

새로운 Triple 구조의 PLDRO 설계 및 제작

Design and Implementation of The new Triple structural PLDRO

우민근 , 배상균 , 홍의석

(광운대학교, 대학원) (광운대학교, 교수)

목 차

I. 서론

1. 연구배경
2. 연구목적

II. 위상고정 유전체 공진 발진기 이론

III. 설계

IV. 결론

참고문헌

I. 서론

1. 연구배경

최근 교통량의 증가에 의하여 정보통신, 전자제어 등 첨단기술을 활용한 새로운 통신시스템 개발로서 명명된 지능형 통신시스템(ITS : Intelligent Transport System)의 발전이 가속화 되고있는 상황이다. 그중 자동차관련사업의 경우 발전추이에 따라 통신(자동차 레이다, Navigation통신, CAN통신) 및 안전운행보조장치(차선이탈·졸음방지 경보, 안전거리확보) 분야가 차세대 통신 및 자동차시장을 주도하는 중요기술로 이슈화 되고 있다. 이러한 ITS의 핵심 기술들의 가장 기반이 되는 기술이 RF 및 Microwave 분야라 할 수 있다. 초고주파 통신의 핵심 부품인 저잡음 증폭기(Low Noise Amplifier), 발진기(Oscillator), 혼합기(Mixer), 중간주파수 증폭기(IF Amplifier) 등의 설계 기술이 발전하고 있다. 하지만 국내 기술수준은 초고주파대의 무선 기술의 부족과 RF관련 핵심부품의 낙후 등의 문제로 국내 자체 개발에 어려움이 있다. 이를 극복하기 위해서는 초고주파 핵심부품(ASIC, MMIC) 기술 등의 빠른 확보가 필요하다.

초고주파 시스템의 성능과 용량에 가장 영향을 주는 직접기술은 RF 회로이다. 초고주파 시스템을 사용하기 위한 국부발진기는 마이크로 시스템의 통신시스템의 모든 신호회로 같이 고 안전성이 요구된다. 발진기는 정보량이 많아지므로 높은 발진 주파수를 필요로 하게 되었고 주파수 안정도와 위상잡음이 전체 시스템의 데이터 오류 특성에 중요한 영향을 미치므로 발진기의 발진

주파수 안정화시키려는 여러 가지 기법들이 사용되었다. [7]

2. 연구목적

우리나라는 1990년대 초반 국내 통신방송위성의 독자 보유로 우주개발 계획을 수립하고 무궁화위성 발사로 본격적인 위성산업을 추진하여 1995년 8월 무궁화 1호 위성 발사 및 1996년 1월 무궁화 2호 위성을 발사하였다. 1999년 9월에는 무궁화위성 3호를 발사함으로써 본격적인 위성시대의 대중화에 접어들고 있다. 무궁화 위성은 통신 및 방송 서비스를 제공하는 복합위성으로써 현재는 무궁화위성 2호 3호에 의해 통신과 방송서비스가 제공되고 있으며, 초고속인터넷 시대를 맞아 위성통신에 대한 이용수요가 급속히 증가하여 Ku-band 통신용 증계기의 경우 80% 이상의 활용률을 보이고 있는 실정이다.

한편 2000년대 세계 위성수요는 기존의 Ku대역 주파수가 점차 고갈됨에 따라 서비스의 초고속 광대역화로 대용량 전송이 가능한 Ka역 주파수 위주로 형성된 것으로 전망된다. 마이크로파 시스템에서 중간주파수, 송·수신 주파수 등 여러 주파수가 필요시되고 있다. 이러한 주파원을 얻기 위해서는 수정 발진기로부터 얻은 주파수를 체배기를 이용하여 시스템에서 필요로 하는 각종 주파수를 발생시키는 방법이 있다. 주파수 체배 방식은 위상 잡음 특성이 우수하나 시스템이 복잡해지는 단점이 있다. 다른 방법으로는 PLL을 이용한 구성 형태가 있다. 시스템에 사용되는 주파수가 여러 개인 경우 필요한 주파수만큼의 PLL 개수가 요구된다. PLL 개수가 2개 이상이 되면 PLL을 서로 위상 동기 시켜

모든 발생 주파수에 대하여 위상을 고정 시켜야 한다.

그러나 PLL의 개수가 증가하여 다중 루프 형태의 PLL이 되면 PLL 상호간에 위상을 동기 시키기에 어려움이 많이 발생하게 된다. 이러한 문제를 극복하기 위하여 단일 또는 이중 루프 PLL과 주파수 체배기를 혼합하여 시스템에서 필요로 하는 각종 주파수를 발생하여 주는 혼합형 PLL을 생각할 수 있다.

연구방법으로는 먼저 지금까지 일반적으로 사용해온 PLDRO 시스템 구성의 장단점을 정리한 후 참고논문과 비교 분석한다. 다음으로 제안된 PLDRO 시스템의 성능 개선을 증명하기 위해 Simulation 및 시험한다.. [4,5,6,7]

II. 위상고정 유전체 공진 발진기 이론

1. PLL(Phase locked loop)의 기본동작

그림 2-1의 블록도에서 알 수 있듯이, 위상고정 루프는 근본적으로 위상검출기 또는 위상 비교기(phase comparator), 저역통과 필터(LPF : low-pass filter), 전압제어 발진기들로 구성되는 전자식 궤환 루프 시스템이다. 궤환 및 제어 시스템에서 배운 바와 같이 이들 세 개의 구성부들은 순방향 경로(forward path)를 구성하며, VCO와 위상 검출기 사이에 하나의 선으로 연결된 것이 궤환 경로(feedback path)이다.

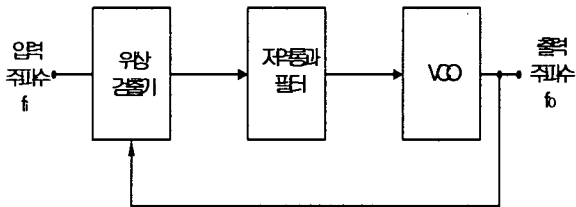


그림 2-1. 위상고정 루프의 기본적인 블록도

VCO는 자주 발진기(free-running oscillator)로서 이의 주파수는 일반적으로 공진부 회로에 의하여 결정된다. VCO 주파수는 위상 검출기로 궤환되어 입력 신호의 주파수와 비교되며, 위상검출기의 출력은 오차 전압(error voltage)으로서 입력과 VCO의 주파수 차이와 위상 차이에 비례하는 평균 전압인 DC 전압이다.

오차 전압은 필터링되어 고주파 성분의 잡음이 제거되며, 이 전압이 루프가 구성되도록 VCO에 가해진다. 이 오차 전압은 입력과 VCO 사이의 주파수 차이가 감소되도록 VCO의 주파수를 변화시킨다. 일단 VCO의 주파수가 변화되기 시작하면 루프는 포착 상태(capture state)에 있는 것이다. 이 과정은 VCO와 입력 주파수가 정확히 같아질 때까지 계속되며, 이 점에서 루프는 동기, 즉, 위상고정(phase-locked)이 된 것이다. 위상 고정

되어 있는 동안에 VCO는 루프의 입력과 약간의 위상 차이가 있는 것을 제외하고는 주파수가 동일하게 되며, 루프는 VCO 주파수를 이동시켜 이러한 위상 차이를 제거하여 위상고정이 유지되도록 필요한 오차 전압을 발생시킨다. 루프 시스템의 이러한 반복적인 동작은 위상 고정되어 있는 동안에 입력 주파수의 변화를 추적하여 따라간다. 따라서 위상고정 루프는 자주상태, 포착상태, 위상고정 상태와 같이 서로 다른 세 가지 상태를 갖는다고 할 수 있다. 또한 일단 위상 고정된 후에 루프 시스템이 추적할 수 있는 입력 주파수의 변화 범위를 고정범위(lock range)라고 한다. 반면에 위상고정 상태를 얻을 수 있는 주파수 범위를 포착 범위(capture range)라고 하며, 이는 고정범위보다 결코 크지 않다.

위상고정 루프의 동적 특성(dynamic characteristics)은 주로 저역통과 필터에 의하여 결정된다. 만일 입력과 VCO 사이의 주파수 차이가 매우 크면 그 결과로 발생하는 신호는 주파수가 너무 높아 필터에 의하여 통과되지 않을 수 있다. 결과적으로 신호는 루프의 포착 범위를 벗어난다. 일단 루프가 위상 고정되면 필터는 입력 주파수의 변화를 추적하는 루프의 속도만을 제한한다. 또한 루프 필터는 일종의 단시간 기억장치이므로 시스템이 순시 잡음에 의하여 고정 상태에서 벗어나더라도 즉시 신호를 다시 포착할 수 있다[1].

III. 설계

본 논문에서는 발진기의 설계의 의해서 초고주파 비선형 설계도구인 Agilent사의 ADS ver.2002를 이용하여 설계를 하였다. 능동소자로는 저 잡음 지수율을 갖고 위상잡음을 최소화할 수 있으며 부성저항을 쉽게 얻을 수 있는 소자인 GaAs MESFET인 Agilent 사의 ATF-13786을 이용하였다. 기판은 높은 주파수에 사용 가능한 ROGERSH 유전율 2.2, H=0.254 mm, T=0.017 mm인 Teflon 기판을 사용하였다.

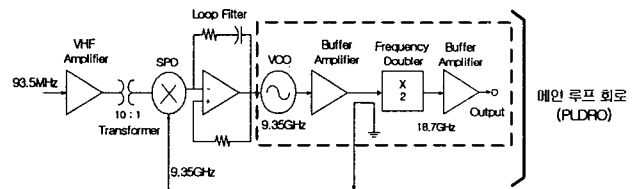


그림 3-1 일반적인 구조의 PLDRO 시스템 구성도

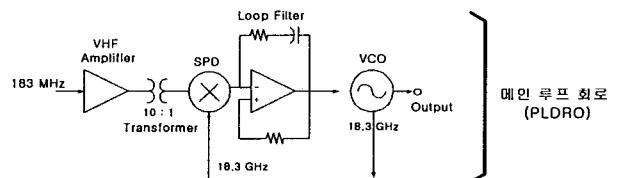


그림 3-2 제안된 구조의 PLDRO 시스템 구성도

그림 3-1은 발진기는 실무에서 가장 많이 사용하는 일반적인 구조의 PLDRO 시스템 구성도를 나타내고 있으며, 그림 3-2는 본 논문에서 제안된 구조의 PLDRO 시스템 구성도를 나타내고 있다.

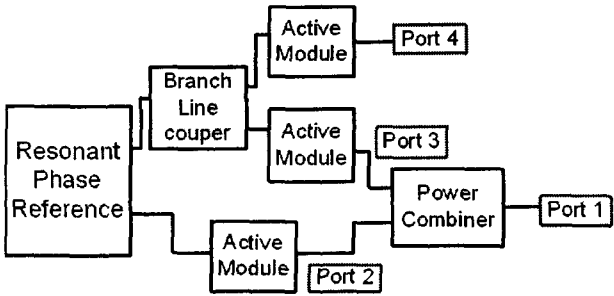


그림 3-3 제안된 구조의 Triple VCO 구성도

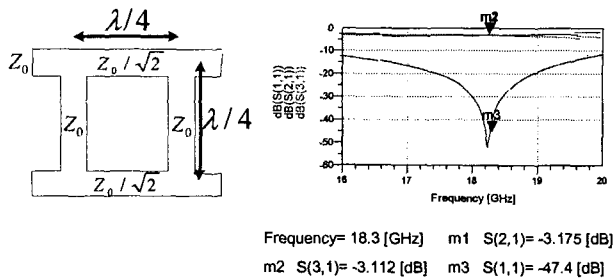


그림 3-4 Branch Line Coupler Simulation 결과

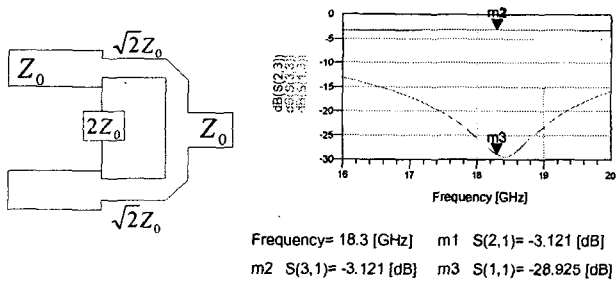
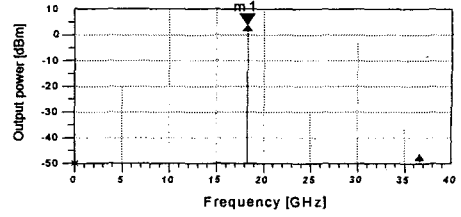
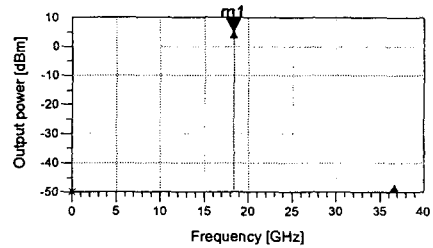


그림 3-5 Power Combiner Simulation 결과

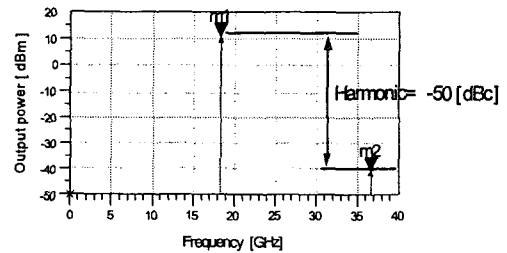
그림 3-3은 제안된 구조의 Triple VCO 구성도를 나타내고 있으며 그림 3-4, 그림 3-5는 각각 Branch Line Coupler 와 Power Combiner Simulation 결과를 나타내고 있습니다.



m1
Frequency= 18.3 [GHz]
Output power= 3.828 [dBm]
그림 3-6 Output Port4 전력 스펙트럼



m1
Frequency= 18.3 [GHz]
Output power= 5.025 [dBm]
그림 3-7 Output Port3 전력 스펙트럼



m1
Frequency= 18.3 [GHz]
Output power= 10.604 [dBm]
m2
Frequency= 36.6 [GHz]
Output power= -40.56 [dBm]
그림 3-7 Output Port1 전력 스펙트럼

그림 3-5, 그림 3-6, 그림 3-7는 각 Port의 전력 스펙트럼을 나타내고 있다. 최종 Output Port1 전력 스펙트럼은 약 10 [dBm], 하모닉 특성은 -50 [dBc]의 양호한 특성을 나타내고 있다.

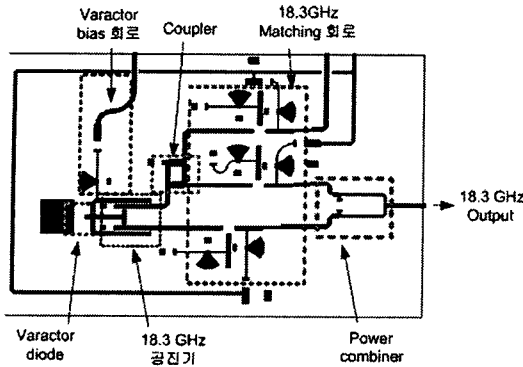


그림 3-8 제안된 구조의 Triple VCO Layout

V. 결론

회로 설계에 위한 Teflon 기판의 비유전율(ϵ_r)은 2.2, 유전율 높이(H)는 0.254 mm, 그리고 동판 두께가 0.017 mm 이다. GaAs FET의 바이어스는 $V_{ds}=3.0$ V, $I_{ds}=30$ mA이고, 게이트 바이어스는 자기 바이어스 형태로 취하여 기본주파수의 출력을 높이도록 하였다.

설계 결과로써 10 dBm의 출력과 -50 dBc의 고조파 억압특성을 나타내고 있다.

본 논문에서 제안된 구조의 PLDRO 설계는 높은 파워와 공간이 절약되는 효과를 가지며, 기존회로에서 고려하였던 기본주파수 억압특성을 고려하지 않은데 있다. 또한 실용화 할 수 있는 새로운 구조의 VCO를 통해 통신 시스템에 응용할 수 있으리라 기대된다.

참고 문헌

- [1] E. Holtzman, Solid-state microwave power oscillator design, Artech House, Boston. London., chap. 3, 1992.
- [2] 김운용 “코헤런트 시스템에 이용을 위한 헤테로다인, 이중루이프형의 주파수 발진기의 설계” 마이크로파 및 밀리미터파 workshop 논문지, pp.167-173,1993,7
- [3] Alpha Semiconductor Division, *Sampling phase detectors*, Data Sheet., Mar, 1990.
- [4] 장준혁, “LMDS용 위상고정루프 유전체 공진 발진기에 관한 연구” 광운대학교 석사학위논문, 광운대학교 대학원, 전자공학과, pp22-23, 1999.”
- [5] Moon-Que Lee, et al “phase noise reduction of microwave HEMT oscillators using a dielectric

resonator coupled by a high impedance inverter” ETRI journal, vol.23, no.4, pp 199-201, Dec,2001.

[6] 이영준 “ 단거리 전용통신용 위상잡음 특성을 개선한 유전체공진 발진기” 제1회 ITS학회 학술대회, pp134-137, 2002.

[7] 김창범 “ 위성 중계기용 Feedforward 구조의 주파수 체배기를 이용한 PLDRO의 설계 및 제작” 제2회 ITS학회 학술대회, pp174-177, 2003.