

개선된 주파수 이득 특성을 갖는 광대역 전압 제어 발진기의 설계

안태원, 이원석, 문용*
동양공업전문대학 전기전자통신공학부
승실대학교 정보통신전자공학부*
e-mail : twahn@dongyang.ac.kr

Design of Wide-band VCO with Improved Frequency Gain Characteristics

Tae-Won Ahn, Won-Seok Lee, Yong Moon*
School of Electrical Engineering, Dongyang Technical College
School of Infocom. & Electronic Engineering, Soongsil University*

Abstract

A general method for both reduced VCO gain (K_{vco}) and wide frequency band is to use the switched-capacitor bank LC VCO. However, K_{vco} can fluctuate widely in the wide oscillation frequency range of the VCO. In this paper, a design of wide-band VCO with improved frequency-voltage gain performance is presented. Optimized multiple varacter switching technique is used for reducing its frequency-voltage gain variation.

I. 서론

최근의 광대역 전압 제어 발진기(VCO)는 저잡음 특성을 위해서 제어 전압에 따른 주파수 이득을 제한할 필요성이 있기 때문에 캐패시터 뱅크를 스위칭하는 기법에 의한 설계가 필수적이다^[1]. 하지만 캐패시터 뱅크의 비트수가 증가함에 따라 저주파 대역과 고주파 대역의 간격이 벌어짐에 따라 제어 전압에 따른 주파수 이득 특성에 큰 차이를 보이는 문제점이 발생하게 되므로 안정적인 광대역의 구현에 제한이 따르게 된다^[2]. 본 논문에서는 광대역 VCO의 구현을 위한 주파수-전

압 이득 특성의 오차를 개선하는 기법을 다룬다. 6-비트의 캐패시터 뱅크를 갖는 CMOS LC VCO를 900MHz~1.8GHz의 주파수 대역에서 동작하도록 설계하였으며, MOS 버랙터에 다중 바이어스를 적용함으로써 VCO의 이득을 선형화하고, 이러한 버랙터 블록 4개를 자체적으로 스위칭하는 기법을 적용하여 전체의 주파수 대역에서 제어 전압에 따른 주파수 이득 특성의 편차가 개선됨을 확인하였다.

II. 본론

캐패시터 뱅크 VCO는 그림 1(a)와 같이 주파수 이득이 균일한 주파수-전압 특성 곡선을 갖는 것이 이상적이지만 저주파수 대역에서는 버랙터 제어 전압의 변동에 대한 주파수의 변화율이 작아지고, 고주파수 대역에서는 버랙터 제어 전압의 변동에 대한 주파수의 변화율 비중이 커지므로 그림 1(b)와 같은 현상이 발생하게 된다.

따라서 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서는 저주파 영역에서 캐패시터 뱅크에서 결정되는 캐패시턴스가 커질수록 인덕턴스 또는 버랙터 캐패시턴스를 상대적으로 증가시키는 방법을 사용하면 된다. 본 논문에서는 면적도 적게 차지하고 스위칭하기에도 용이한 버랙터를 그림 2와 같이 구성함으로써 주파수-전압 이득 특성을 가변시킬 수 있도록 하였다.

III. 모의실험 결과

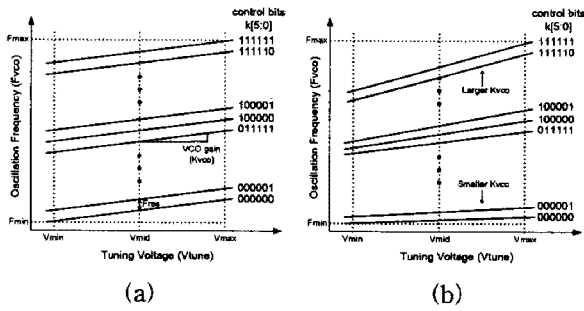


그림 1. 주파수-전압 이득 특성

그림 2(a)와 같은 회로에서 버랙터 스위칭 신호(s)를 제어하면 제어 전압(Vtune)에 의해 가변되는 캐패시턴스를 선형적으로 비례하게 조절할 수 있게 된다.

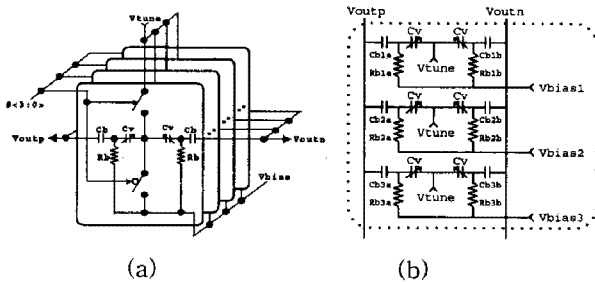


그림 2. 버랙터 선형화 및 자체 스위칭 구조

또한 그림 2(b)와 같이 버랙터 바이어스 전압을 3가지로 사용하여 동작 범위를 증첩함으로써 균일한 선형 특성을 갖도록 설계하였다^[3]. 결과적으로 설계된 VCO 구조는 그림 3(a)와 같다. 버랙터 스위칭 블록을 4개로 구성하여 캐패시터 뱅크 스위칭 신호의 상위 2비트인 k[5:4]를 활용하여 전체 64개의 주파수-전압 이득 특성 그래프를 나누어 할당하여 전체적인 주파수-전압 이득 특성을 균일하게 유지할 수 있도록 하였다. 그림 3(b)는 완성된 레이아웃을 보여준다.

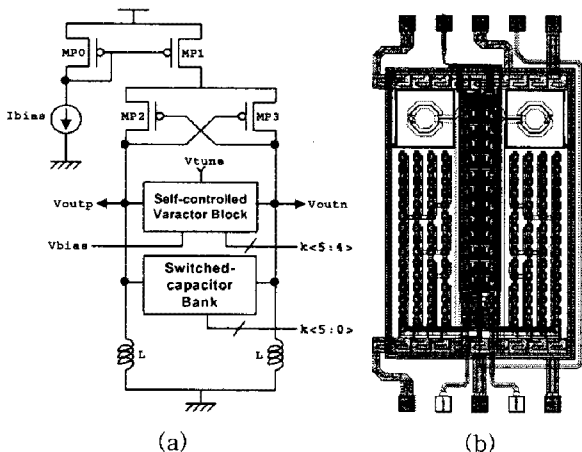


그림 3. 개선된 주파수 이득 특성을 갖는 VCO

1.8V 0.18 μ m CMOS 공정으로 900MHz~1.8GHz의 주파수 대역에서 동작하도록 설계하였다. 저주파수 대역에서는 캐패시터 뱅크의 캐패시턴스가 커지므로 버랙터 제어 전압의 변동에 대한 주파수의 변화율이 작아지므로 큰 기울기를 갖도록 하며, 고주파수 대역에서는 버랙터 제어 전압의 변동에 대한 주파수의 변화율 비중이 커지므로 작은 기울기를 갖도록 하는 것이 전체적인 동작의 핵심 사항이 된다.

표 1은 제어 전압에 따른 주파수-전압 이득 변이를 비교하여 나타낸 것이다. 기존 방식은 Kvco가 저주파 대역에서 고주파 대역으로 갈수록 매우 큰 편차를 나타낸다. 본 논문에서 제안하는 방식은 전 주파수 대역에 걸쳐 Kvco의 편차가 40% 정도 개선된 것을 확인할 수 있다.

표 1. 주파수-전압 이득(Kvco) 변이

	기존의 방식	제안된 방식
Kvco 최대값	76.3MHz	19.0MHz
Kvco 최소값	10.2MHz	8.8MHz
Kvco 편차	$\pm 76.4\%$	$\pm 36.7\%$

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 광대역 전압 제어 발진기의 구현을 위하여 주파수 대역의 벌어짐에 의한 주파수-전압 이득 특성의 편차를 개선하는 설계 기법을 제안하였다. 6-비트의 캐패시터 뱅크를 갖는 CMOS LC VCO를 900MHz~1.8GHz의 주파수 대역에서 동작하도록 설계하였으며, MOS 버랙터에 다중 바이어스를 적용하고 최적화하여 캐패시턴스의 선형 특성을 개선함으로써 VCO의 이득을 선형화하고, 이러한 버랙터 블록 4개를 스위칭하는 기법을 적용하여 전체의 주파수 대역에서 제어 전압에 따른 주파수 이득 특성의 편차가 40% 정도 개선됨을 확인하였다.

참고문헌

[1] Perraud, L. et al., IEEE JSSC, vol. 39, pp.2226-2238, Dec. 2004.
 [2] Zargari, M. et al., IEEE JSSC, vol. 39, pp.2239-2249, Dec. 2004.
 [3] Maget, J. et al., IEEE MTT-S Digest, vol. 38, pp.1139-1147, July 2003.