

900 MHz / 2.14 GHz에서의 단일 FET을 이용한 이중대역 고효율 도허티 전력증폭기 설계

이지환, 김선숙, 서철현
 송실대학교 정보통신·전자공학부

At 900 MHz and 2.14 GHz, a Design of dual band high efficiency Doherty Power Amplifier using single FET

Jyhwan Lee, Seonsook Kim, Chulhun Seo
 School of Electronic Engineering, Soongsil University
 E-mail : ljhququ@hanmail.net, sunsuk1004@hanmail.net

Abstract - 본 논문에서는 단일 FET를 이용하여 900MHz/2.14GHz 이중대역 고효율 도허티 전력증폭기 설계 구현을 하였다. 이중대역 도허티 전력증폭기의 출력전력은 900MHz에서 35.91dBm, 2.14GHz에서 35.91 dBm의 출력을 얻었으며, 전력부가효율은 900MHz에서 40.32%, 2.14GHz에서는 40.47%의 효율을 획득 하였다. 또한 본 논문에서 단 하나의 능동소자를 이용하여 최대한의 출력전력을 얻기 위하여 최대 전력점합법을 사용하였으며 그 결과 이중대역 전력증폭기를 구현할 수 있었다.

1. 서 론

현재생활에서 이동통신은 모든 생활의 기본이 되고 있으며, 휴대인터넷 등 차세대 이동통신들이 서비스들이 본격적으로 선보이려 하고 있다. 이렇듯 다양한 통신 서비스가 본격적으로 서비스되기 시작함에 따라 유무선 통합이 이루어지고 있으며, 사용자 역시 통합 무선 통신망의 사용이 급속히 늘어나고 있는 반면, 현재의 이동통신망 초고속 데이터를 송수신하기에는 제약이 많이 따르게 된다. 이에 다중대역 서비스가 가능하도록 하는 연구가 많이 이루어지고 있으나, 아직 그 성과는 기초 단계에 머무르고 있다.

이러한 시장에서 차세대 통신이전에 과도기적인 통신망으로 기존 이동통신망의 음성통신과 IMT2000의 초고속 이동 데이터 통신망을 합한 이중모드 통신망이 적절한 대안으로 떠오르고 있고, 최근 몇 년간 CDMA와 같은 이동통신 시스템의 급격한 보급에 의해 무선통신 고출력 증폭기의 중요성이 새로이 부각되고 있으며 앞으로도 새로운 이동통신 환경에 적합한 고효율, 고품질, 고출력, 이중대역 전력증폭기 연구가 요구되고 있다. Doherty 전력증폭기는 이런 고효율 고품질의 두 가지 장점을 얻을 수 있는 전력증폭기 중 대표적인 방법 중 하나이다.

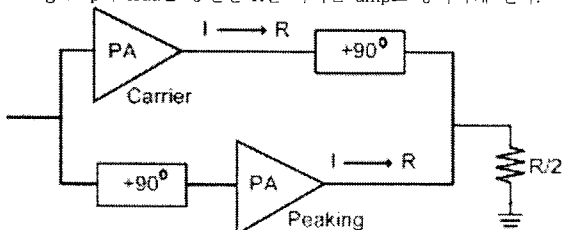
본 논문은 2.14 GHz 대역과 기존 900 MHz 통신망간의 통합을 목적으로 한 이중모드 전력 증폭기를 설계하였다. 다른 주파수 대역을 통합을 목적으로 이중모드 전력 증폭기에 대한 연구는 기존에 몇몇 논문을 통해서 제시되어져 왔으며, 기본적인 형태는 각각 대역용으로 전력증폭기를 설계하여 두 전력 증폭기를 결합하거나, 또는 출력 면에서 손실을 감수하고, Q값을 낮춤으로서 이중 대역화 하는 것이 기본적인 방법이었다.

본 논문에서는 마이크로 스트립라인을 이용하여, 로드풀 이론을 적용하면서 동시에 최대출력을 얻을 수 있도록 Single FET를 이용하여 이중대역 전력증폭기를 구현하였으며, 고효율 고품질의 전력증폭기를 얻기 위하여 Doherty 전력 증폭기의 구조에 적용한 결과 900 MHz에서는 출력은 35.014 dBm, 효율은 40.32 %를 얻었으며, 2.14 GHz에서는 35.912 dBm의 출력과, 40.47 %의 효율을 얻을 수 있었다.

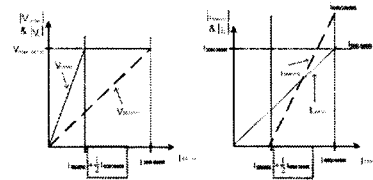
2. 본 론

2.1 고효율을 위한 Doherty 전력증폭기 구조

일반적인 Doherty 전력증폭기는 그림 1과 같이 Load를 R/2를 사용하는 것이 보통이다. 따라서 높은 입력전력이 인가되면 carrier amp와 peaking amp의 load는 동일한 R을 가지는 amp로 동작하게 된다.



〈그림 2〉 일반적인 Doherty amp 구조

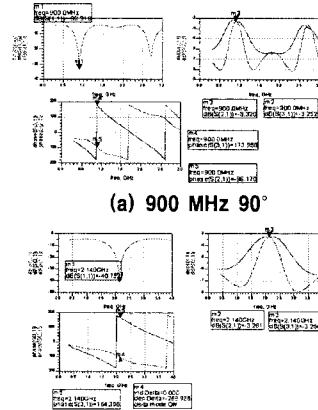


〈그림 3〉 일반적 Doherty 구조의 전압 전류 특성

따라서 carrier amp와 peaking amp가 동시에 동작할만한 입력신호가 인가 되면 carrier amp에 흐르는 최대 전류의 절반의 크기를 가지는 전류가 carrier amp와 peaking amp에 흐리게 되고 이는 이론상 최대 전력점으로부터 약 6 dB back-off 지점에서 최대 효율을 나타내게 된다.

2.1.1 도허티 전력증폭기를 위한 90° hybrid coupler 설계

Doherty 전력 증폭기의 앞부분에 사용될 divider로서 peak 증폭기 앞단의 90° 위상차를 coupler를 사용하여 해결할 수 있게 된다. 그림3에서와 같이 2.1GHz 대역과 900 MHz 대역에서 3 dB 특성을 갖도록 설계하였고, 특성을 확인 하였다.

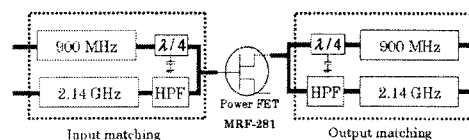


(a) 900 MHz 90°
 (b) 2.14 GHz 90°

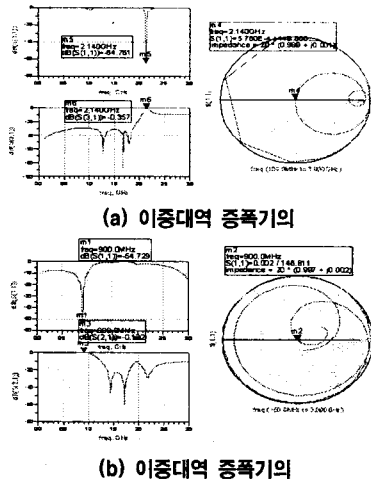
〈그림 4〉 Doherty amplifier with hybrid coupler

2.2 이중대역 전력증폭기 설계

하나의 FET로 900 MHz와 2.1 GHz 두 대역을 동작시키기 위한 이중대역 전력증폭기를 그림 3과 같이 설계 하였으며, 설계 결과는 다음과 같다.



〈그림 5〉 이중대역 전력증폭기 구성도

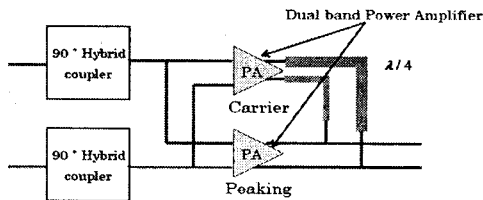


〈그림 6〉 설계된 이중대역 증폭기의 특성

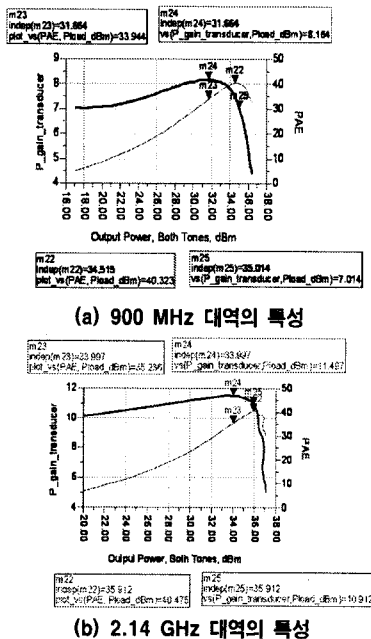
측정결과 2.14 GHz대역에서 출력은 32.65 dBm, 이득은 11 dB, IMD는 -22.611 dBc, 효율은 36%였으며, 동일 증폭기에서의 900MHz대역에서의 출력은 32 dBm, 이득은 9.6 dB, IMD는 -26.857 dBc, 효율은 37%로 하나의 FET 이중대역에서 모두 비슷한 성능을 나타냄을 알 수 있었다.

2.2.1 이중대역 전력증폭기를 적용한 Doherty 증폭기의 설계 및 측정

앞서 설계된 이중대역 전력증폭기를 Doherty 전력 증폭기에 적용하여 실험하였으며, 결과는 다음과 같다.



〈그림 7〉 이중대역 전력증폭기를 적용한 Doherty 전력 증폭기 구성도



〈그림 8〉 이중대역 전력증폭기를 적용한 Doherty 전력 증폭기의 특성

다음 <표 1>은 앞서 설계된 이중대역 전력증폭기와 이중대역 전력증폭기를 적용한 Doherty 전력 증폭기의 실험결과를 비교 하였으며, Doherty 전력 증폭기를 적용한 결과 출력과 효율이 개선됨을 알 수 있다.

〈표 1〉 이중대역 전력증폭기와 이중대역 전력증폭기를 적용한 Doherty 전력 증폭기의 측정 결과 비교분석

구 분	이중대역 전력증폭기		이중대역 전력증폭기를 적용한 Doherty 전력 증폭기	
	900MHz	2.14GHz	900MHz	2.14GHz
Output Power [dBm]	32.65	32.65	35.515	35.912
Gain[dB]	10	11	8.16	11.5
IMD[dBc]	-26.444	-22.611	23.254	20.314
Efficiency[%]	37	36	40.323	40.475

2.2.2 측정결과

본 논문에서는 이중대역 전력증폭기를 설계한 후 일반적인 Doherty 전력 증폭기와 이중대역 전력증폭기를 적용시킨 Doherty 전력 증폭기를 설계 측정하였으며, 그 측정 결과는 다음 <표 2>와 같다.

〈표 2〉 측정 결과 비교분석

구 분	Doherty 전력 증폭기 @900MHz	Doherty 전력 증폭기 @2.1GHz	본 논문에서 제안된 이중대역 전력증폭기를 적용한 Doherty 전력 증폭기	
			900MHz	2.14GHz
Output Power [dBm]	33.5	34.5	35.515	35.912
Gain[dB]	11	13	8.16	11.5
IMD[dBc]	-24.284	-21.924	-23.254	-20.314
Efficiency [%]	37	39	40.323	40.475

3. 결 론

본 논문에서 제안한 구조로 이중대역 전력증폭기를 적용 시킨 Doherty 전력 증폭기를 설계한 후 측정한 결과 설계된 2.14 GHz대역과 900 MHz 대역의 이중대역 모두 일반적인 Doherty 증폭기보다 향상된 고효율 고표출 전력증폭기를 얻을 수 있었다.

기존의 Doherty 전력 증폭기를 기준으로 제안된 구조와 비교 했을 때 900 MHz에서 최대 출력신호 35.515 dBm에서 전력효율은 3%, 2.14 GHz에서 최대 출력신호 35.912 dBm에서 전력효율은 1% 개선됨을 알 수 있었으며, 추후 연구를 통하여 다중모드 서비스가 가능한 전력증폭기 설계에 적용 가능하다.

[참 고 문 헌]

- [1] Steve C. Cripps "RF Power Amplifiers for Wireless Communications", Artech House, 1999.
- [2] Steve C. Cripps "Advanced Techniques in RF Power Amplifier Design", Artech House, 2002.
- [3] W. H. Doherty, "A New High Efficiency Power Amplifier for Modulated Waves." Proc. of the IRE, Vol. 24, No. 9, pp.1163-1182, 1936.
- [4] Upton, David M., Maloney, Peter R and et al, "A Microwave Doherty Amplifier," Applied Microwaves and RF, Winter 1994.
- [5] F.H.Raab, "Efficiency of Doherty RF power amplifier systems." IEEE E transactions on Broadcasting, Vol. BC-33, No. 3, September 1987.
- [6] 정형태, 김성욱, 장익수, "발륜을 이용한 푸쉬풀 구조의 도허티 증폭기 설계" 대한전자공학회 논문지 제 41권 TC, 제4호, 247-253, 2004년 4월
- [7] V. Radisic, Y. Qian, R. Coccioliand and T. Itoh, "Novel 2-D Photonic Bandgap Structure for Microstrip Lines," IEEE Microwave Guided Wave Lett., vol. 8, no. 2, pp. 69-71, 1998.
- [8] I. Rumsey, P. M. Melinda and P. K. Kelly, "Photonic Bandgap Structures Used as Filters in Microstrip Circuits," IEEE Microwave Guided Wave Lett., vol. 8, pp. 336-338, 1998.
- [9] V. Radisic, Y. Qian and T. Itoh, "Broadband power amplifier using dielectric photonic bandgap structure," IEEE Microwave Guided Wave Lett., vol. 8, pp. 13-14, 1998.
- [10] Taesun Kim, and Chulhun Seo, "A Novel Photonic Bandgap Structure for Lowpass Filter of Wide Stopband," IEEE Microwave Guided Wave Lett., January, 2000.