

# 수동태그용 극저전력 링발진기의 연구

서동민, 문 용

승실대학교 IT유통물류학과

e-mail : dominic\_seo@naver.com, moony@ssu.ac.kr

## A Study on Ultra Low Power Ring Oscillator for Passive Tags

Dong-Min Seo, Yong Moon

Department of IT Distribution & Logistics

Soongsil University

### Abstract

We have proposed a three stage Current Starved Voltage Controlled Oscillator (CSVCO) using  $0.18\mu\text{m}$  CMOS Technology for low power Passive Tags. The proposed circuit oscillates with the supply voltage of 1.0V. The Oscillation frequency of the designed VCO ranges from 5kHz to 47MHz with  $7.7\mu\text{W}$  power consumption. The output frequency of 13.56MHz is achieved with 0.67V control voltage. The proposed design is suitable for Passive Tags with ultra low power.

### I. 서론

NFC(Near Field Communication)는 13.56MHz의 주파수 대역을 사용하는 근거리 무선 통신으로 교통카드, 간편결제, 출입관리 등의 시스템에 응용되고 있다. 무선 통신 시스템에서는 휴대용 기기의 전력 소모가 중요한 부분을 차지하는데, 송수신단에서의 VCO는 이러한 통신 시스템의 성능에 영향을 준다. 그림 1은 NFC의 블록도를 보여주며, VCO는 Phase Locked Loop (PLL)을 이루고 있는 코어 중 하나이다.

이 논문에서는 수동형 태그를 위한 저전력 VCO를

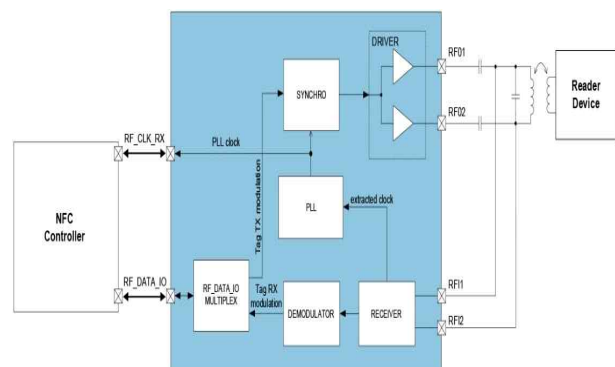


그림 1. NFC 블록도

구현하기 위해 전류 미러를 통해서 링발진기에 흐르는 전류를 제한하는 CSVCO를 제안하고자 한다. CSVCO는  $0.18\mu\text{m}$  CMOS 공정을 사용하여 3단 구조로 설계하였다.

본 논문 II장에서 제안된 CSVCO의 구조를 보이고, III장에서는 저전력으로 동작하는 CSVCO의 출력 주파수에 대한 모의실험 결과를 나타낸다. 마지막으로 IV장에서는 결론을 제시한다.

### II. 본론

그림 2는 제안된 CSVCO의 구조를 나타낸다. 제안된 구조는 중심부의 링발진기와 중심부의 위아래 양단의 전류 미러 그리고 버퍼로 구성하여 전류 미러를 통

해 인버터에 흐르는 전류를 최소한으로 제한한다. 제어 전압  $V_{CTRL}$ 로 전류를 조절함으로써 인버터의 충전 전 시간을 조절할 수 있다. 제어 전압 범위를 넓게 유지하기 위해서 비대칭 구조의 전류 미러를 사용하였다.

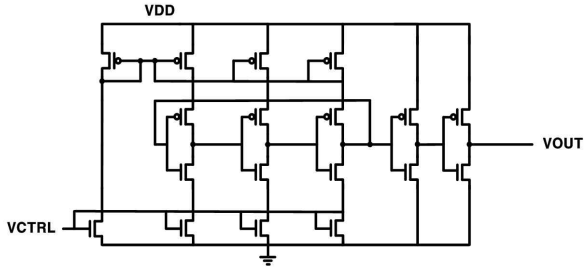


그림 2. Current-Starved VCO

인버터의 캐패시턴스는 지연 시간에 영향을 줄 수 있는데, 식 (1)의 계산을 통해 얻을 수 있다.<sup>[1]</sup>

$$C_{total} = C_o + C_i = \frac{5}{2} C_{ox} (W_P L_P + W_N L_N) \quad (1)$$

출력 주파수  $f_{osc}$ 는 전류 미러를 통해 제한되는 전류  $I_D$ 와 인버터의 캐패시턴스  $C_{total}$ 로 조절될 수 있다.  $N$ 은 링발진기를 구성하는 인버터의 개수를 나타낸다.<sup>[1]</sup> 인버터의 개수가 증가할수록 전력소모가 많아지므로 본 연구에서는 최소값인 3을 사용하였다.

$$f_{osc} = \frac{I_D}{NC_{total} V_{DD}} \quad (2)$$

### III. 구현

제안된 CSVCO는 0.18 $\mu$ m CMOS 공정을 사용하여 설계하였다.

그림 3은 제어 전압에 따른 VCO의 출력 주파수를 나타낸 결과이다. VCO의 제어 전압이 0.67V일 때 13.56MHz의 출력 주파수를 가지고, 7.7 $\mu$ W의 전력을 소모한다. 전류를 더 줄이는 것도 가능하나, 이 경우 전압에 따른 주파수의 단조성이 보장되지 않아서 단조성을 유지할 수 있는 최소 전류를 사용하였다. 제어 전압의 변화에 따른 출력주파수의 동작범위를 그림 4에 나타내었다.

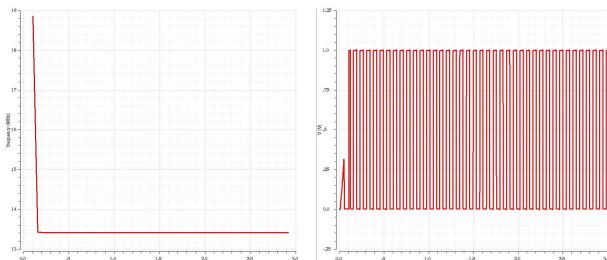


그림 3.  $V_{CTRL}=0.67V$ 일 때 CSVCO의 출력 주파수

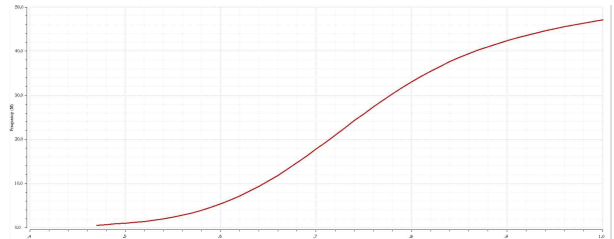


그림 4. 제어 전압의 변화에 따른 출력 주파수의 변화

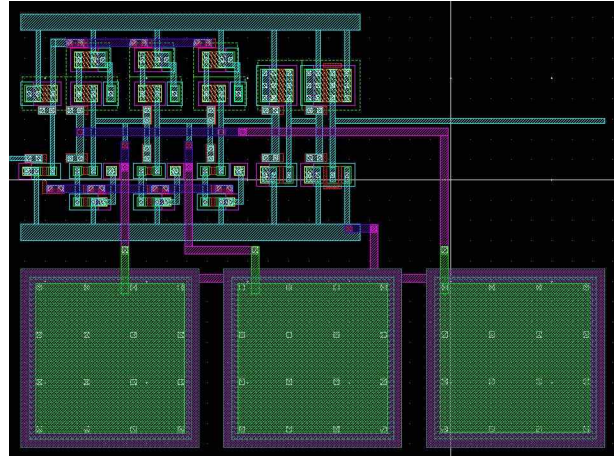


그림 5. 설계된 VCO 레이아웃

	전원 전압	소모 전력
[2] Zainab	5.0V	105.3mW
[3] Rashmi	1.8V	58.47 $\mu$ W
본 연구	1.0V	7.7 $\mu$ W

표 1. 소모 전력 비교

### IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 수동형 태그를 위한 저전력 CSVCO를 0.18 $\mu$ m CMOS 공정으로 설계하였다. 코어에 해당하는 링발진기의 전류를 제한함으로써 1.0V의 전원 전압으로 최대 47MHz까지의 동작범위를 가진다. 기존 연구된 CSVCO의 전체 소모 전력은 전원 전압이 각각 5.0V, 1.8V일 때 105.3mW<sup>[2]</sup>, 58.47 $\mu$ W<sup>[3]</sup>로 확인되었다. 그에 비해 제안한 CSVCO는 공급 전압이 1.0V일 때, 7.7 $\mu$ W로 기존의 Ring VCO 대비 매우 낮은 전력을 소모한다.

설계한 CSVCO는 수동 태그와 같이 극소 전력을 사용하는 시스템에 적용이 가능할 것으로 여겨진다.

### 감사의글

이 논문은 2017년도 산업통상자원부의 '창의산업용

합 특성화 인재 양성사업'의 지원을 받아 연구되었음.  
(과제번호 N0000717)

### 참고문헌

- [1] R. JACOB BAKER, "CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation, 3<sup>rd</sup> Edition", WILEY
- [2] Zainab Kazemi, Mamun Bin Ibne Reaz, and Fazida Hanim Hashim, "Low Power Five Stage Current Starved Voltage Controlled Oscillator in 0.18 $\mu$ m CMOS Technology towards Green Electronics", International Conference on Advances in Science, Engineering, Technology and Natural Resources (ICASETNR-15), Aug. 2015
- [3] Rashmi K Patil, Vrushali G Nasre, "Current Starved Controlled Oscillator for PLL Using 0.18 $\mu$ m CMOS Process", National Conference on Innovative Paradigms in Engineering & Technology (NCIPrmsET-2012), Jan. 2012
- [4] Aniket Prajapati, P.P.Prajapati, "Analysis of Current Starved Voltage Controlled Oscillator using 45nm CMOS Technology", International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering, Mar. 2014