

PCS Pico Cell용 전력증폭기의 설계 및 제작

김선영, 방 성 일

단국대학교 전자·컴퓨터공학부

전화 : (02) 709-2827 / 팩스 : (02) 709-2590

Design and Implementation of High Power Amplifier for PCS Pico Cell

Sun-young Kim, Sung-il Bang

Dept. of Electronics & computer Eng. Dankook University

E-mail : kjlee72@hanmail.net

Abstract

In this paper, We designed and implemented 20 watt high power amplifier which can be used for the commercial services in band of 1.86~1.87GHz at PCS. In order to satisfy ACPR, We designed by using the ADS(Advanced Design System)ver1.3. The HPA is fabricated on tepron substrate($\epsilon_r=3.15$, $H=0.78\text{mm}$, $T=0.02\text{mm}$). The implemented HPA measured The ACPR characteristics at $\pm 885\text{kHz}$, $\pm 1.25\text{MHz}$, $\pm 2.25\text{MHz}$. The HPA meets specification with good ACPR. The HPA is expected to use as a commercial product of PCS base station.

I. 서론

무선이동통신 기술의 발달로 언제, 어디서나, 누구와도 통화 할 수 있는 기술의 요구가 증대되어 왔다. 국내에서도 1983년 AMPS(Advanced Mobile Phone System) 방식의 아날로그 셀룰러 이동통신 서비스를 시작한 이래 800MHz 대역 서비스에 이어 1.8GHz대역의 서비스를 하고 있다. 일반적으로 셀룰러 방식에서 가입자 수용용량을 늘리기 위해서는 사용 주파수 대역폭을 늘리거나 셀 반경을 줄이는 것으로 현실화 할 수 있다. 주파수 대역폭을 늘리는 것은 국가적으로 중요

한 자원인 주파수를 이동전화 서비스만을 위해 무작정 할당할 수 없기 때문에 현실적으로 좋은 방법은 아니다. 반면 셀반경을 줄이는 방법은 새로운 기지국을 추가하면 되기 때문에 상대적으로 손쉽게 수용용량을 증가시킬 수 있다. 따라서 PCS망에서는 높은 주파수를 사용하여 셀 간섭을 억제하고 피코셀을 구현하여 가입자 수용용량을 늘리는 방법을 채택하고 있다.

본 논문에서는 이러한 피코셀에서 사용 가능한 20W 급 고출력 전력 증폭기를 비선형 해석 기법인 harmonic balance 기법을 이용하여 AB급에서 동작하도록 설계, 제작하였다[1].

II. 전력증폭기의 구성

전력증폭기를 크게 나누어 보면 RF Part와 Control Part로 나눌 수 있는데, 본 논문에서는 RF Part의 특성을 최대화시켰다. Control Part에서는 AGC, ALC, 온도에 대한특성, 오동작중에 Shutdown 기능등을 제어한다. 전력증폭기의 RF Part는 크게 Drive Stage와 Main Stage로 구분된다. LDMOS FET는 온도에 따라서 온도가 올라갈수록 Gain은 줄어들고 ACPR은 나빠지며, 온도가 낮아질수록 Gain은 커지고 ACPR이 좋아지는 특성을 가진다. 이러한 특성 때문에 LDMOS FET의 GATE쪽에 Thermister를 설계하여 온도가 변하더라도 일정한 Gain과 ACPR을 갖도록 해주었다. 그림 1은 본 논문에 사용된 전력증폭기 구성도이다.

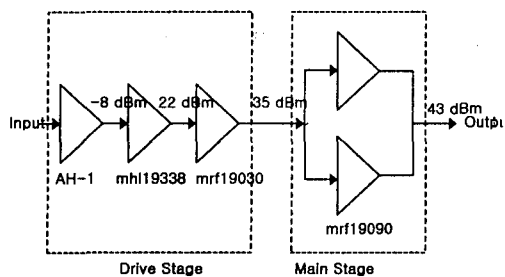


그림 1. 전력증폭기의 구성도

III. 전력증폭기의 설계

설계 규격은 PCS Pico Cell용 기지국에 사용되는 설계사양을 선택하여 설계하였다.

표 1. 전력증폭기의 설계 규격

Parameter	Specification
Frequency	1.86GHz to 1.87GHz
RF Output Power	Average 20 Watt
Gain Variation	50dB ± 1.5dB
Gain Flatness	± 0.2dB over any 2MHz
Harmonics	2 nd : -40dBc 3 rd : -60dBc
IMD	885kHz : -32dBc 1.25MHz : -37dBc 2.25MHz : -48dBc
DC Power	27V, 7.5A max at any condition

초단에 저잡음증폭기로서 WatchinsJohnson사의 AH-1을 사용하여 전체 시스템의 잡음지수를 낮추어주었으며, Drive Amp로서는 MRF19338와 MHL19030을 사용하였고 Main Amp로는 MHL19090을 90° Hybrid Type으로 사용하였다[2]. 제작에 사용된 유전체 기판은 비유전율 3.5, 유전체 높이 0.78mm, 동판두께 0.02mm인 테프론 기판에 인쇄 회로 기판 방법을 이용하여 도체 배선이나 저항, 커패시터 등을 형성시킨 후 그위에 소자를 실장하는 방식으로 구현하였다. 회로 기판은 시뮬레이션을 통해 얻은 정합회로뿐만 아니라 튜닝을 위한 패턴을 포함 시켰다. 본 논문에서는 정합 회로를 스텝 임피던스의 형태로 마이크로스트립라인을 이용하여 설계하였다[3].

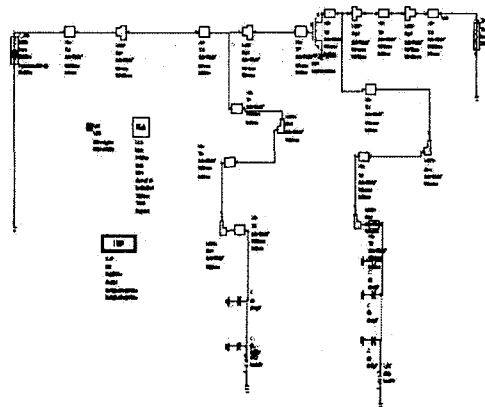


그림 2. 전력증폭기 입출력 매칭회로(MRF19030)

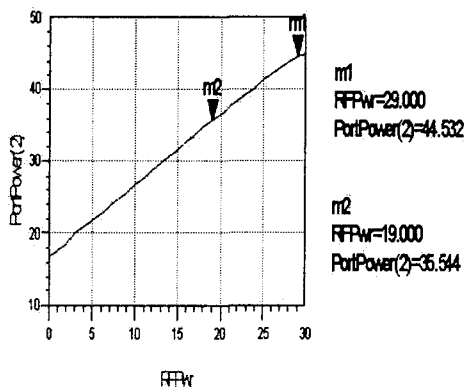


그림 3. 전력증폭기의 출력특성(MRF19030)

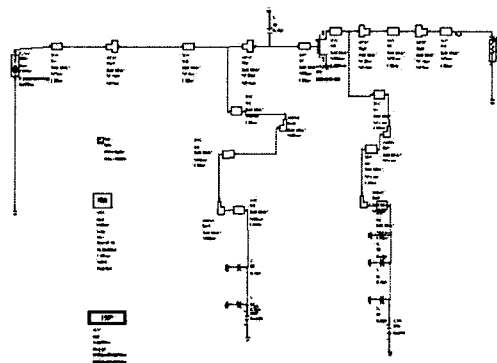


그림 4. 전력증폭기 입출력 매칭회로(MRF19090)

PCS Pico Cell용 전력증폭기의 설계 및 제작

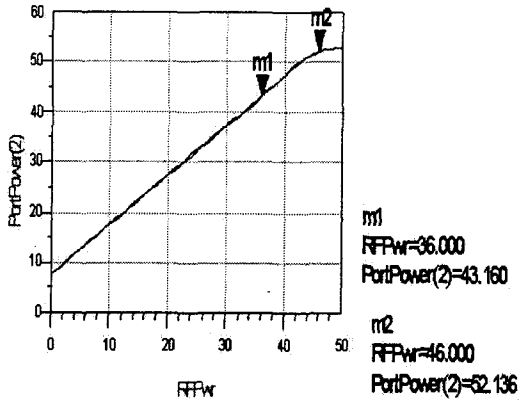


그림 5. 전력증폭기의 출력특성(MRF19090)

전력증폭단 MRF19090의 입출력 매칭은 Gain보다는 Power matching으로 증폭기가 동작하는 최대 Power에서도 높은 선형성을 유지하도록 했다. 최종 출력회로는 MRF19030과 MRF19090을 각각 따로 설계하여 최종적으로 하나로 통합했다.

IV. 전력증폭기 제작 및 측정결과

그림 6은 실제 제작된 전력증폭기의 실물도이다.

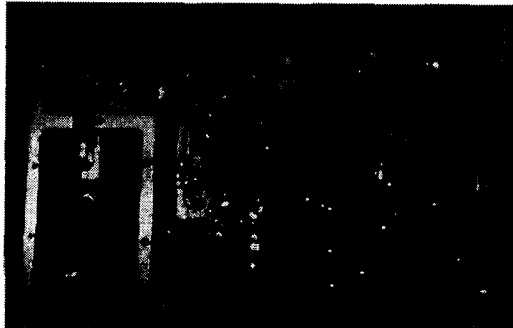


그림 6. 전력증폭기의 전면부

본 논문에 사용된 계측장비로는 NETWORK ANALYZER, SPECTRUM ANALYZER, SIGNAL GENERATOR, POWER METER, DC POWER SUPPLY, ATTENUATOR로 구성하여 정합회로의 튜닝과 측정을 하였으며, 그림 7에 장비구성도가 나타나있다.

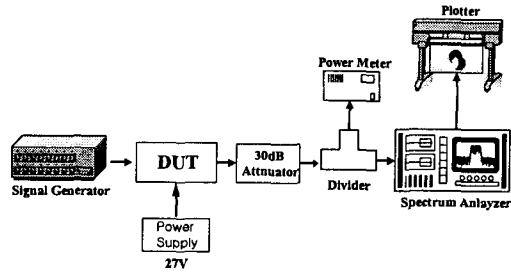


그림 7. 전력증폭기의 장비구성도

Spectrum Analyzer의 최대 입력 전력이 30dBm이므로 Spectrum Analyzer로 측정할때는 반드시 Attenuator를 부착하여 계측기에 손상이 가는 일이 없도록 해야 한다. 전력증폭기에 CDMA 파형을 입력하여 측정한 Gain은 그림8과 같다.

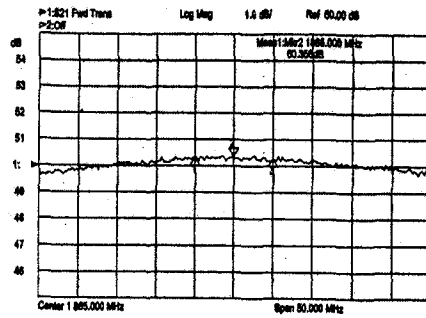


그림 8. 전력증폭기의 Gain측정

전력증폭기에 CDMA 파형을 입력하여 측정한 ACP (885KHz)은 그림9와 같다.

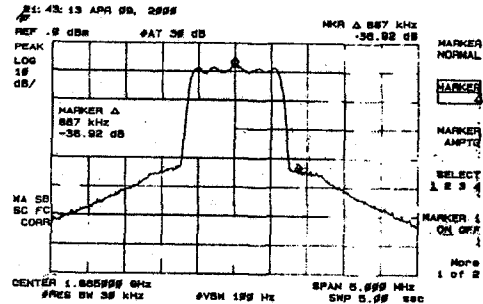


그림 9. 전력증폭기의 ACP측정

전력증폭기에 CDMA 파형을 입력하여 측정된 Harmonics는 그림10과 같다.

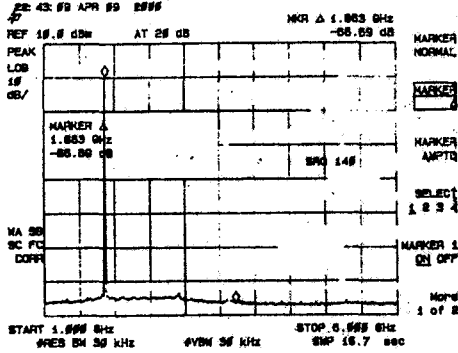


그림 10. 전력증폭기의 Harmonics 측정

증폭기의 입력력 임피던스의 부정합은 증폭기의 이득, 출력, 효율 및 IMD 특성을 나쁘게 만든다. 이점을 개선하기 위해서 정합회로를 튜닝 및 측정을 반복하여 원하는 성능을 보일 때까지 작업을 반복하였다. 측정 결과값들은 튜닝을 반복하여 얻은 증폭기의 최종 특성을 나타내고 있다. 설계사양의 모든 파라미터에 만족함을 알 수 있다.

본 논문에서 설계 및 제작한 선형 전력증폭기에 온도 등의 주변 환경에 따른 증폭기의 동작 특성 변화를 자체적으로 보상해 줄 수 있도록 하는 디지털 기술을 도입할 경우 보다 나은 선형성을 가지 고 주변 환경의 변화에도 안정적으로 동작할 수 있는 선형 전력증폭기가 되도록 할 수 있을 것이다.

V. 결론

본 논문에서는 Hybrid Type의 증폭 module과 LD MOS FET의 증폭 소자들로 구성되어 변조된 RF신호를 전력증폭하므로써 선형성과 효율, 그리고 온도 특성이 우수하도록 구현하였다. 또한 외부에서 인가된 +27V DC를 입력으로 하여 RF Amplifier에 적당한 전원을 공급하여 Fuse가 내장되어 지정된 전류용량 초과 시 내부회로를 보호한다. 설계된 증폭기의 설계결과와 제작된 결과사이의 오차는 제작된 증폭기의 Tuning과정을 통해 최소화 시켰다. 이러한 결과들은 PCS Pico Cell용 기지국 시스템에서 요구하는 사양을 만족시키므로 사업자가 요구하는 일부 특성등을 보완한다면 경쟁력 있는 전력증폭기를 구현할 수 있을 것으로 사료된다.

고출력 증폭기는 최대 전력레벨까지 증폭할 수 있고

록 비선형 특성을 갖는 포화 영역 부근에서 동작하므로 이러한 포화영역 부근의 비선형 특성으로 인하여 혼변조 성분등이 발생하게 된다. 따라서 고출력 증폭기의 포화영역 부근에 대한 비선형 특성을 보상하는 선형화기가 필요한데, 향후 선형화기에 관한 연구를 통하여 보다 우수한 특성을 갖는 전력 증폭기에 대한 연구를 하도록 하겠다[4]-[5].

참고문헌

- [1] Peter B. Kenington, "High-Linearity RF Amplifier Design", Artech House, 2000
- [2] Shiban K. Koul. Bharathi, "Microwave And Millimeterwave Phase Shifters", Artech House Inc., 1991
- [3] Guillermo Gonzalez, "Microwave Transistor Amplifiers Analysis and Design", Prentice-Hall, 1997
- [4] Stephen A. Maas, "Nonlinear micro circuits", Artech House, 1998
- [5] Steve Cripps, "RF Power Amplifiers for wireless Communications", Artech House Microwave Library., 1999