

열차 후부 감시제어 시스템용 2W급 RF 전력증폭기 개발

안 훈 · 강병권 · 김선형
순천향대학교 정보기술공학부
전자우편주소 : kamastura@orgio.net

A Development of 2W-RF Power Amplifier for the End-of-Train Monitoring System

Hoon-Ahn · Byeong-Gwon Kang · Sun-Hyung Kim
Dept. of Information and Technology Engineering, Soonchunhyang University
emailaddress : kamastura@orgio.net

요 약

본 논문에서는 ISM(Industrial Scientific Medical) 대역 424MHz부터 429MHz까지의 범위에서 동작하는 열차 후부 감시제어 시스템용 RF 전력증폭기를 설계 및 제작하였다. 424MHz대역에서의 2W급 대전력 증폭기의 설계방법으로는 Double Stub Tuner구조를 이용하여 최적 부하 임피던스를 추출하는 방법을 제시하였고, 초고주파 시뮬레이터인 Serenade8.0을 사용하여 Drive_amp와 LPF를 설계하였다. 제작된 Drive_amp와 LPF의 성능 및 특성은 시뮬레이션한 결과와 거의 일치하였으며, 대전력 증폭기의 측정결과로는 추출하고자 하는 출력 레벨인 33dBm을 얻을 수 있었고, 원신호의 Harmonic 주파수 성분과는 40.34dBc의 결과를 보임으로써 안정된 전력증폭기를 구현하였다.

1. 서 론

오늘날 급성장하고 있는 통신기술의 발전과 함께 열차 내에서도 각 종 통신을 이용한 통제기능 자동화 분야에 무선통신기술 응용이 확대되고 있다. 한정된 열차 수와 제한된 시간과 레일에 비해 운송 물류량은 급속히 증가함에 따라 차량 길이가 증가되고 이에 따라 열차의 안전운행을 위

한 다양한 통신장비들이 개발 사용되고 있으며, 특히 본 연구에 있어서 전단과 후단의 통신확보와 안정된 제어기술과 자동제어기술의 고도화와 안정된 서비스의 제공은 필수적이다.

본 연구에서 열차후부 감시제어 시스템이란 열차의 운전 중에 일어나는 위험 즉, 후방에서 발생할 수 있는 열차의 탈선과 열차의 이동상태(이동, 정지)와 진행방향(전진, 후진) 제동압의 이상

그리고 야간에 발생하는 후방열차의 접근등의 위험상황을 곧바로 운전실에 알리는 장치이다. 운전자는 전방 장치인 CDU (Communication Display Unit)를 이용하여 후방의 SBU (Sense and Break Unit)에 전달을 하며 SBU가 자동으로 제동을 한다. 따라서 이러한 상황을 모니터링 (Monitoring) 할 수 있는 무선통신시스템장치를 구현하고자 RF 전력증폭기를 구현하게 되었다.

II. 시스템 구현

1. 측정시스템 구성

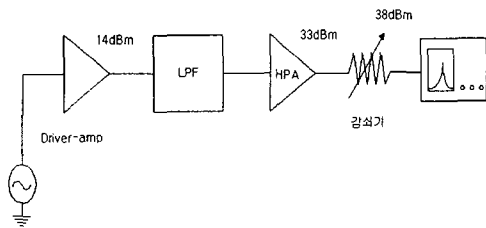


그림1. HPA 측정 시스템 구조도

본 논문에서의 HPA(High Power Amplifier)의 측정 시스템의 구조는 그림2와 같다. 입력 레벨이 큰 HPA의 2W의 출력을 얻기 위해서 초단에 14dBm의 출력을 가지는 Driving-AMP를 설계하였고, Driving-AMP에서 발생하는 하모닉 성분을 제거할 목적으로 LPF(Low Pass Filter)를 구현하였다. HPA 후단부에는 감쇄기를 사용하여 -38dBm을 감소시켜 -5dBm의 결과를 스펙트럼 아날라저로 확인함으로써 2W의 출력을 얻는 측정 시스템 구조로 구성하였다.

III. 실험 결과

1. Driving-AMP

Driving-AMP는 주파수 424MHz대역에서의 최대 이득을 같도록 설계하였고 시뮬레이션 결과 424MHz대역에서 약 16dB의 이득을 얻을 수 있었다.

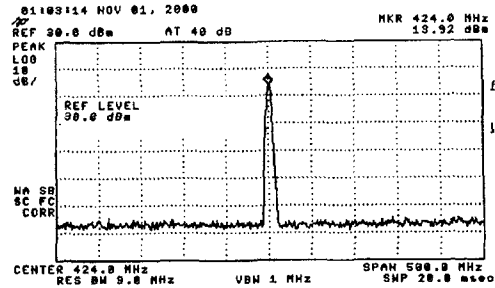


그림2. 입력이 0(dBm)일 때 출력

Driving-AMP의 실제 출력레벨은 그림2에서 나타나듯이 HPA의 구동입력레벨인 약 14dBm의 출력을 얻을 수 있도록 하였다. 또한 각 입력레벨에 따른 출력레벨과 하모닉 성분은 그림3과 같고 입력레벨이 7dBm에서 P_{1dB} 를 얻을 수 있었다.

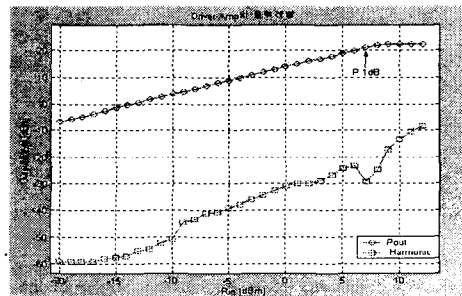


그림3. Driving AMP의 출력레벨과 하모닉

2. LPF(Low Pass Filter)

Driving AMP에서 발생하는 하모닉 성분을 제거하기 위해 $F_c=500MHz$ 인 LPF를 설계하였다. 그림4는 LPF의 Simulation결과로 849MHz에서 입력반사율이 약 -60dB이상 특성을 보였고, 실제 제작한 LPF는 -70dB이상으로 입력에 대한 반사 특성을 보였다. Driving AMP에서 LPF를 통과한 하모닉성분은 -68dBm으로 나타났다.

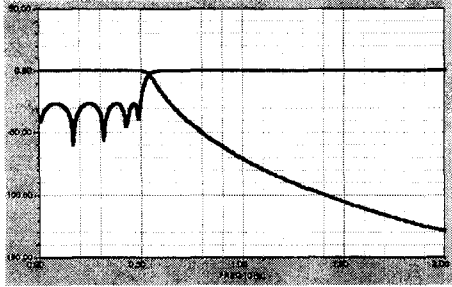


그림4. $F_c=500\text{MHz}$ 인 LPF Simulation

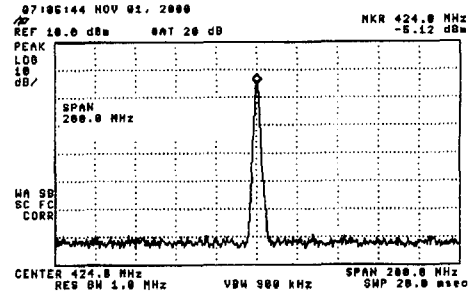


그림7. HPA 측정결과

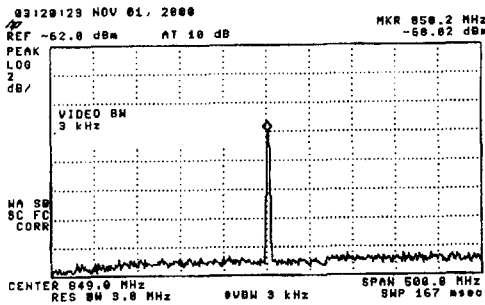


그림5. LPF를 통과한 하모닉 성분

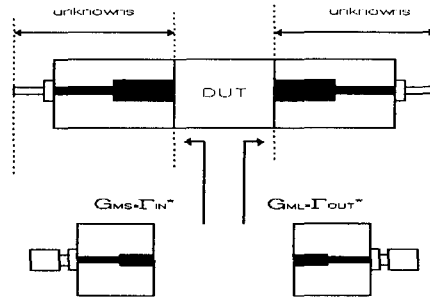


그림8. Conjugate Matching

3. HPA(High Power Amplifier)

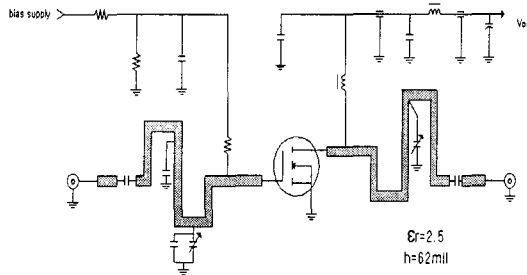


그림6. HPA Double Stub Tuner

본 논문에서 구현하고자한 2W급 전력증폭기는 그림6에서 보듯이 Double Stub Tuner구조를 사용하였다. 최적 부하 임피던스의 추출 후에 충분한 추가적인 튜너 조정을 하여 최대 전력을 추출한 후, 입력과 출력의 반사계수인 Γ_{in}^* , Γ_{out}^* 를 측정하여 정합점을 찾는 Load-pull 방법을 사용하였다.

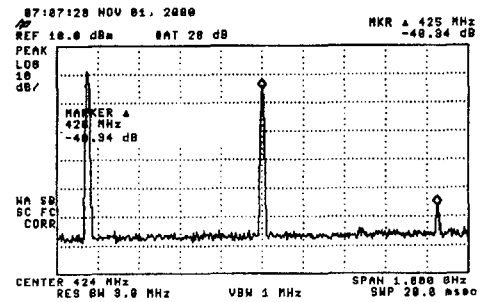


그림9. HPA의 하모닉

그림9은 -58dBm인 감쇄기를 통과한 전력증폭기의 출력결과이다. 출력결과가 -5.12dBm을 얻음으로서, 케이블 loss가 -0.7dBm을 감안하여 실제 전력증폭기의 출력은 33dBm보다 높은 전력증폭을 보였다. 또한 그림9에서 보듯이 기본주파수(Fundamental Frequency)에서 나오는 출력레벨과 Harmonic과는 40.34dBc의 결과를 보임으로서 안정된 대전력 증폭기를 구현하였다. 입, 출력의 반사계수는 각각 $2.418+j39.023$ 와

12.775+j37.070의 결과를 얻을 수 있었고, 그 결과로 Γ_{ML} , Γ_{MS} Matching Simulation을 하여 간단한 Matching Simulation Circuits을 얻을 수 있었다.

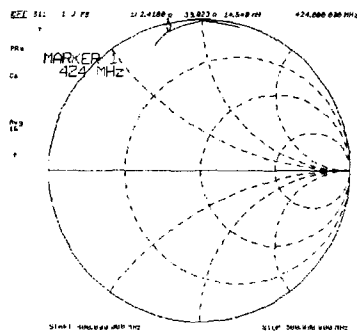


그림10. 입력반사계수 Γ_{MS}

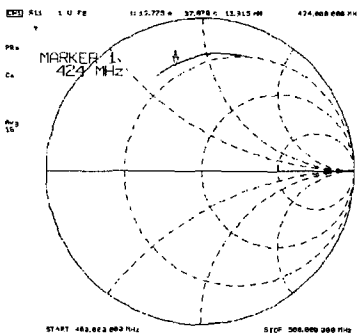


그림11. 입력반사계수 Γ_{ML}

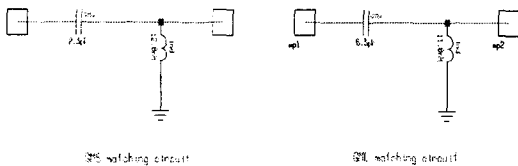


그림12. Γ_{MS} , Γ_{ML} Matching Simulation Circuits

IV. 결 론

본 논문은 열차 후부 감시제어장치용 424MHz 대역에서의 출력 전력이 2Watts인 RF 전력증폭기를 구현하였다. 제작된 Drive_amp와 LPF의 성능 및 특성은 시뮬레이션한 결과와 거의 일치하였으며, 대전력 증폭기의 측정결과와는 33dBm의 원하는 출력 레벨을 얻을 수 있었다. 본 논문에서 구현하고자한 2W급 전력증폭기는 Double Stub Tuner구조를 사용하여 최대 전력을 추출한 후, 입력과 출력의 반사계수인 Γ_{in}^* , Γ_{out}^* 를 측정하여 정합점을 찾는 Load-pull 방법을 사용하였다. 입, 출력의 반사계수는 각각 2.418+j39.023와 12.775+j37.07의 결과를 얻을 수 있었고, 스미스 차트를 이용하여 간단한 Matching Simulation Circuits을 얻을 수 있었다.

참고 문헌

- [1] Steve C. Cripps "RF Power Amplifier for Wireless Communication", Artech House. 1999.
- [2] Vendelin, G.A. Pavio, U. Rohde, "Microwave Circuit Design Using Linear and Nonlinear Techniques" Wiley,1990
- [3] Maas, S. "Nonlinear Microwave Circuits" MA: Artech,1988
- [4] Larson, L. "RF and Microwave Circuit Design for Wireless Communications" Norwood, MA : Artech,1996
- [5] R.E. Ziemer, W. H. Tranter, Principles of Communications, John Wiley & Sons, 1998.
- [6] J.S.Kenney and A.Lake, "Power Amplifier Spectral Regrowth for Digital Cellular and PCS Application" Micowave J 1995
- [7] H.L.Lraus,C.W.Bostian, and F.H.Rabb, "Solid state Radio Engineering" John Wiley, 1980.