

# 5 세대 이동통신 시스템을 위한 LC 구조 전압발진기와 4 분주기 ILFD 의 설계

김보라<sup>1</sup>, 문 용<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> 숭실대학교 전자공학부

전화: (02)825-8108, E-mail: qnfm10@naver.com, moony@ssu.ac.kr

## A Study on LC-VCO and ILFD for Advanced Wireless Communication system

Bora Kim<sup>1</sup>, Yong Moon<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>School of Electronic Engineering Soongsil University

### 요 약

이동통신 기술의 발전에 따라 데이터 트래픽 수가 기하급수적으로 늘어나고 있다. 이에 따라 기존의 이동 통신 기술인 4G 보다 한 단계 더 발전한 5 세대 이동통신인 5G 가 활발히 개발 중이다. 본 논문에서는 5 세대 이동통신에서 주파수를 안정적으로 공급하기 위한 위상고정루프의 코어 블록인 입력전압에 따라 일정한 주파수를 공급하는 전압제어 발진기와 높은 주파수를 낮은 주파수 대역으로 분주하는 고속 분주기를 설계하였다. 설계한 VCO 는 26GHz~30.15GHz 대역에서 발진이 가능하며, ILFD 는 상기 대역에서 4 분주를 수행함을 확인하였다.

### Abstract

Due to development of wireless communication technology, wireless data traffic become increasing rapidly. As a result, 5G, one step further than 4G wireless communication system, is under active development. In this paper, we designed VCO that supplies a constant frequency according to the input voltage, and high-speed divider that divide high frequency to low frequency. And these two block are core of PLL for stable supply of frequency in 5G wireless communication system.

**Keywords:** 5G, VCO, ILFD

## I. 서론

이동통신기술이 발전함에 따라 더 높은 데이터 처리속도가 필요로 해졌다. 그에 따라 기존의 4 세대 이동통신보다 약 20 배의 빠른 데이터 처리 속도를 가지는 5 세대 이동통신 시스템이 개발 중에 있다. 본 논문에서는 5 세대 이동통신 시스템에서 일정한 주파수를 공급하기 위한 위상고정루프 (PLL, Phase Locked Loop)의

코어블록인 전압제어발진기(VCO, Voltage Controlled Oscillator)와 고주파대역을 저주파대역으로 분주하기 위한 고속 분주기인 ILFD(Injection Locked Frequency Divider)를 설계하였다.

## II. LC-VCO 및 ILFD 의 설계

### 1. LC-VCO

전압 제어 발진기는 PLL 의 코어블록으로 특정 전압에 따라 일정한 주파수를 출력해주는 블록이다. 5 세대 이동통신

시스템에서 사용하는 주파수인 28.5GHz 를 목표로 설계하였다. LC 구조의 전압 제어 발진기를 선택하였고, 동작범위를 넓히기 위해 버렉터를 추가하였다. 그림 1. (a)는 설계된 전압 제어 발진기의 회로도이고, (b)에서 위상잡음을 나타내었다. 설계된 전압 제어 발진기의 동작범위는 26.66GHz ~ 30.17GHz 까지 총 3.5GHz 이고 위상잡음은 1MHz offset 에서 -166.83dBc/Hz 를 갖는다.

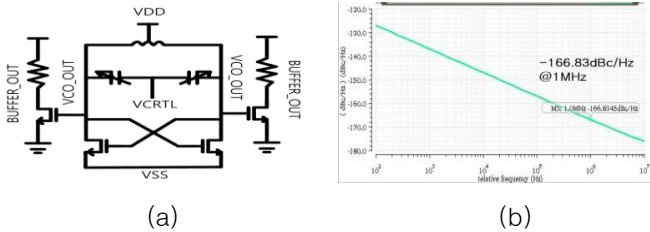


그림 1. (a)LC-VCO 회로도 (b) 위상잡음 (c) KVCO

Fig.1. (a)LC-VCO schematic (b) phase noise (c) KVCO

## 2. ILFD

본 논문에서는 LC 구조의 ILFD 를 사용하여 동작속도를 높였다. 버렉터를 사용하여 동작범위를 넓혀 전압 제어 발진기의 모든 동작범위에서 4 분주기가 가능하게끔 설계하였다. 그림 2 (a)는 ILFD 의 회로도이며, 그림 2 (b)는 전압 제어 발진기의 출력을 4 분주한 파형을 나타낸다.

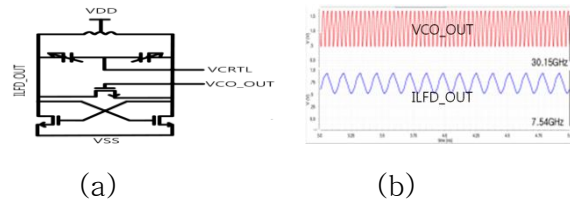


그림 2. (a)ILFD 회로도 (b) 출력파형

Fig.1. (a)ILFD schematic (b) simulation result

## III. 모의실험 결과

설계에 사용된 시스템은 CADENCE 사의 Spectre RF 시뮬레이터를 이용하여 65nm CMOS 공정을 사용하였다.

설계한 전압 제어 발진기에서 출력된 결과 값은 26.66GHz ~ 30.17GHz 의 주파수를 가지며, ILFD 는 전압 제어 발진기의 모든 동작범위에서 4 분주기가 가능하다. 그림 3 은 설계된 전압 제어 발진기와 ILFD 의 레이아웃이다.

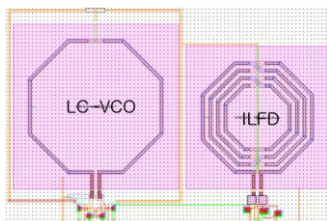


그림 3. LC-VCO 와 ILFD 의 레이아웃

Fig.3. Layout of LC-VCO and ILFD

그림 4 (a), (b), (c)는 레이아웃 후 추출된 넷리스트를 가지고 모의실험을 진행한 결과이며 각각 전압 제어 발진기의 출력 주파수가 최대, 최저 일 때와, 28.5GHz 일때 전압 제어 발진기와 ILFD 의 출력파형이다.

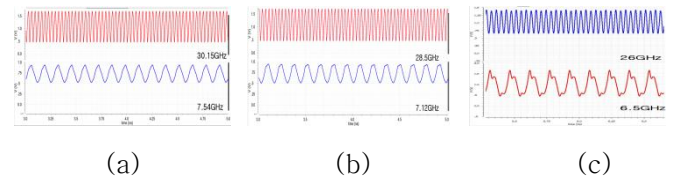


그림 4. (a)VCO 의 출력이 최고 주파수일 때 출력파형

(b)VCO 의 출력이 28.5GHz 일 때 출력파형

(c)VCO 의 출력이 최저 주파수일 때 출력파형

Fig.4. ILFD output of (a)When VCO output is highest frequency (b) When VCO output is 28.5GHz frequency (c) When VCO output is lowest frequency

## IV. CONCLUSION

28.5GHz 5G 용 PLL 의 핵심 블록인 전압 제어 발진기와 고속 4 분주기를 65nm CMOS 공정을 사용하여 설계였다. 높은 주파수 대역에서 넓은 동작범위를 갖기 위해 LC 구조의 전압 제어 발진기를 설계하였고, 이 전압제어 발진기의 출력을 고속으로 분주하기 위해 LC 구조의 ILFD 를 사용하였다. 제안된 전압제어 발진기와 ILFD 는 고속으로 동작해야 하는 5G 시스템 주파수 생성이나, PLL 등에 적용이 가능하다. 본 연구에서 CAD Tool 은 IDEC 의 지원을 받아 수행하였다.

### 감사의 글

"본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 대학 ICT 연구센터육성 지원사업의 연구결과로 수행되었음" (IITP-2017-2012-0-00641)

## REFERENCES

[1] E. K. Jorgensen, P.R. Mukund, "A Comparative Study of multi-GHz LCVCOs Designed in 28nm CMOS Technology", SOCC, page 82-87, 2015  
 [2] Chunqi Shi, Runxi Zhang, Zongsheng Lai, "A 30GHz Wideband CMOS Injection-Locked Frequency Divider for 60GHz Transceiver", Scientific Research, June, 2013