

온도 변화에 따른 LDMOS의 IMD 특성에 관한 연구

조경래^o, 조숙희, 김병철
금오공과대학교 전파통신공학과
E-mail: jkr0509@kumoh.ac.kr

Study on the IMD of LDMOS according to the change of Temperature

Kyung-Rae Cho^o, Suk-Hui Cho, Byung-Chul Kim
Department of Communication Radio Engineering, Kumoh National Institute of Technology

Abstract

In this dissertation, a temperature characteristics of the LDMOS is proposed by the method of changing the gate voltage to find the optimum points when the IMD characteristics is changed by the atmosphere temperature. Experimental results have good agreement with the ADS simulation about the 3rd and 5th IMD when the gate voltage is changed with the fixed temperature.

Key words : temperature, LDMOS, IMD

I. 서론

최근의 이동통신 사업은 급속한 발전을 하고 있으며 새로운 통신 형태를 창출하였다. 즉 단순한 음성외의 전달에서 문자, 방송, 통신 및 컴퓨터를 결합하는 멀티미디어 방송의 디지털화가 상용중에 있다. DMB (Digital Multimedia Broadcasting)로 불리는 디지털 멀티미디어 방송이 현재 상용화 되어있으며, 지상파 DMB는 수도권지역에서 시험 방송 중에 있다. 이러한 무선 시스템의 최종 출력단에는 고출력 전력증폭기가 사용되어지고 있다. 일반적으로 이동통신에서 사용되는 전력증폭기에는 두 개 이상의 반송파가 인가되고 있으며, 전력증폭기의 AM-AM과 AM-PM 현상이 복합적으로 작용하는 비선형 특성으로 인해 혼변조 성분들이 발생하게 된다. 이러한 전력증폭기의 혼변조 왜곡신호의 개선을 위해 Feedforward방식, Predistortion방식 등을 주로 사용하는데, 상온에서는 혼변조 신호를 크게 개선해도 외부 온도가 심하게 변하는 환경에서는 혼변조 신호에 대한 개선이 현저하게 저하되는 경우가 많다. 본 논문에서는 그 중에서 Predistortion

방식을 이용하는 경우를 위해 현재 전력증폭기에서 많이 사용하는 LDMOS에 대해 일정한 온도에서 게이트 전압을 변화시켜서 IMD 특성이 가장 좋은 지점을 찾아내고 다시 일정한 크기로 온도를 변화시킨 후 앞의 과정을 반복함으로써 각 온도별로 가장 IMD 특성이 좋은 게이트 전압의 값을 구함으로써 HPA의 온도 보상회로 설계는 물론 Predistorter에 사용되는 TR의 온도보상회로를 설계하는데 도움을 주고자 한다.

II. 전력증폭기의 비선형 특성과 시뮬레이션

식(1)과 같이 표현되는 2-Tone 입력에 대해 전력증폭기 출력의 혼변조 신호는 그림 1과 같이 나타난다.

$$x(t) = u(\cos w_1 t + \cos w_2 t) \quad (1)$$

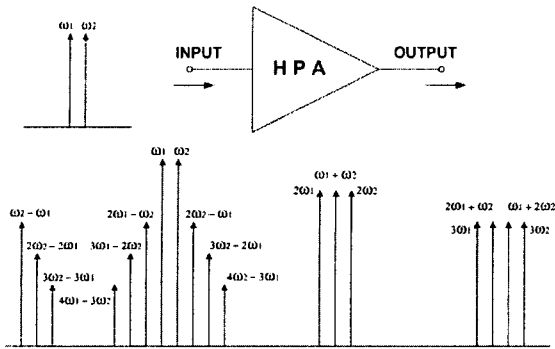


그림 1. 2-Tone 입력에 대한 전력증폭기의 출력 스펙트럼

이와 같은 IMD 성분들이 게이트 전압에 따라 변하는 모양을 알아보기 위해 모토롤라사 MRF-9045를 Agilent사의 ADS를 이용하여 시뮬레이션을 하였다. 그리고 그 결과를 그림 2 ~ 그림 4에 제시하였다. 그림 2는 상온에서의 시뮬레이션한 회로도, 그림 3은 설계한 증폭기의 주파수 스펙트럼이고, 그림 4는 게이트 전압의 변화에 따른 3차와 5차의 IMD 특성이다.

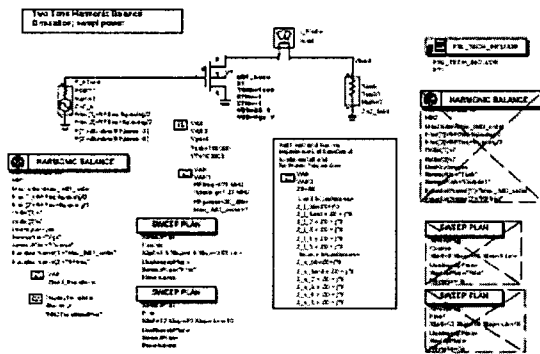


그림 2. 상온에서 MRF-9045의 전력증폭기의 시뮬레이션 회로도

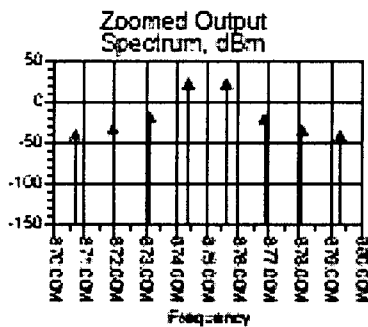


그림 3. 상온에서 전력증폭기의 주파수 스펙트럼

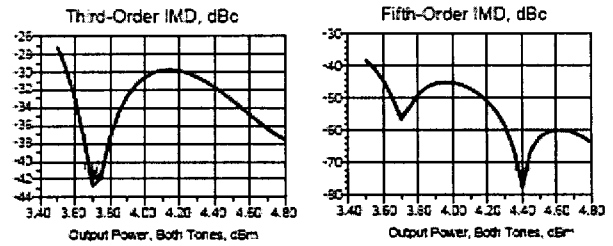


그림 4. 상온에서의 게이트 전압별 3차, 5차 IMD

III. Drive단과 Main단 설계

전력증폭기는 중심주파수 827.5MHz에서 설계하였으며, 증폭기의 구성은 그림 5와 같이 Drive단은 모토롤라사의 MHL-9236을 사용하고, Main단은 모토롤라사의 MRF-9045를 하였다.

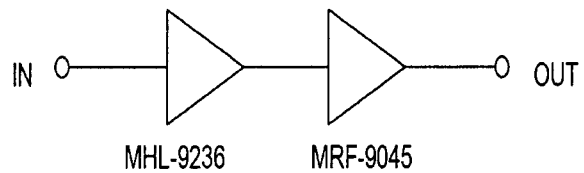
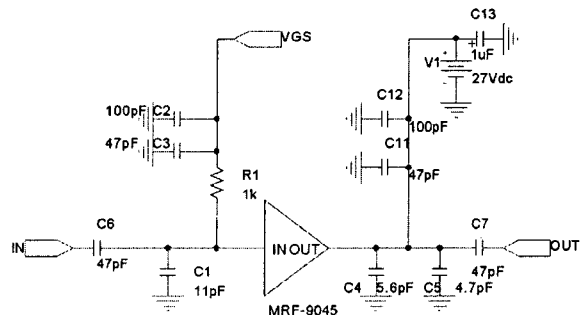


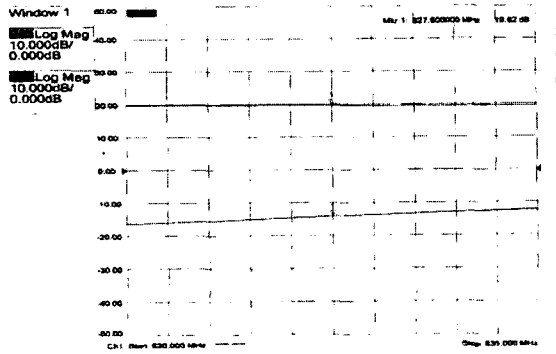
그림 5. 2W 고출력증폭기 전체 블록도

Main단의 MRF-9045의 정합회로는 그림 6(a)와 같이 설계·제작하였으며, 출력은 2W(33dBm)가 되도록 하였고, DC Bias는 +27V를 인가하였을 때 전류는 350mA가 흐르도록 했다.



(a)MRF-9045 회로도

그림 6(a) 회로의 Gain 특성을 그림 6(b)에 제시하였다.



(b)MRF-9045 Gain

그림 6. MRF-9045 설계 및 Gain 특성

IV. 온도에 따른 IMD 측정결과

MRF-9045만의 특성을 보기 위해 Drive단은 기구물에 부착하고 Fan을 계속 가동시켜서 상온을 유지시키고, Main 증폭기만을 향한 항습조에 넣고 게이트 전압을 외부에서 조절하였으며, 온도는 5°C ~ 65°C까지 10°C 단위로 변화시켰다. 각각의 온도에서 게이트 전압을 3.35V에서 3.7V까지 변화를 시키면서 혼변조 왜곡신호들을 측정하였는데 그 중 상온에서의 특성을 그림 7에 제시하였다. 이 상태에서 게이트 전압을 조정하여 3차와 5차 혼변조 특성을 측정한 결과를 그림 8에 제시했는데 상온에서는 그림 8에 제시된 바와 같이 시뮬레이션 결과와 비슷한 모양을 보이고, 게이트 전압이 3.55V일 때 혼변조 왜곡 신호가 가장 좋은 것을 알 수 있다.

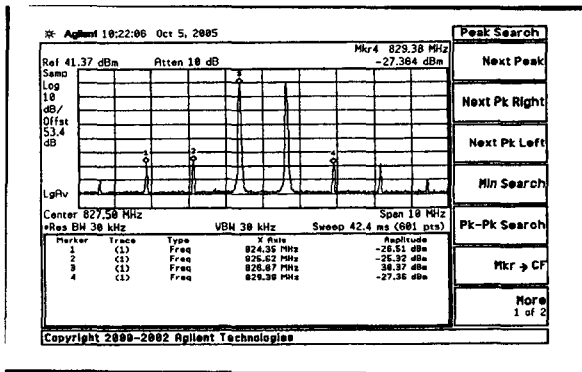


그림 7. 상온에서 증폭기의 주파수 특성

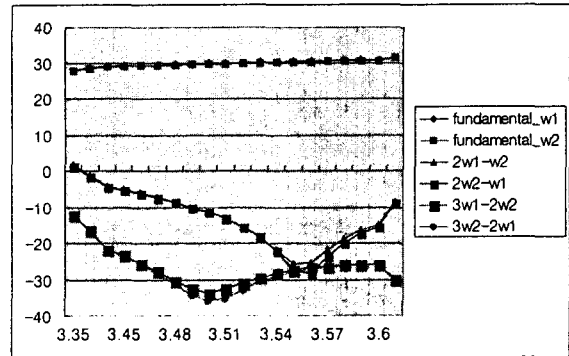
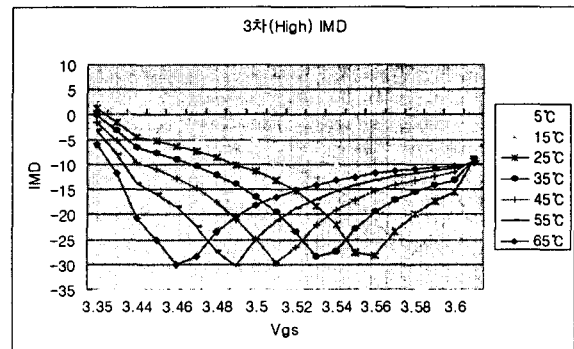
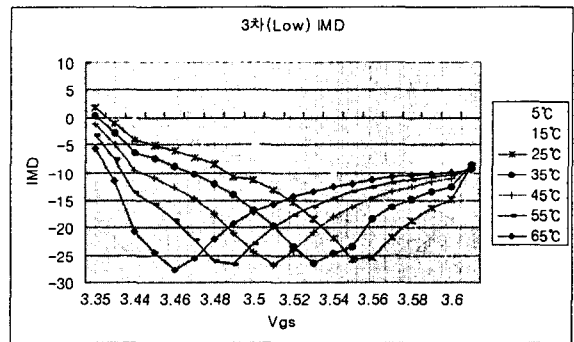


그림 8. 상온에서의 3차와 5차 혼변조

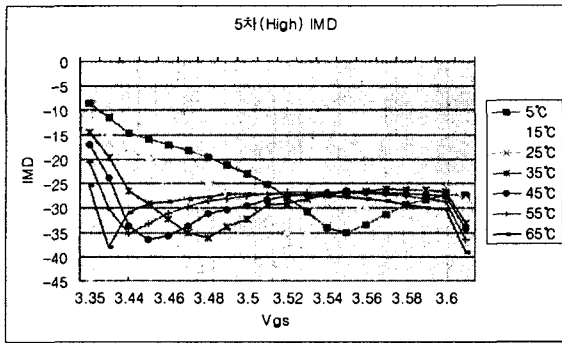
5°C ~ 65°C까지 온도를 변화시키면서 게이트 전압을 변화시켜서 3차와 5차 혼변조 신호의 크기 변화를 측정한 결과를 그림 9에 제시 했는데 3차와 5차 혼변조 특성이 가장 좋은 지점은 온도가 증가함에 따라 게이트에 조금씩 낮은 전압을 인가해야 나타남을 알 수 있다.



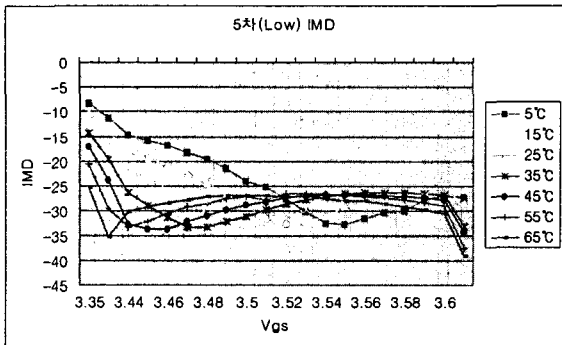
(a)3차 (High) IMD



(b)3차(Low) IMD



(c) 5차(High) IMD



(d) 5차(Low) IMD

그림 9. 5°C ~ 65°C의 온도와 게이트 전압 변화에 따른 3차, 5차 IMD 특성

V. 결론

본 논문에서는 LDMOS인 모토롤라사의 MRF-9045를 이용하여 온도의 변화에 대해 가장 좋은 IMD 특성을 나타내는 게이트 전압을 구해 보았다. 설계된 증폭기의 주변 온도가 5°C ~ 65°C 범위에서 변할 때 게이트 전압을 3.35V ~ 3.7V 까지 변화시켜 3차와 5차 혼변조신호를 측정 한 결과 게이트 전압이 어떤 값일 때 가장 혼변조 특성이 좋게 나오는지 알 수 있었다. 이와 같은 혼변조의 변화 특성을 참고하여 Thermistor나 Microprocessor로 게이트 전압을 조절하면 선형화된 증폭기의 특성을 온도변화에 대해서도 잘 유지할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 조속희, "DCS용 9-FA 선형 전력증폭기의 선형화를 위한 Predistorter의 설계", 금오공과대학교 석사논문, 2000.
- [2] 안효성, "전력증폭기의 Two-Tone과 CDMA 혼변조 특성을 동시에 만족시키는 방법에 관한 연구", 금오공과대학교 석사논문, 2003.
- [3] Thomas R. Turlington, "Behavioral Modeling of Nonlinear RF and Microwave Devices", Artech House.
- [4] G. Gonzalez, "Microwave Transistor Amplifiers Analysis and Design", Prentice Hall, 1997.
- [5] N. Potheary, "Feedforward Linear Power Amplifiers", Artech House, 1999.
- [6] Reinhold Ludwig, Pavel Bretchko, "RF Circuit Design Theory and Applications", Prentice Hall.