Smart utility network)을 지원하는 920 MHz 대역 RF 송수신단 통합회로 구조를 제안한다. 제안하는 통합회로는 920 MHz에서 동작하고 구동증폭기, RF 스위치, 그리고 저잡음 증폭기로 구성되어 있다. 송신모드에서는 구동 증폭기가 동작하는데 싱글 구조로 설계되어 트랜스퍼머에 의한 출력 신호 손실을 제거 하였고 또한 RF 스위치의 위치를 수신단에 적용하여 출력 신호 손실을 제거 하였다. 수신모드에서는 RF 스위치와 저잡음 증폭기가 동작하는데 싱글 입력 신호에 대해 차동 출력 신호를 제공할 수 있다. 구동증폭기의 부하와 저잡음 증폭기의 입력 정합회로는 한 개의 LC 공진회로를 공유하여 칩 면적을 최소화 할 수 있다. 본 논문에서 제안하는 통합회로는 0.18- μ m CMOS 공정을 사용하여 설계하였고, 1.8 V 공급 전압에서 구동증폭기는 3.6 mA, 저잡음 증폭기는 3.1 mA의 전류를 소모한다.

ABSTRACT

This paper has proposed a 920 MHz RF front-end for IEEE 802.15.4g SUN (Smart Utility Network) systems. The proposed 920 MHz RF front-end consists of a driver amplifier, a low noise amplifier, and a RF switch. In the TX mode, the driver amplifier has been designed as a single-ended topology to remove a transformer which causes a loss of the output power from the driver amplifier. In addition, a RF switch is located in the RX path not the TX path. In the RX mode, the proposed low noise amplifier can provide a differential output signal when a single-ended input signal has been applied to. A LC resonant circuit is used as both a load of the drive amplifier and an input matching circuit of the low noise amplifier, reducing the chip area. The proposed 920 MHz RF Front-end has been implemented in a 0.18- μ m CMOS technology. It consumes 3.6 mA in driver amplifier and 3.1 mA in low noise amplifier from a 1.8 V supply voltage.

키워드

CMOS, integrated circuit, 구동증폭기, 저잡음 증폭기, 스마트 그리드

1. 서 론

스마트 그리드(Smart Grid) 기술은 지능형 전력망을 통한 효율적인 에너지 관리 및 비용절감 그리고 신재생 에너지 생산 등을 목적으로 기존의 정보통신기술(IT)을 접목시킨 신성장 동력 산업의 핵심 기술이다[1]. 최근 IEEE 802.15.4g SUN(Smart Utility Network)은 기존의 지그비(Zigbee) 기술의 단점을 보완하고 스마트 그리드

와 연계하여 새로운 물리계층에 대한 국제 표준화로 진행됨에 따라 이 시스템에 최적화된 RF 송수신기를 개발할 필요성이 있다.

본 논문에서는 IEEE 802.15.4g를 지원하면서 MR-OFDM (Multi Rate and Multi Regional Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 통신방식에 적합하고 선형성이 우수한 920MHz 대역 RF 송수신단 통합회로단을 제안한다.

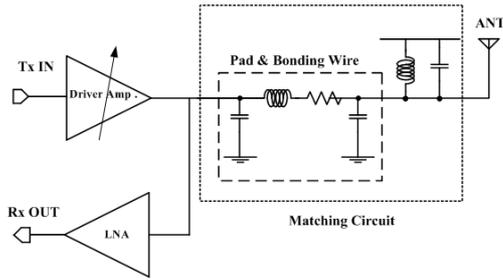


그림 1. 제안하는 920 MHz RF 송수신단 구성도

II. 송수신단 구조

본 논문에서 제안하는 920 MHz 대역 RF 송수신단 통합회로단의 구성도를 그림 1에 나타내었다. 본 논문에서 제안하는 920 MHz 대역 RF 송수신단 통합회로단은 구동증폭기, RF 스위치, 그리고 저잡음 증폭기로 구성되어 있으며 송신 신호가 트랜스퍼머(transformer)의 삽입손실에 의한 신호 감소를 피하기 위해 싱글 구조를 기본적으로 채택하였다. 또한 송신단에서 사용되는 RF 스위치를 제거하고 저잡음 증폭기의 입력단에 위치시켜서 +10 dBm 수준의 높은 출력 파워를 dc 전류를 최소화하면서 제공할 수 있다. 송신단과 수신단은 구동 증폭기와 저잡음 증폭기의 바이어스 회로를 제어하여 선택할 수 있다[2]. 또한 구동증폭기의 부하와 저잡음 증폭기의 입력정합회로는 동일한 LC 공진회로를 공유함으로써 실리콘 칩상에서 또는 PCB 에서 부피가 큰 인덕터 개수를 줄일 수가 있다.

III. 송수신단 설계

제안하는 920 MHz 대역 RF 송수신단 통합회로단이 송신단 모드로 동작하기 위해 RF 스위치와 저잡음 증폭기의 바이어스를 turn-off 시켜서 구동증폭기의 회로에만 DC 전류를 흐르게 한다. 이때 LC 공진회로는 구동증폭기의 부하로 사용된다. 구동증폭기는 전류 소모를 줄이기 위해 Class AB 구조로 설계하였고 높은 출력 신호에 대한 회로의 안정성을 고려하여 입출력간 격리 특성이 우수한 cascode 증폭기 구조를 기본 구조로 채택하였다. 출력 전력크기에 따라 전류 소모를 제어하기 위해 3-bit 게인 컨트롤 기능을 추가하였다. 송신모드에서 구동증폭기의 출력 신호는 대역 통과필터(BPF)의 삽입손실만 경험하여 그 만큼 신호 손실분이 줄게 된다.

제안하는 920 MHz 대역 RF 송수신단 통합회로단이 수신단 모드로 동작하기 위해서 구동증폭기의 바이어스 회로는 turn-off 되고 RF 스위치와 저잡음 증폭기는 turn-on 된다. 이때 LC 공진회로는 저잡음 증폭기의 입력 정합회로로 사용된다.

표 1. 제안하는 통합 회로의 성능 요약

| | Tx mode | Rx mode |
|-----------------------|---------|---------|
| Current (mA)@ 1.8V | 3.6 | 3.1 |
| S11 (dB) | - | -17.2 |
| S21 (dB) | 12.8 | 27.1 |
| Noise Figure (dB) | - | 2.7 |
| K-factor | $K > 1$ | $K > 1$ |
| OP1dB (dBm) | 9.8 | -7.0 |
| IP1dB (dBm) | -1.0 | -21.6 |
| OIP3 (dBm) | 21.5 | 5.5 |
| IIP3 (dBm) | 9.6 | -10.1 |
| Tx-Rx Isolation (dB) | 64 | |
| Tx-Ant Isolation (dB) | 44 | |

다. 저잡음 증폭기의 입력 정합을 위한 LC 공진회로는 단일 위상 구조의 구동증폭기의 부하와 공유를 해야 하므로 저잡음 증폭기의 입력은 단일 입력의 구조이다. 저잡음 증폭기의 다음단인 주파수 변환기의 입력을 차동입력으로 주면서 낮은 잡음지수를 가지기 위하여 저잡음 증폭기는 Single to Differential 형태인 Noise Cancelling 구조로 채택하였다. 또한 저잡음 증폭기의 부하는 외부 인덕터와 커패시터를 사용하여 높은 이득을 가지고 낮은 잡음 지수를 가지도록 하였다.

V. 결 론

본 논문에서 제안하는 IEEE 802.15.4g SUN MR-OFDM SUN 920 MHz 대역 RF 송수신단 통합회로단은 0.18- μ m CMOS 공정을 이용하여 설계되었다. 모의실험 결과 제안하는 통합회로가 송신단 모드로 동작하는 경우, 구동증폭기가 +9.8 dBm의 출력 P1dB 특성을 가지고 3.6 mA의 전류를 소모한다. 그리고 수신단 모드에서 저잡음 증폭기가 동작하는 경우에는 27 dB의 전력 이득과 2.7 dB 잡음 지수를 가지고 3.1 mA의 전류를 소모한다.

참고문헌

- [1] 신철호, 오미경, 그리고 최상성, "IEEE 802.15.4g SUN 표준 기술 동향," 주간기술동향 1483호, 정보통신산업진흥원, 1-13, 2011년 2월
- [2] Seungkee Min, Shashidharan S, Stevens M, Copani T, Kiaei S, Bakalloglu B and Chakraborty S, "A 2mW CMOS MICS-band BFSK transceiver with reconfigurable antenna interface," Radio Frequency Integrated Circuits Symposium (RFIC), 289-292, 23-25 May 2010