

## 자동게이트통관시스템에 사용하기 위한 5.8GHz 송신기 회로 설계

이일섭, 하영철, 문태정\*, 황성범\*, 송정근, 홍창희  
 동아대학교 전기전자컴퓨터공학부, \* 경남정보대학 전자정보학부  
 전화 : (051) 200-6775 / 팩스 : (051) 200-7712

### Design of 5.8GHz Transmitter Circuit for Automatic Gate System

Il-Sup Lee, Young-Cheol Ha, Tae-Jung Moon\*, Sung-Beom Hwang\*,  
 Chung-Kun Song, and Chang-Hee Hong  
 School of Electrical, Electronics and Computer Engineering, Dong-A University  
 \* School of Electronics and Information, Kyungnam College  
 E-mail : ilsup@hanmail.net

#### 요약

본 논문에서 항만 자동게이트통관시스템에 사용하기 위하여 단거리전용통신(DSRC)용 OBE에 사용되는 5.8GHz 송신기 MMIC를 설계하였다. 능동소자로는 GaAs MESFET을 사용였고, 회로의 복잡도를 줄이기 위해 직접변조방식을 채택하였다. 인접채널간섭의 영향을 줄이기 위하여 드레인 제어 변조회로를 사용하여 -40dBc이하의 인접채널간섭과 70dB 이상의 on/off비를 갖는 5.8GHz ASK 송신기 회로를 설계하였다.

#### I. 서론

최근 5.8GHz의 주파수 대역은 저가격, 단거리 통신을 위한 주파수로 제공되어 여러 방면에서 널리 사용되고, 특히 단거리전용통신망에 사용되어 자동요금지불(ETCS), 교통제어, 차량데이터전송등을 위한 차량과 기지국 사이의 통신에 사용하기 위하여 활발한 연구가 진행되고 있다. 특히 컨테이너 항만 게이트의 자동화를 위하여 자동게이트통관 시스템 역시 이 5.8GHz 단거리전용통신을 사용하여 개발되고 있다.[1][2]

이러한 차량과 기지국간의 단거리전용통신이 널리 보급되기 위해서는 차량에 탑재되어 기지국과 통신하는

OBE(On-Board Equipment)의 저가격화가 가장 중요한 요인이 되고, 이를 위해서는 그림 1의 OBE를 구성하는 요소들의 MMIC화가 필수적이다.

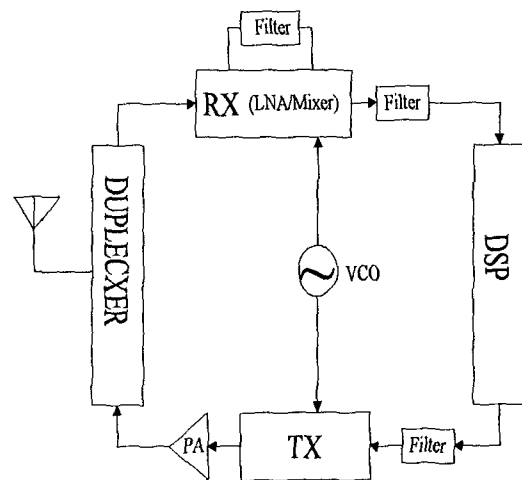


그림 1. OBE 시스템의 구성도

단거리전용통신은 우리나라에서는 아직 표준이 정해지지 않았지만, 일본의 경우 OBE의 주요 파라미터는 표1과 같다. 표1에서 보는 바와 같이 채널간격이

항목	수치
주파수 대역	5.8GHz
채널 폭	8MHz
채널 간격	2MHz
변조방식	ASK
코딩방식	맨체스터
데이터 전송률	1.024Mbps
변조지수	0.75-1.0
인접채널간섭	≤-40dBc
송신전력	≤10mW

표 1. OBE의 주요 파라미터

2MHz에 불과하기 때문에 인접채널전력이 -40dBc 이하로 요구된다. 그러나 직접변조방식의 경우 변조시의 사이드로브의 증가로 인하여 좁은 채널간격과 낮은 인접채널간섭의 실현이 어렵다.[4]

따라서 직접변조방식으로 송신기를 설계하기 위하여 FET의 드레인에 의해 제어되는 새로운 형태의 변조회로를 설계하였다. 이 회로의 경우 간단할 뿐만 아니라 넓은 선형변조 영역을 가지고 있어, 베이스밴드 데이터의 변화에 따른 변조시의 on/off비를 증가시키고 인접채널간섭을 감소시킬 수 있다.

## II. 회로구조 및 특성

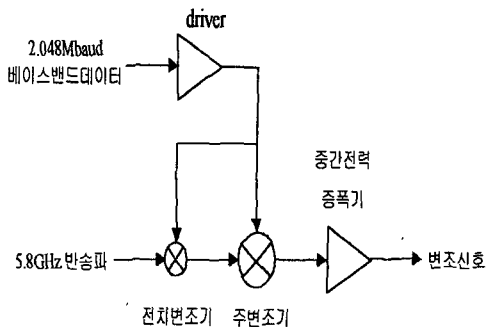


그림 2. 송신기 회로의 블록 다이어그램

그림 2는 송신기의 블록 다이어그램으로 ASK 변조 블록과 중간 전력 증폭기 블록으로 구성되어 있다.

ASK 변조 블록의 경우 2.048Mbaud의 베이스밴드 신호를 구동하기 위한 드라이버와 이 구동된 신호를 가지고 5.8GHz 반송파를 ASK 변조시키기 위한 전치변조기와 주변조기로 구성되어 있다.

그림 3은 설계한 드레인 제어 변조 회로로 3V 단일 공급전압으로 동작하도록 설계되었고 능동소자로는 GaAs MESFET을 사용하였다. 베이스 밴드 데이터는 드라이버를 통하여 전치변조기와 주변조기 FET의 드레인에 인가되고 변조기 첫 단은 on/off비의 증가와 입력 임피던스 정합을 위한 전치 변조기로 설계되었다. 그리고 5.8GHz 송신 캐리어는 베이스 밴드 데이터에 의해 직접 변조된다. 그리고 입출력 매칭은 간단한 L형 매칭 네트워크를 사용하였다.

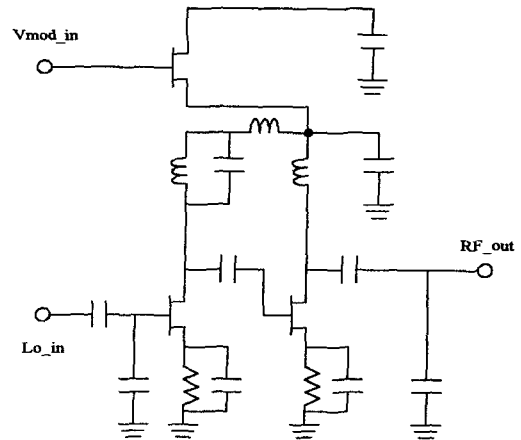


그림 3. 설계한 드레인 변조회로

일반적으로 직접변조방식을 사용하는 경우에는 upconverter를 위하여 사용되는 국부발진기와 필터가 필요없기 때문에 회로의 복잡도를 상당히 줄일 수 있다. 하지만 변조의 선형성 확보가 어렵기 때문에 적절한 인접채널간섭을 얻기가 어렵다. 그러나 드레인 제어 송신기 회로의 경우 더 우수한 변조의 선형성과 넓은 변조 범위, 비음극 레벨 데이터 변조에 적합한 잇점을 갖는다. 이 회로의 경우 단지 베이스 밴드 스펙트럼을 RF 밴드로 이동하는 것 뿐이므로 스펙트럼 분포에 별다른 영향을 미치지 않고 베이스 밴드에서 적당한 필터를 결합하게 되면 더 쉽게 RF 밴드에서의 사이드로브를 감소시킬 수 있다.

## III. 모의실험 결과

그림 4은 본 논문에서 HPADS로 설계한 드레인 제어

송신기 회

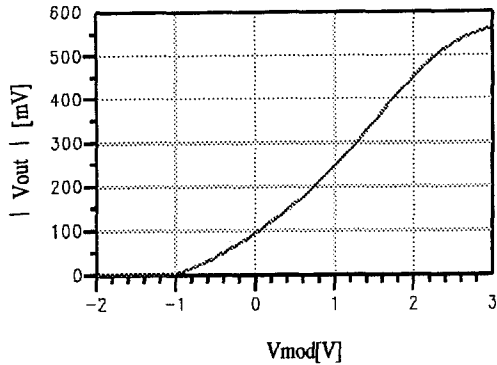
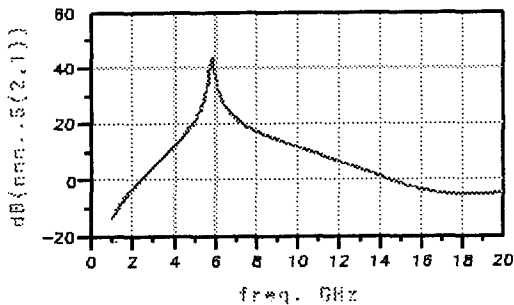
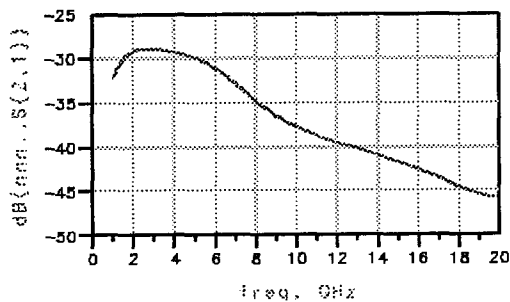


그림 4. 드레인 제어 변조회로의 변조 특성

로의 변조특성을 모의실험한 결과이다. 그림 4에서 보는 것처럼 0-2.3V까지 넓은 선형변조영역을 가지고 있었다. 이같은 넓은 선형변조 특성은 우수한 on/off비를 가질수 있고, 인접채널간섭 역시 아주 작은 값을 가지게 만든다.



(a) 베이스밴드 데이터가 on일 때



(b) 베이스밴드 데이터가 off일 때

그림 5. 베이스밴드 데이터의 on/off에 따른 S21

그림 5는 베이스밴드 데이터의 on/off에 따른 RF단의 S21의 변화를 모의실험한 결과이다. 베이스밴드 데이터가 on일 때 5.8GHz에서 43.8dB의 S21값을 가졌고, 베이스밴드 데이터가 off일때는 5.8GHz에서 -32dB의 S21값을 가졌다. 따라서 본 논문에서 설계한 변조기는 70dB이상의 우수한 ASK 변조 on/off비를 가짐을 확인하였다.

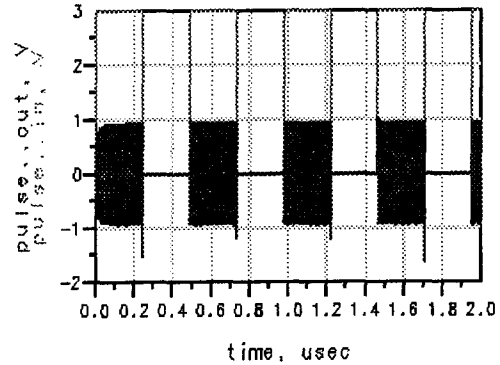


그림 6. 드레인 제어 변조회로 출력

그림 6은 드레인 제어 변조회로의 베이스밴드 데이터와 RF 출력단의 관계를 모의실험한 결과이다. 2.048Mbaud의 베이스밴드 입력에 따라 RF 출력은 약 1.8V의 진폭으로 ASK변조되어 출력됨을 확인할 수 있다.

### III. 결론 및 향후 연구방향

본 논문에서는 항만의 자동게이트통관시스템에 사용되는 차량 탑재용 OBE의 구성요소 중 하나인 5.8GHz 드레인 제어 송신기를 설계하였다. 회로의 복잡도를 줄이기 위하여 직접변조방식으로 설계되었고, 인접채널의 간섭을 제거하기 위해 드레인 변조회로를 사용하여 -40dBc이하의 충분한 인접채널간섭과 70dB이상의 우수한 on/off비를 얻을 수 있었다.

향후 이 회로를 사용하여 5.8GHz 송신기 MMIC를 제작하고 나아가 전체 OBE를 MMIC 모듈화 하기 위하여 연구를 진행중에 있다.

이 논문은 2000년도 동아대학교 지능형통합항만관리 연구센터의 지원에 의하여 연구되었음.

참고문헌

- [1] Eng Chuan Low, Kelvin Yan, H.Nakamura, and Hiroki I. Fujishiro "A Plastic Package GaAs MESFET 5.8-GHz Receiver Front-End with On-Chip Matching for ETC," IEEE Transaction on Microwave Theory Techniques, Vol. 48, No. 2, February 2000
- [2] M. Minagi, M. Toge, K. Ueda, N. Mohri, "The Nonstop Electronic Toll Collection System," MWE'97 Microwave Workshop Digest, pp.194-199, 1997.
- [3] T. Kunihisa, S. Yamamoto, M.Nishijima, T.Yamamoto, M. Nishitsuji, K.Nishii, and O.Ishikawa, "A 5.8-GHz, 3.0-V single supply power MMIC for electronic toll collection system," IEEE GaAs IC Symp. Dig., 1998, PP.169-172.
- [4] M. D. Pollman, C. Transtanella, M. Shifrin, V. Aparin, and D.Upton, "A Low-cost Package MMIC Chip Set for 5.8GHz ISM Band Application," IEEE Radio Frequency Integrated Circuits Symp., pp.33-36,1997