

선형화된 트랜스컨덕턴스 전압 제어 발진기를 이용한 13-GHz 위상 잠금 루프 설계

송재훈^{*}, 최은철, 남상욱
서울대학교 전기정보공학부 & 뉴미디어 통신공동연구소
doritos43@ael.snu.ac.kr

I. 서론

최근 CMOS 트랜지스터의 게이트 길이를 짧게 하여 높은 차단 주파수 및 빠른 스위칭 속도를 갖는 CMOS 공정이 잇따라 개발됨에 따라 저비용, 고집적 특성을 갖는 CMOS 회로의 수요가 높아지고 있다. 무선 통신 및 레이더 시스템 응용에 있어서 저 위상 잡음 전압 제어 발진기 (VCO) 및 위상 잠금 루프 (PLL) 개발이 중요한 이슈가 되고 있다. 본 논문에서는 13 GHz 에서 동작하는 선형화된 트랜스 컨덕턴스 (LiT) VCO 를 이용한 정수-N 방식의 PLL 설계에 대해 다루고 있다.

II. 회로 설계

일반적으로 VCO 의 위상 잡음 특성은 발진 진폭과 내재적인 소자 잡음에 의해 결정된다고 알려져 있다. 발진 진폭을 증가시키고 내재된 소자의 잡음을 최소화 하기 위해 LiT 기술이 발표되었다 [1]. LiT 를 구현하기 위해서는 일반 VCO 와는 다르게, 드레인 노드의 전압 진폭이 게이트 보다 작도록 피드백을 구성해야 한다. 개발된 LiT VCO 에서는 LC 공진기를 게이트 노드에 연결하므로 드레인에 초크 인덕터가 필요하고 커패시터 분주기를 이용하여 피드백을 하는 등의 복잡한 구조를 이용했지만, 본 논문에서 사용된 LiT VCO 는 그림 1(a)와 같이 3:2 트랜스포머를 이용하여 간단하고 적은 면적으로 LiT 를 구현하였고, 출력은 주입-잠금 버퍼가 이용되었다 [2]. 그림 1(b)는 LiT VCO 의 드레인과 게이트 노드의 전압 파형이다. 본 VCO 는 자유 발진 상태에서 12.6 ~ 13.4 GHz 의 주파수를 커버하도록 설계되었고, 그림 1(c)는 13 GHz 에서의 위상 잡음 특성 시뮬레이션 결과이다. 13 GHz 저 위상 잡음 LiT VCO 와 전류 모드 논리 (CML) 주파수 분주기, 단일 위상 클락 (TSPC) 주파수 분주기, 위상 주파수 감지기 (PFD), 전하 펌프 (CP), 그리고 루프 필터를 이용하여 정수-N 방식의 PLL 을 설계하였다 [그림 2(a)]. 그림 2(b)는 설계된 회로의 레이아웃이다. 설계된 PLL 의 루프 대역폭은 CP 의 바이어스 전류에 따라 100 kHz 에서 1 MHz 까지 변할 수 있도록 설계하였다.

III. 결과

50.00 ~ 50.75 MHz의 레퍼런스 클락 신호로 본 PLL 은 잠금 가능하며, 이 레퍼런스 클락에 따라 잠금된 최종 주파수 출력은 12.8 ~ 13.0 GHz로 예상된다. 위상 잡음 특성 시뮬레이션 결과는 1 MHz 오프셋 주파수에서 -119 dBc/Hz 이며, DC 전력 소모는 34.1 mW 이다.

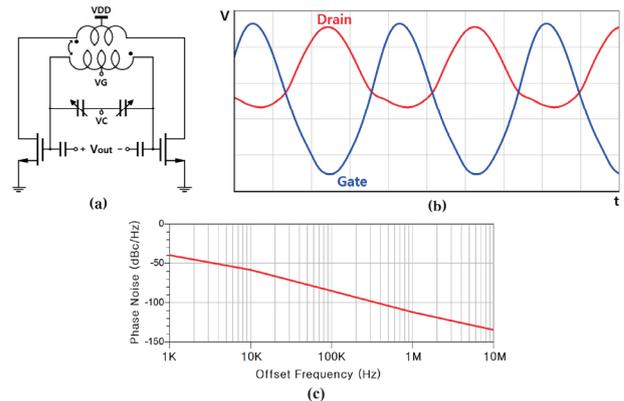


그림 1. (a) LiT VCO의 회로도. (b) 드레인과 게이트 노드에서의 LiT VCO의 시뮬레이션 파형. (c) 위상 잡음 시뮬레이션

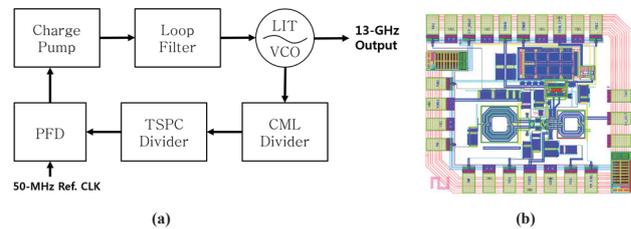


그림 2. (a) 설계된 PLL의 블록 다이어그램. (b) 레이아웃.

Acknowledgement

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Ministry of Science, ICT & Future Planning (MSIP) (No. 2009-0083495). This work was supported by the IDEC.

참고문헌

[1] B. Sadhu, M. A. Ferriss, A. S. Natarajan, S. Yaldiz, J. O. Plouchart, A. V. Rylyakov, A. Valdes-Garcia, B. D. Parker, A. Babakhani, S. Reynolds, X. Li, L. Pileggi, R. Harjani, J. A. Tierno, D. Friedman, "A linearized, low-phase-noise VCO-based 25-GHz PLL with autonomic biasing," *IEEE J. Solid-State Circuits*, vol. 48, no. 5, pp. 1138-1150, May. 2013.
[2] J. H. Song, B. S. Kim, and S. Nam, "A 13 GHz 3:2 transformer based linear transconductance VCO," in *Proc. IEEE Int. SoC Design Conf. (ISODC)*, pp. 233-234, Nov. 2015.