

# L1/L5 밴드 GPS/Galileo 수신기를 위한 0.13 $\mu\text{m}$ 3.6/4.8 mW CMOS RF 수신 회로

이형수, \*조상현, \*고진호, 남일구  
 부산대학교 전자전기통신공학부, \*(주)파이칩스  
 e-mail : polalee@pusan.ac.kr, nik@pusan.ac.kr

## A 3.6/4.8 mW L1/L5 Dual-band RF Front-end for GPS/Galileo Receiver in 0.13 $\mu\text{m}$ CMOS Technology

Hyung-Su Lee, \*Sanghyun Cho, \*Jinho Ko, Ilku Nam  
 Dept. of EE, Pusan National University  
 \*PHYCHIPS Inc.

### Abstract

In this paper, CMOS RF front-end circuits for an L1/L5 dual-band global positioning system (GPS)/Galileo receiver are designed in 0.13  $\mu\text{m}$  CMOS technology. The RF front-end circuits are composed of an RF single-to-differential low noise amplifier, an RF polyphase filter, two down-conversion mixers, two transimpedance amplifiers, a IF polyphase filter, four de-coupling capacitors. The CMOS RF front-end circuits provide gains of 43 dB and 44 dB, noise figures of 4 dB and 3 dB and consume 3.6 mW and 4.8 mW from 1.2 V supply voltage for L1 and L5, respectively.

### I. 서론

GNSS (Global Navigation Satellite System)는 인공 위성을 이용하여 위치, 속도, 시간 정도를 사용자에게 제공하는 목적으로 개발되어 군사용 뿐만 아니라 민간용 분야에서도 널리 사용되고 있다 [1]. 현재 GNSS 분야는 미국의 GPS (Global Positioning System)이 거의 독점하고 있는 가운데 유럽을 중심으로 순수 민간용 서비스를 목적으로 Galileo 프로젝트가 진행되어 약 30개의 인공위성을 이용하여 GPS보다 약 3배의 정확

도를 제공하려고 한다. 향후 시장에서는 GPS와 Galileo 수신기가 혼재되어 사용될 것이다. 따라서 두 시스템을 동시에 지원할 수 있는 RF 수신기가 필요하다.

본 논문에서는 GPS와 Galileo를 동시에 수신할 수 있는 L1/L5 수신기를 위한 저전력 CMOS RF front-end 회로를 설계하고, 각 회로에 대한 설명과 설계된 성능에 대해 기술한다.

### II. 본론

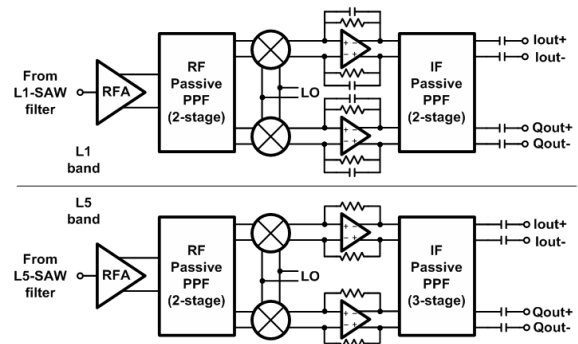


그림 1. 설계된 L1/L5 밴드 수신 회로 블락도

그림 1은 설계된 L1/L5 밴드 GPS/Galileo 수신기 회로의 블락도를 보여주고 있다. 본 논문에서는 안테나에서 들어오는 입력 신호를 저 잡음 증폭기를 통해 증폭하

고 SAW 필터를 이용하여 간섭 신호를 제거한 신호를 받아 처리하는 즉, SAW 필터 이후 RF front-end에 대해 설계하였다. 설계된 회로는 저 잡음 싱글엔드-차동 변환 증폭기, I/Q 신호를 만들어 주기 위한 RF polyphase 필터, 하향 수동 혼합기, 트랜스임피던스 증폭기, 이미지 제거를 위한 IF polyphase 필터, baseband 회로로 연결되는 de-coupling 캐패시터로 구성된다. L1 수신 회로와 L5 수신 회로는 동시에 수신할 경우 동일하고 대칭적인 성능을 얻기 위해 IF polyphase 필터를 제외하고 동일한 회로로 구성하였다.

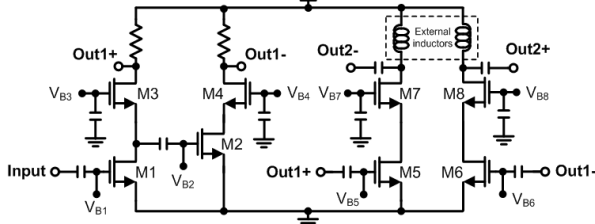


그림 2. 저잡음 싱글엔드-차동 변환 증폭기

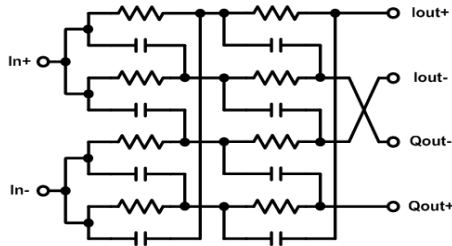


그림 3. 2단 RF polyphase 필터

GPS 수신 회로에서 가장 중요한 성능 지표는 잡음 지수이기 때문에 SAW 필터 뒤에 오는 RF front-end에서도 저 잡음 특성이 가장 중요하다. 따라서 설계된 수신 회로에서 초단 회로는 그림 2와 같은 저 잡음 싱글엔드-차동 변환 증폭기로 구성된다. 저 잡음 특성을 얻기 위해 M1 트랜지스터를 이용하여 공통 소스 트랜스컨덕터를 구성하였고, M2와 M3의 트랜지스터를 이용하여 공통 소스, 공통 게이트 구조를 이용하여 차동 신호로 변환할 수 있도록 설계하였다. 그림 3과 같이 저 잡음 싱글엔드-차동 변환 증폭기 뒤 단에 그림 3과 같은 I/Q 신호를 만들어 주는 수동 소자로 구성된 RF polyphase 필터의 전압 손실이 있어 이를 보상하기 위해 저 잡음 싱글엔드-차동 변환 증폭기는 2단 증폭기로 구성되었다.

하향 수동 혼합기는 NMOS 트랜지스터를 이용하여 구성하였고, 국부 발진기 신호의 전압 크기에 의해 on 저항이 결정되고 on 저항과 뒤 단에 오는 트랜스임피던스 증폭기의 저항의 비에 의해 전압 이득을 얻게 된다. 하향 수동 혼합기에 의해 IF 신호로 전환된 신호에서 이미지 신호를 제거하기 위해 L1 수신 경로에 2차 polyphase 필터와 L5 수신 경로에 3차 polyphase 필터를 사용하였다.

### III. 설계된 수신 회로 성능

설계된 수신 회로의 레이아웃(layout) 도는 그림 4와 같다. 패드를 제외한 면적은 1.09 mm<sup>2</sup>이다. 레이아웃 도로부터 기생 성분을 추출한 post-layout 시뮬레이션 결과를 표1에 정리하였다.

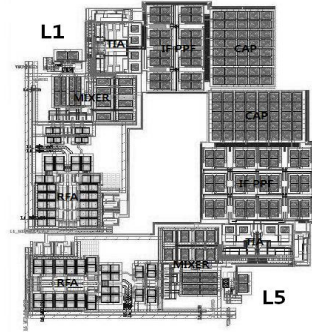


그림 4. L1/L5 밴드 수신 회로 레이아웃 도

표 1. 설계된 L1/L5 수신 회로 성능

### IV. 결론 및 향후 연구 방향

Corner	SSSS	TTTT	FFFF
Gain (L1/L5)	42 dB / 43 dB	43 dB / 44 dB	44 dB / 45 dB
NF (L1/L5)	5 dB / 4 dB	4 dB / 3 dB	3 dB / 2.5 dB
IIP3 (L1/L5)	-30 dBm / -30 dBm	-30 dBm / -30 dBm	-30 dBm / -30 dBm
Image rejection	~ 20 dB	~ 20 dB	~ 20 dB
Current (L1/L5)		3 mA / 4 mA	
Voltage		1.2 V	

본 논문에서는 L1/L5 밴드를 동시에 수신할 수 있는 CMOS RF front-end 회로가 설계되었다. 설계된 회로는 저 전력을 소모하면서 고 이득 및 저 잡음 특성 등 우수한 성능을 보이고 있다. 본 논문에서 설계된 회로는 저 전력 고성능 L1/L5 GPS/Galileo 단일 칩 수신기 설계에 활용될 수 있다.

### 참고문헌

- [1] 남두희, GNSS 추진 현황과 대응 전략, 2006.
- [2] J. Ko et. al., "A 19-mW 2.6-mm<sup>2</sup> L1/L2 dual-band CMOS GPS receiver," *IEEE J. of Solid-State Circuits*, vol. 40, no. 7, pp. 1414-1425, July 2005.