

LMDS용 Push-Push 발진기의 설계 및 제작

A Design and Implementation of Push-Push Oscillator for LMDS

황현석 배상균 우민근
(광운대, 석사과정)

유형수
(광운대, 박사과정)

홍의석
(광운대, 교수)

Key Words : Predistortion, Linearization

목 차

- I. 서 론
- II. Push-Push 발진기 이론
- III. 제안된 Push-Push 발진기의 설계

- IV. 제작 및 측정
- V. 결 론

I. 서 론

최근 전자, 통신, 정보, 제어 등의 첨단 기술이 자동차와 도로를 변화시키고 있다. 정보통신, 전자제어등 첨단기술을 활용한 지능형 교통 시스템(Intelligent Trasport System)은 기존 교통체계의 문제점으로 지적되던 교통체계 구성요소간 정보흐름의 단절성을 발달된 정보통신 기술을 활용해 해결하고자 하는것으로, 실시간으로 수집, 분석, 전달 되는 현장 교통정보를 통해 도로, 사람, 차량이 하나로 연결됨으로써 최적의 교통흐름의 관리 및 관련업무의 처리가 가능하게 하는 것이다. 최근 위성 통신이 지능형 교통시스템에 많이 이용되어지고 있는 추세이다. 이러한 RF통신에서 중요한 부품인 발진기는 전체 시스템의 성능에 직접적인 영향을 미치므로 온도 안정성이 뛰어나고 잡음특성과 출력파위가 우수 해야한다. 본 논문에서는 LMDS중계기용 국부 발진기로 사용될수 있는 Push-Push 발진기를 설계 및 제작하였다. 최근 RF 부품의 소형화,경량화,경제성 등의 요구에 따라 MMIC화 하기에 적합한 평면구조의 반파장 마이크로 스트립 공진기를 사용하였다. 기존의 방식에서는 컴바이너가 필수적이었으나 본 논문에서는 컴바이너를 없애고 구조적으로 단순화되었다. 또한 기존의 Push-Push발진기와 유사하거나 더 좋은 억압특성과 출력전력을 얻을 수 있었다.

II. Push-Push 발진기 이론

Push-push 발진기 동작은 각 트랜지스터가 기수 모드(odd mode) 동작이 되어 하며 결합된 공진기가 각 소자에 대해 180도 위상차가 나도록 유도해야 한다.

Push-push 발진기의 등가회로는 그림 2-1(a)와 같다. 기수 모드 동작일 때 점 A는 가상 접지가 되며, 이때 발진기의 등

가회로는 그림 2-5(b)와 같이 나타낼 수 있다. 이 등가회로에서 각 트랜지스터는 부성저항과 공진기의 관계로 볼 수 있고 공진기와 마이크로스트립 선로의 손실 저항 R_s 로 나타낸다. 트랜지스터의 부성저항으로 발진을 개시하기 위해 서는 R_s 보다 커야 하므로 식(2-1)의 조건을 만족해야만 한다.

$$|-Rq| > R_s \quad (2-1)$$

발진주파수의 결정은 부성저항의 리액턴스와 공진기의 리액턴스의 합이 "0"이 되어야 하므로 식(2-2)와같다.

$$-Xq + Xr = 0 \quad (2-2)$$

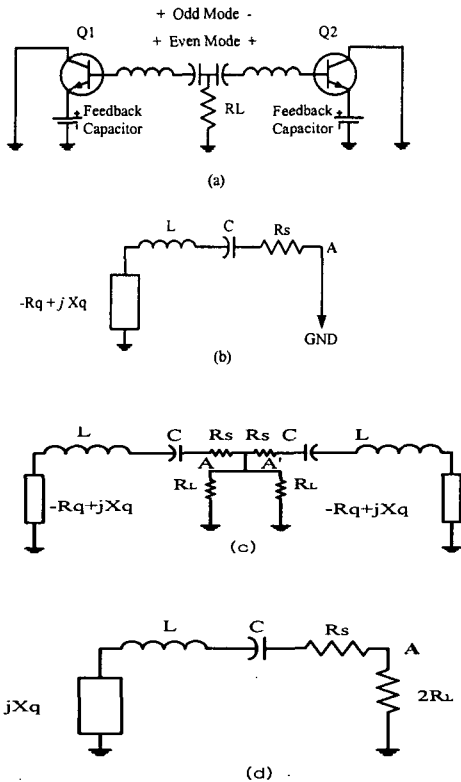
우수 모드(even mode)에서 발진 가능성을 제거하기 위해서 트랜지스터의 부성저항을 저해할 요소를 추가해야 하므로, 이 모드에서 부성저항은 그림 2-1(c)처럼 병렬로 구성된 두 저항을 구할 수가 있다. 기본주파수에서 두 트랜지스터는 동위상이기 때문에 A와 A'사이의 전류는 0이며, 이 회로는 독립된 저항의 1/2로 나누어진다. 이 회로가 발진하지 않을 조건은 부성저항이 양의 저항보다 적어야 하므로 식(2-3)가 되어야 한다.

$$|-Rq| < R_s + 2R_L \quad (2-3)$$

식 (2-1)과 (2-3)의 관계로써 Push-Push 동작을 유지하기 위한 부성저항의 전체적인 조건을 식(2-4)로 나타낸다.

$$R_s < |-Rq| < R_s + 2R_L \quad (2-4)$$

실제의 경우 이 조건은 회로상에서 쉽게 만족되며 손실로 표현되는 R_s 는 수 Ω 이다. 기본 주파수에서 부성저항이 -100Ω 보다 크다면 부하저항을 크게 해주어야 기수모드 발진을 막을 수 있다.



<그림 2-1> Push-Push 발진기 분석을 위한 등가회로
 (a) lumped 소자 Push-Push 발진기의 개요도
 (b) 단순화한 기수모드회로
 (c) Push-Push 등가회로
 (d) 단순화한 우수모드회로

Push-Push 동작은 다음조건과 같이 표현될 수 있다.
 두개의 신호가 다음과 같다면

$$s_1 = a_1 e^{j\omega_0 t} + a_2 e^{j2\omega_0 t} + a_3 e^{j3\omega_0 t} + \dots \quad (2-5)$$

그리고

$$s_2 = a_1 e^{j\omega_0(t-\Delta t)} + a_2 e^{j2\omega_0(t-\Delta t)} + a_3 e^{j3\omega_0(t-\Delta t)} + \dots \quad (2-6)$$

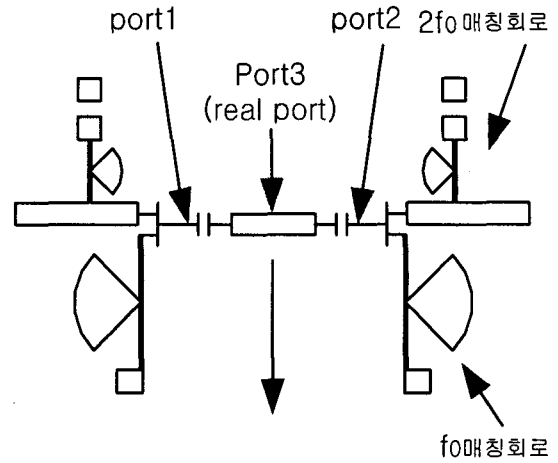
서로다른 위상을 가지고 있다는 조건하에

$$\omega_0 \cdot \Delta t = \pi \quad (2-7)$$

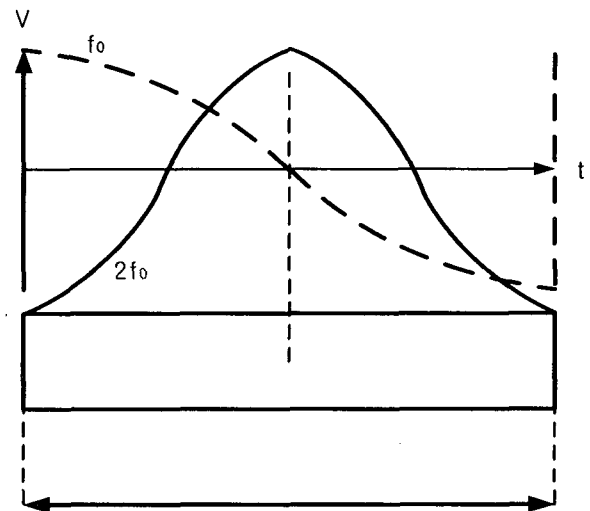
위 두식을 합하여 출력신호의 결과를 나타내면 다음과 같은 식이된다.

$$s_{out} = a e^{j\omega_0 t} \cdot (1 + e^{-j\pi}) + a_2 e^{j2\omega_0 t} \cdot (1 + e^{-j2\pi}) + \dots \quad (2-8)$$

식(2-8)을 보면 기본주파수의 기수 모드(odd mode)는 서로 상쇄되고 우수 모드(even mode)는 합해지는 것을 나타내고 있다.



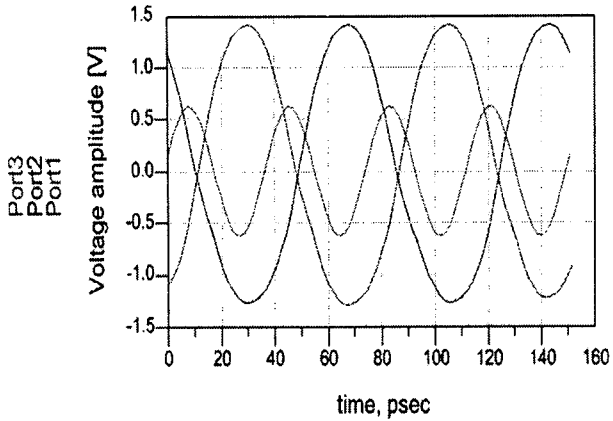
<그림 2-2> 제안된 Push-Push 발진기 구조



<그림 2-3> 제안된 Push-Push 발진기 전압파형

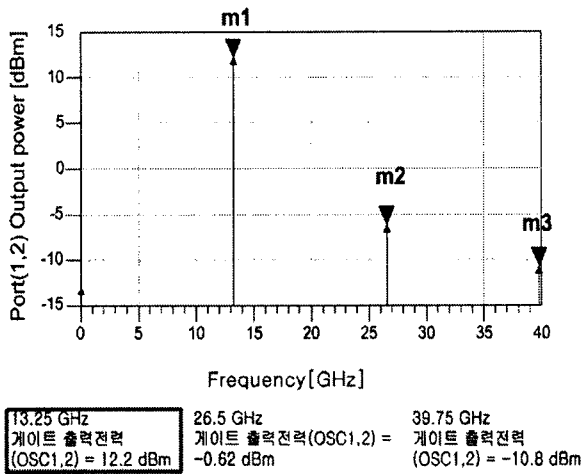
III. 제안된 Push-Push 발진기의 설계

본 논문에서 제안된 Push-Push 발진기를 구현함에 있어 먼저 기본주파수의 반파장 마이크로 스트립 라인에 소스쪽에 기본주파수 (13.25 GHz), 드레인쪽에 2고조파주파수 (26.5 GHz)의 매칭회로를 설계하였다. 본 논문에서 설계 및 제작된 발진기는 비유전율 $\epsilon_r = 2.6$, 높이 = 0.54 mm, 동박두께 = 0.018 mm 인 테프론 기판을 사용하였고, Agilent ADS Ver.2002 로 설계 하였다. 출력전력 5.83dBm 설계치를 얻었다. 기본파와 2고조파간의 역압특성은 -60 dBc/Hz 의 역압특성을 얻을 수 있었다. 그림 3-1은 Port 1,2,3에서 시뮬레이션 결과 출력 전압 파형을 보여주고 있다. Port 1과2는 180도 위상차가 나며 port 1,2의 출력 전압의 값이 0이 되는 지점에서 포트 3의 출력파형이 최대가되는 것을 볼 수 있다.



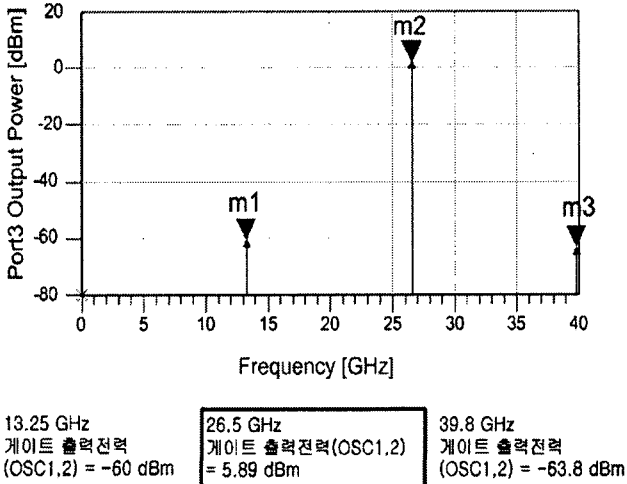
<그림3-1> 시뮬레이션 결과 출력 전압 파형

그림 3-2는 port 1,2 에서의 출력 결과를 보여주고있다. Port 1, 2는 기본파에 대해서 발진을 하고 출력전력의 크기는 동일하나 180도 위상차가난다.



<그림3-2> Port 1,2의 에서의 시뮬레이션 전력스펙트럼

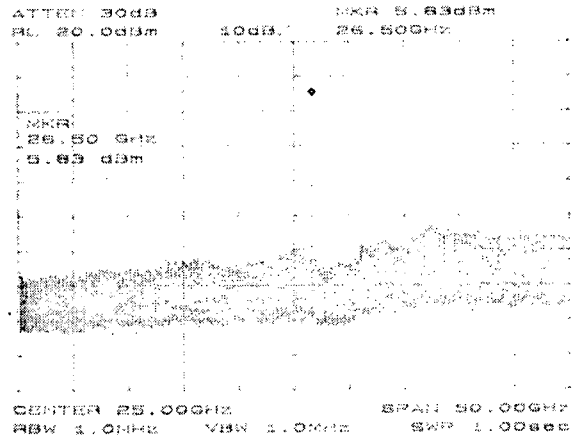
그림 3-3은 port 3 에서의 출력 결과를 보여주고있다. Port 3에서는 2고조파에 대해 발진을 하고 그 출력 전력은 5.89 dBm의 출력전력을 얻었다.



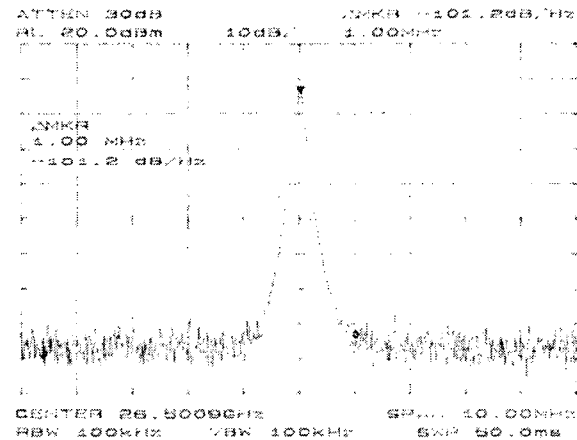
<그림 3-3> Port 3 에서의 시뮬레이션 전력스펙트럼

IV. 제작 및 측정

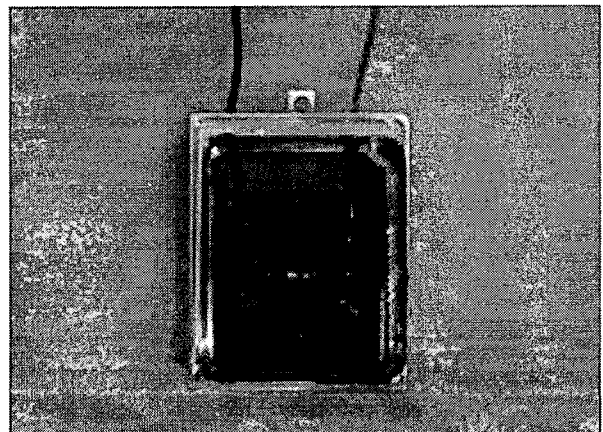
측정 장비는 HP 사의 HP8563E를 사용하였다. 그림 4-1은 고조파 출력스펙트럼을 보이고 있으며 42 dBc 의 고주파 역압특성과 5.83 dBm의 출력 전력을 얻었다. 그림 4-2에서는 1 MHz offset 주파수에서 -101 dBc/Hz를 나타내고있다. 그림 4-3는 설계 및 제작된 발진기의 실물 회로이다.



<그림 4-1> Push-Push 발진기의 고조파특성



<그림 4-2> Push-Push 발진기의 위상잡음특성



<그림 4-3> Push-Push 발진기의 실물사진

V. 결 론

본 논문에서는 LMDS중계기용 국부 발진기로 사용될수 있는 Push-Push 발진기를 설계 및 제작하였다. 최근 RF 부품의 소형화,경량화,경제성 등의 요구에 따라 MMIC화 하기에 적합한 평면구조의 반파장 마이크로 스트립 공진기를 사용하였다. 본 논문에서는 기존의 방식에 비해 Push-Push 발진기의 크기와 성능을 개선하였다.

참고문헌

1. H. Yabuki, M. Sgawa, and M. Makimoto "Voltage Controlled Push-Push Oscillators Using Miniaturized Hairpin Resonators",IEEE MTT-S Dig., vol. 33, no. 14, pp. 1175-1178, sep. 1991.
2. A. P. S. Khanna and J. Obregon, "Microwave Oscillator Analysis," IEEE Trans. Microwave Theory and Tech., Vol MTT-29, pp. 606-607, June 1981.
3. M. Sagawa, K. Takahashi and M. Makimoto, "Miniaturized hair-pin resonator filters and their application to receiver front-end MIC's," IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol. 37, no. 12, pp. 1991-1996, Dec. 1989.
4. H. Abe, "A Highly stabilized low-noise GaAs FET integrated oscillator with a dielectric resonator in the C-band," IEEE Transaction on Microwave Theory and Techniques, volume MTT-26, pp. 156-162, March 1978.
5. X. H. Jiao, P. Guillon, B. Jarry, and B. Madrangeos, frequency agile active filters for MIC and MMIC applications,"IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest, Dallas, Texas,pp. 503-506, June 1990.
6. T. Nakagawa, T. Hirota, and T. Ohira, "A novel MMIC approach to sampling phase/frequency detection for microwave quartz-lock oscillator," IEEE MTT-S Dig., pp. 1301-1304, 1992.
7. A. Pavio and Mark A. Smith, "Push-push dielectric resonator," IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest, San Diego, CA, pp. 266-269, June 1985.