

TVWS용 전력증폭기 설계 및 구현

송지훈, 김정환, 설광철, 유호상* 강상기

군산대학교, 이노넷*

Design and Implementation of HPA for TVWS

Ji-Hun Song, Jung-Hwan Kim, Gwang-cheol Seol, Ho Sang Yu*, Sanggee Kang

Kunsan National University, Innonet*

E-mail : hoaz22@kunsan.ac.kr

요 약

본 논문에서는 TVWS(TV white space)용 전력증폭기의 설계 및 구현에 대해서 기술한다. TVWS용 전력증폭기는 기존의 방송시스템에 미치는 영향을 최소화하기 위해서 방사전력 및 스펙트럼 마스크를 엄격하게 제한해야 한다. 구현한 전력증폭기는 470 ~ 698MHz 대역에서 동작하며, 이득특성은 최대 48.63dB, 최저 43.45dB로 측정되었고, -21.32dB 이하의 입력반사계수, -4.29dB 이하의 출력반사계수를 갖는다. 출력전력과 선형성은 28.79dBm 출력시 -45.24dBc의 선형성을 갖는다.

ABSTRACT

The design and implementation of a broadband and linear HPA for TVWS are presented in this paper. The spectrum mask and transmitted power of HPAs for TVWS must be controlled and meet the regulations to minimize interference effects on the present broadcasting systems. The implemented HPA has the operating frequency of 470 ~ 698MHz with the maximum 48.63dB and minimum 43.45dB gain, input reflection coefficient of below -21.32dB, output reflection coefficient of below -4.29dB and the linearity of -45.24dBc at 28.79dBm output power.

키워드

Key Words : HPA, TVWS, Broadband, Linear Amplifier

I. 서 론

주파수 이용효율을 높이기 위한 방법 중의 하나로 주파수 공유기술에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 주파수 공유기술의 직접적인 예로는 TVWS를 이용한 서비스를 생각할 수 있다^[1]. TVWS를 이용하기 위해서는 기존의 지상파 TV 방송 등에 미치는 영향이 없어야 한다. 무선 환경에서는 1차 사용자가 사용하지 않는 주파수 채널을 2차 사용자가 이용하더라도 동일한 주파수 대역을 사용하는 타 시스템에 영향을 주지 않기 위해서 2차 사용자의 송신기 선형성을 아주 엄격하게 관리할 필요가 있다.

FCC에서 정의한 TVWS를 사용하는 송신기의 스펙트럼 마스크 특성으로 고정국(36dBm EIRP)과 이동국(20dBm EIRP)은 6MHz 대역내의 전력과 인접채널의 전력을 100kHz 분해능으로 측정했을 때, 인접채널의 전력이 -55dBc 이하의 PSD가 되어 하는 것으로 규정하고 있다^[2,3]. 본 논문에서는 TDD 통신시스템에 사용되는 TVWS용 전력증폭기의 설계와 제작에 대해서 기술한다.

II. 설계 및 제작

TDD 시스템의 송수신의 전단부(Front-end)에는 TDD 동작을 위한 RF 스위치가 사용되며, 송신 신호에 존재할 수 있는 스푸리어스를 제거하기 위해서 대역통과필터가 사용된다. 일반적으로 대역통과필터는 전력증폭기 외부에 실장해서 사용하나, 본 논문에서는 컨넥터나 케이블에 의한 손실을 줄이기 위해서 전력증폭기 내부에 실장한다. 그림 1은 설계한 전력증폭기의 구성도이며, TDD 동작시 송수신 경로상의 격리도를 보다 많이 확보하기 위해서 RF 스위치를 3개 사용하는 구조로 설계하였고, 최종단 증폭기는 push-pull 구조의 전력증폭기를 사용하였다. 본 논문에서 목표하는 전력증폭기의 중요 사양은 표 1과 같다.

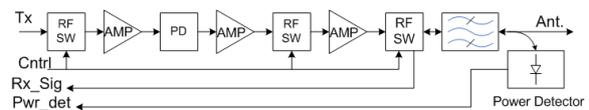


그림 1. 전력증폭기의 구성도

표 1. TVWS용 광대역고선형 HPA의 주요사항

항 목	규 격
동작주파수범위	470 - 698MHz
출력전력	28dBm 이상
IMD	55dBc 이상
이득	38dB 이상
이득평탄도	+/- 2dB
입출력 RL	10dB 이하
입출력임피던스	50ohms
입출력컨넥터	SMA female
부가기능	- 대역 여과기능, 출력전력 검출기능, 스위칭 기능

구현한 전력증폭기의 이득과 입출력 특성의 측정 결과는 그림 2와 같다. 측정 결과를 보면, 이득은 최대 48.63dB, 최저 43.45dB로 측정되어 대략 5dB 이내의 평탄도를 갖는다. 입력반사계수는 -21.32dB 이하, -4.29dB 이하로 측정되었다. 그림 3은 구현한 전력증폭기의 스펙트럼 마스크와 출력전력을 측정한 결과이다. 스펙트럼 마스크 측정에서는 WCDMA(64DPCH) 신호를 사용하였다. 본 논문에서는 스펙트럼 마스크 측정시 외부에 30dB 감쇄기와 0.5dB 삽입손실을 갖는 RF 케이블을 사용하였다. 그림 3의 측정결과는 구현한 전력증폭기가 출력전력 28.79dBm/6MHz에서 -45.24dBc의 선형성을 가짐을 보여준다. 그림 4는 구현한 전력증폭기의 사진이다.

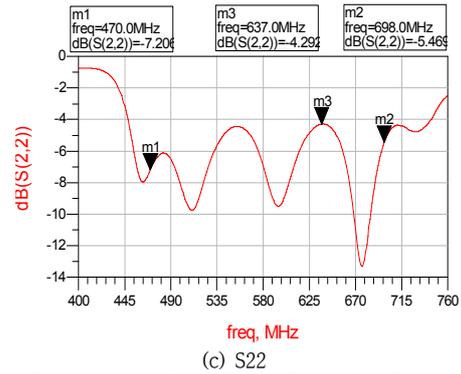
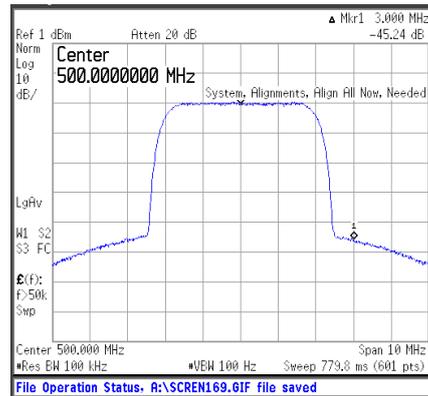
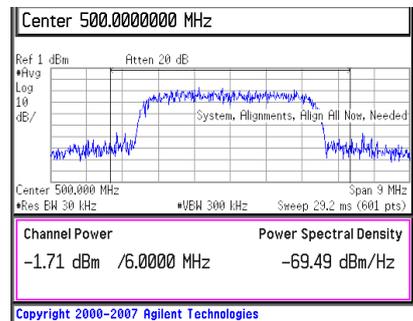


그림 2. 구현한 전력증폭기의 이득과 입출력반사 특성



(a) 스펙트럼 마스크(@500MHz)



(b) 출력전력(@ 500MHz)
그림 3. 구현한 전력증폭기의 선형성과 출력전력

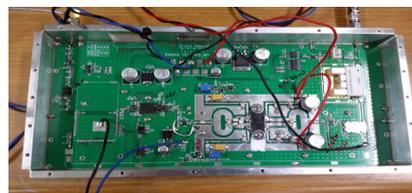
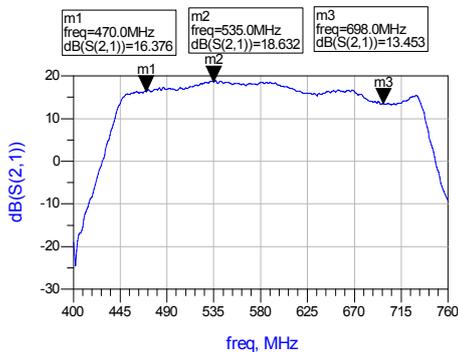
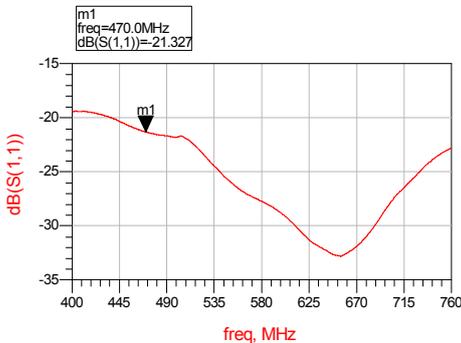


그림 4. 구현한 전력증폭기의 사진



(a) S21(외부에 30dB 감쇄기 사용)



(b) S11

III. 결 론

설계 및 구현한 전력증폭기는 470 ~ 698MHz 대역에서 동작하며, 이득특성은 최대 48.63dB, 최저 43.45dB로 측정되었고, -21.32dB 이하의 입력반사계수, -4.29dB 이하의 출력반사계수를 갖는다. 출력전력과 선형성은 28.79dBm 출력시 -45.24dBc의 선형성을 갖는다. 논문에 제시한 전력증폭기의 성능은 PD(전치 왜곡기)를 포함한 성능이 아니기 때문에 선형성과 대역내 평탄도의 특성이 원하는 특성을 갖지 않지만, PD의 기능을 추가하면 원하는 성능을 가질 것으로 기대한다.

『본 연구는 군산대학교 정보통신기술연구소의 부분적인 지원으로 수행된 연구임.』

참고문헌

- [1] IEEE Std. 802.22-2011, Part-22: Cognitive Wireless RAN MAC and PHY Specifications: Policies and Procedures for Operation in the TV Bands
- [2] IEEE Std. 802.22-2011, Part-22: Cognitive Wireless RAN MAC and PHY Specifications: Policies and Procedures for Operation in the TV Bands
- [3] Deok-won Yun, Hyung-min Chang and Won-cheol Lee, "A Study on Experiment of Transmission Power Assignment for Indoor TVWS Wireless Communication System," JKICS, vol. 38, no. 10, pp. 774-860, Oct. 2013.
- [4] G. Gonzalez, Microwave Transistor Amplifiers: Analysis and Design, Prentice-Hall, 1997.