

PCS/IMT-2000 용 양대역 전압제어발진기

박재돈*, 최성창**, 윤기완*

Dual-mode VCOs for PCS/IMT-2000 Applications

Jaedon Park*, Sungchang Choi**, and Giwan Yoon*

요 약

최근 이동통신의 발달로 좀더 효율적인 서비스를 제공하기 위하여 많은 연구가 진행되고 있다. 본 논문에서는 하나의 전압제어발진기로 두 가지 서비스를 가능하게 하는 양대역 전압제어발진기의 두 가지 형태를 제시한다. 첫번째 형태는 스위치를 이용하여 공진주파수만을 조절한 회로이고, 두 번째 형태는 독립적인 전압제어발진기 두개를 효율적으로 연결한 형태를 가진다.

ABSTRACT

In this paper, we propose two types of dual-mode voltage controlled oscillators (VCO) for PCS/IMT-2000 applications. One is a VCO with controllable resonant circuit. The other type is a VCO with single output and two independent parts

키워드

VCO, dual-mode, PCS/IMT-2000, 공진 주파수

I. 서 론

최근, 무선이동통신 서비스 기술이 급격히 발전하면서 회로소자 기술에 대한 요구도 점점 더 커지고 있다. 이를테면, 하나의 이동통신 단말기로 PCS와 IMT-2000과 같은 여러 가지 서비스를 제공해야만 하는 때가 되었다. 현재까지 전압제어발진기에 대한 많은 연구들이 행해져 왔다 [1-2]. 하지만, 하나의 소자로 두 가지 주파수에서 발진하는 양대역 전압제어발진기에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 본 논문에서는 양대역 전압제어발진기의 두 가지 모델을 제시한다.

II. 첫 번째 모델

설계 모델

(그림 1)은 양대역 전압제어발진기의 첫번째 모델의 전체 회로도이다. 본회로는 크게 4부분으로 나뉜다. 즉, 공진회로, 발진회로, 출력회로, 그리고 스위치회로로 구성되어있다. 스위치회로를 제외하면 나머지 회로는 기존의 일반적인 전압제어발진기와 똑같다. 본 회로에서는 스위치회로만 따로 추가하여 양대역 발진기를 설계했다. 본 양대역 전압제어발진기는 1.706 GHz와 2.258 GHz의 두 가지 중심주파수에서 발진하도록 설계되었다.

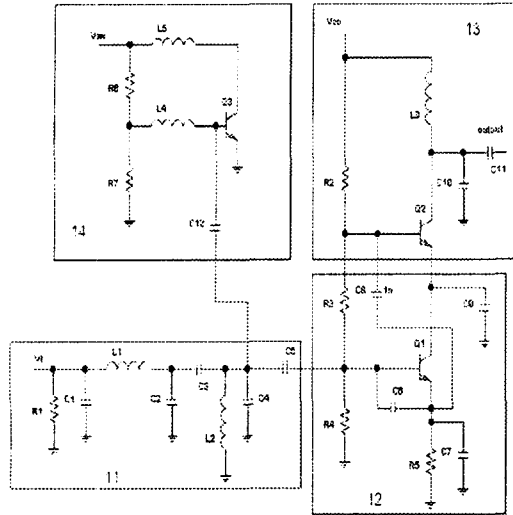
본 양대역 전압제어발진기의 장점은 그 회로가

*한국정보통신대학원

**마이크로스케일㈜

접수일자 : 2001년 6월 9일

기존의 단일 전압제어발진기와 별 차이가 없이 간단하다는데 있다.



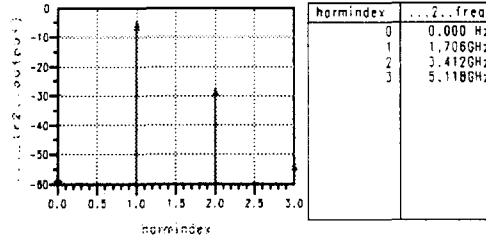
(그림 1) 양대역 전압제어발진기 회로도
Fig. 1 Proposed dual-mode VCO circuit.

작동원리

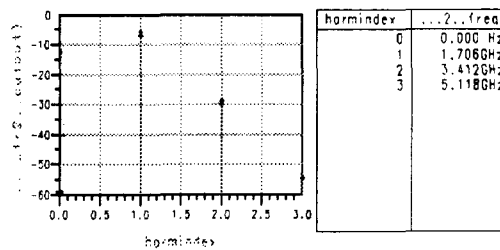
(그림 1) 에서처럼, 발진부분인 (b)부분에서, 저항 R2, R3 그리고 R4 는 DC 바이어스 저항들이다. 커패시터 C6 , C7 과 저항 R5 는 트랜지스터 Q1 에서 들여다봤을 때 부성저항을 발생시켜서 발진을 일으킨다. 그 소자값 들을 적절히 조절해야만 부성저항이 발생해서 발진이 일어난다. 그 값들을 잘못조절하면 회로가 안정화되어 발진이 일어나지 않게 된다. 즉, 이 회로에서 그 부성저항은 바로 발진의 원천이 되는 것이다. 공진부분인 (a)부분에서는, 인덕터 L2와 커패시터 C2, C3 그리고 C4 는 공진주파수를 결정하는 소자들이다. 공진 이론에 의하면, 공진주파수는 인덕턴스값과 커패시턴스 값의 곱의 제곱근에 반비례한다.

$$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (1)$$

수식 (1)에서, 인덕턴스 L 과 커패시턴스 C 는 공진회로의 등가모델 값들이다. 인덕터 L1 은 AC 차단 소자이고 C1 은 컨트롤 전압 (Vt)의 잡음성분을 제거시키는 역할을 한다. Vt 는 전압제어발진기의 주파수를 조절하는 컨트롤 전압이다. 발진



부분인 (b)부분은 부성저항을 발생해서 발진을 일으킨다. 발진이 일어나기 위해서는 발진회로에서 발생하는 부성저항의 크기가 다른 공진회로를 포함한 회로의 다른 부분에서 발생하게 되는 양성저항보다 더 커야만 한다. 즉 회로가 불안정화 되어야 발진이 일어난다. 발진이 계속 유지되기 위해서는 부성저항과 양성저항의 크기가 똑같아야 한다. 출력 부분인 (c)회로에서는, 트랜지스터 Q2 는 공통에미터 회로로서 발진회로에서 발진된 신호를 증폭하는 역할을 한다. 커패시터 C9는 접지 소자 이고, 인덕터 L3 는 AC 차단 역할을 한다. 그리고, 커패시터 C10, C11 은 출력 매칭 (output matching) 소자이다. 스위치 부분인, (d) 부분은 본회로의 핵심부분이다. 스위치 조절 전압인 Vsw 가 꺼지면, 트랜지스터 Q3 도 차단(cut-off)되어 (a)부분에 의해서만 공진회로가 이뤄져서 2.258



GHz에서 발진하게 된다. 반면에 스위치가 켜지면, 트랜지스터 Q1 도 활성화되어 커패시터 C12 가 공진회로에 병렬로 추가되어 공진주파수를 1.706 GHz 로 낮추게 된다.

시뮬레이션 결과

본 양대역 전압제어발진기 회로는 Hewlett Packard 사의 회로 시뮬레이터인 ADS(Advanced Design System)를 이용하여 시뮬레이션 되었다.

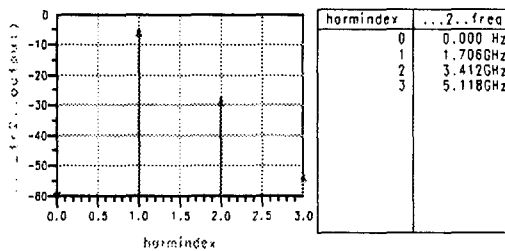
(그림 2) 에서처럼 출력 발진 주파수는 스위치가 켜졌을 때 1.706 GHz 로서 PCS 서비스에 이용할 수 있다. 한편 (그림 3) 에서는 스위치가 꺼졌을 때 출력주파수가 2.258 GHz 로서 IMT-2000 서비스에 이용될 수 있다. (그림 4), (그림 5) 는 위상잡음을 보여주는데, 중심주파수에서 25 KHz 떨어진 주파수에서의 위상잡음은 (표 I)에 나타나있다.

(표 I) 25KHz 떨어진 주파수에서의 위상잡음.

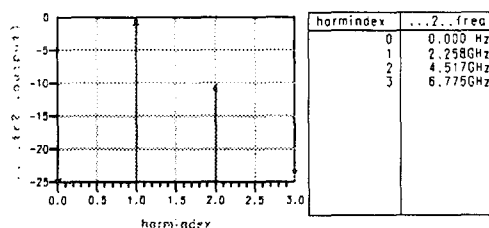
Table I. 25KHz offset phase noises

서비스	위상잡음(25kHz offset)
PCS	-97.29 dBc
IMT-2000	-97.67 dBc

25 KHz offset 주파수에서 상용 전압제어발진기의 위상잡음은 PCS 서비스인 경우에 -105 dBc 임을 감안할 때, 본 회로는 좀더 개선되어야 함을 알수있다.

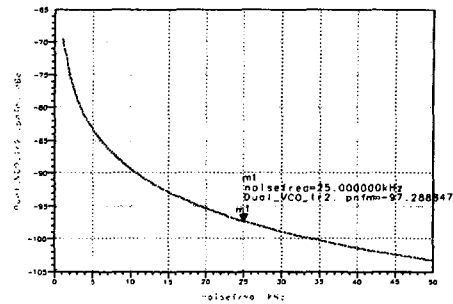


(그림 2) PCS 출력 발진주파수
Fig. 2 PCS output frequency.

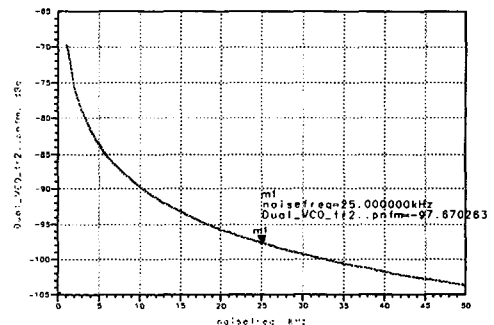


(그림 3) IMT2000 출력 발진주파수

Fig. 3 IMT2000 output frequency



(그림 4) PCS 위상잡음
Fig. 4 PCS phase noise.

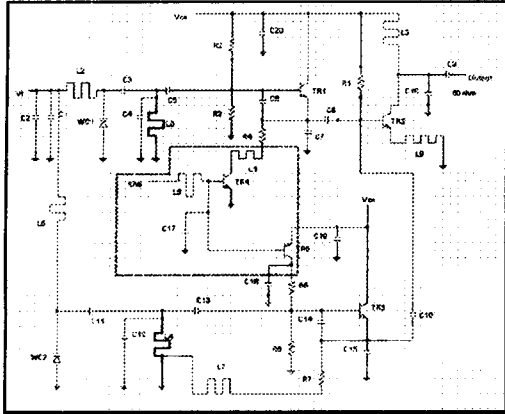


(그림 5) IMT-2000 위상잡음
Fig. 5 IMT-2000 phase noise

III. 두 번째 모델

설계모델

이번에는 (그림 6) 에서처럼 두개의 독립적인 단일 전압제어발진기를 스위치를 이용하여 연결시켜서 양대역 전압제어발진기를 설계했다. 하나의 단일 전압제어발진기는 PCS 용인 중심주파수 1.65 GHz 에서 발진하고 다른 회로는 IMT-2000 용인 중심주파수 2.3 GHz 에서 발진한다.



(그림 6) 두번째 모델 전압제어발진기
Fig. 6 Type 2 dual-mode VCO

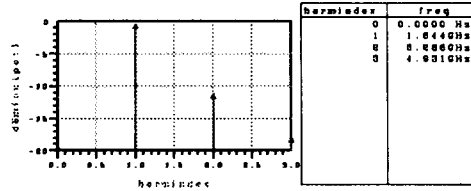
작동원리

(그림 6) 에서 스위치 회로는 점선 안에 그려져 있다. 스위치를 켜면 트랜지스터 TR4 는 포화영역(saturation)에서 작동하여 트랜지스터 TR1 은 켜지게 되고 트랜지스터 TR5 는 차단되게 된다. 결국 트랜지스터 TR3 은 꺼지게 된다. 그래서 위쪽 부분의 전압제어발진기인 PCS 용 회로는 활성화된다. 반면에 스위치가 꺼지게 되면, 트랜지스터 TR4 도 차단되어 트랜지스터 TR1 도 결국 꺼지게 된다. 그래서 트랜지스터 TR 5 는 포화영역에서 작동하게 되고 트랜지스터 TR3 에 전원이 공급된다. 결국 아래쪽 회로인 IMT-2000 회로는 활성화된다.

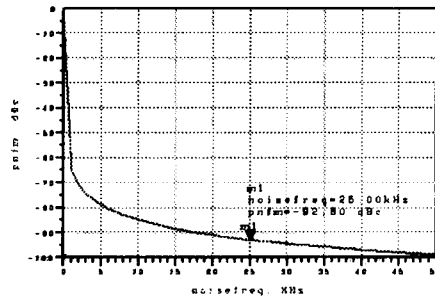
시뮬레이션 결과

(그림 7) 은 PCS 인 경우의 주파수 특성을 보여준다. 출력 전력은 0 dBm 이고 두번째 하모닉 주파수의 출력 전력은 -10 dBm 으로서 좋은 특성을 보여주고 있다. 중심 발진주파수는 1.644 GHz 로서 PCS 서비스를 제공할 수 있다. (그림 8) 에서 위상잡음은 92.8dBc 임을 알 수 있다. IMT-2000 인경우의 시뮬레이션 결과를 알아보자. (그림 9) 에서 중심주파수의 출력 전력은 0 dBm 이고 두번째 주파수의 전력은 -15dBm 으로서 PCS 보다 더 좋은 특성을 보여주고 있다. 발진주파수는 중심주파수가 2.3 GHz 에서 발진하고,

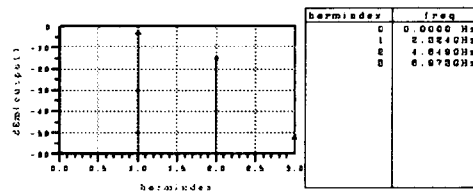
(그림 10) 에 의하면 위상잡음은 97.78 dBc 임을 알 수 있다.



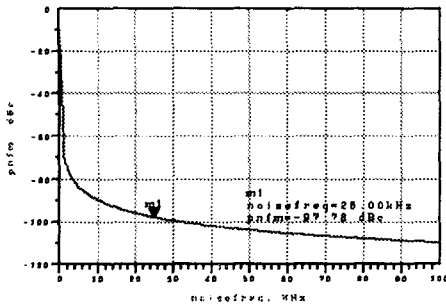
(그림 7) PCS 출력주파수
Fig. 7 PCS output frequency



(그림 8) PCS 위상잡음
Fig. 8 PCS phase noise



(그림 9) IMT2000 출력주파수
Fig. 9 IMT2000 output frequency.



(그림 10) IMT2000 위상잡음
Fig. 10 IMT2000 phase noise

[2] Guillermo Gonzalez, *Microwave Transistor Amplifiers Analysis and Design 2nd Ed*, Prentice Hall.

IV. 결 론

본 논문에서, PCS 와 IMT-2000 서비스에서 이용될 수 있는 양대역 전압제어발진기의 두 가지 형태의 회로를 제안했다. 시뮬레이션은 Hewlett Packard 社 의 ADS 시뮬레이터를 이용했다. PCS 와 IMT-2000 서비스의 전압제어발진기의 주파수는 각각 1.65 GHz 와 2.3 GHz 이다. 첫번째 모델의 양대역 전압제어발진기의 중심주파수는 PCS 인 경우 1.706 GHz, IMT-2000 인 경우 2.258 GHz 로 발진했다. 한편 두번째 모델의 회로는 PCS 의 중심주파수는 1.65 GHz 로 발진하고, IMT-2000 의 중심주파수는 2.3 GHz 에 발진한다. 그러므로 본 논문의 두가지 모델의 양대역 발진기는 현재의 PCS 와 IMT-2000 의 서비스에 이용될수 있고, 미래 서비스를 위해 MMIC 로 구현될 수 있다.

참고문헌

[1] Randall W. Rhea, *Oscillator Design & Computer Simulation*, PTR Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632.