

Tuner를 이용한 Harmonic Generator의 설계

○ 김성욱, 장익수, 강인호*, 정옥현**, 정용채***

서강대학교 전자공학과, *신흥전문대, **금성통신,
***삼성전자

Design of Harmonic Generator Using Tuner

Sung-uk Kim, Ik-soo Chang, In-ho Kang*, Ok-hyun Jeong*

*Yong-chae Jeong****

Dept. of E.E. Sogang University, * Shin Hyung Junior college,
** Goldstar Telecommunication Co. Ltd. *** Samsung Electronics.

Abstract

We have designed a harmonic generator to compensate for intermodulation distortion signals in power amplifier. In this paper, we suggest a easy design method to make the harmonic generator which makes a larger 3rd order signals than fundamental two tone signals. The designed harmonic generator operates well over 869 ~ 894 MHz cellular system bandwidth.

1. 서론

특정 대역폭을 가지는 전력 증폭기에서 발생하는 혼변조 왜곡신호 (Intermodulation Distortion Signal)에 의한 채널간의 혼신을 방지하기 위해서는 이를 보상하기 위한 보상회로가 필요하다. 특히 비선형성을 가지는 전력 증폭기에 의하여 발생하는 혼변조 왜곡신호중 3차 혼변조 왜곡신호를 제거하기 위한 부분회로서 다음과 같은 Harmonic Generator가 필요하게 된다. 여러개의 채널을 운영하는 통신 시스템의 경우 여러 채널 간의 혼변조 왜곡성분을 발생시키는 Harmonic Generator의 제작이 필요하지만 본 논문에는 두 채널신호만을 고려하였으며, 이들 신호에 의하여 발생하는 혼변조 왜곡성분중에서 3차 왜곡신호만을 고려하였다.

앞에서 언급한 회로를 설계하는 방법으로 Harmonic Balanced Method를 사용하여 Harmonic Generator에 필요한 정합회로를 찾을 수 있겠지만 이를 위해서는 능동소자의

2. 본론

일반적으로 능동회로의 비선형 특성은 입력 신호가 v_i 이고 출력 신호가 v_o 일때 다음과 같은 Power Series로써 나타낼 수 있다.

$$v_o = a_1 v_i + a_2 v_i^2 + a_3 v_i^3 + \dots \quad (1)$$

이때 입력신호가 $v_i = A [\cos(\omega_1 t) + \cos(\omega_2 t)]$ 이면 3차항에 의한 $\cos(2\omega_1 - \omega_2)t$ 과 $\cos(2\omega_2 - \omega_1)t$ 의 혼변조 왜곡성분이 발생된다. 여러가지 혼변조 왜곡성분중에서도 일반적으로 3차항에 의해서 발생하는 위의 두 신호는 다른 성분에 비하여 큰 신호이며 사용 채널에 인접해서 발생하므로 제거하기 어려운 혼신 잡음신호가 된다. 특히 여러송신 채널을 가지는 통신 시스템의 경우 이러한 혼변조 왜곡신호들이 타채널에 혼신 잡음신호로서 작용한다. 이러한 비선형 특성을 보상하기 위한 회로의 부분 회로로서 Harmonic Generator를 설계하였다.

본 실험에서는 기생성분을 가지는 Schottky Barrier 다이오드의 비선형 특성을 이용하여 혼변조 신호를 발생시켰다. 고주파 영역에서 회로를 동작시킬수록 이러한 기생성분에 의한 능동소자의 모델링이 어려워지게 된다. 따라서 3-dB 방향성 결합기를 이용한 Tuner를 이용할 경우 기생성분이 고려된 능동소자의 모델링 과정을 거치지 않고 정합회로를 찾을 수 있다.

Harmonic Generator가 소신호에 대하여 우수한 비선형특성

모델링을 해야하는 노력이 필요하다.

본 논문에서는 Package 기생성분을 가지는 저가의 능동소자를 이용하여 모델링을 위한 노력을 줄이고 보다 쉬운 설계를 위해서 Tuner를 이용하였다. 자체 제작한 Tuner를 이용하여 두 채널신호에 의해서 발생하는 혼변조 왜곡신호중 입력된 두 신호보다 상대적인 크기가 큰 3차 혼변조 왜곡신호를 출력시키는 회로를 쉽게 설계할 수 있음을 보였다. Tuner를 이용할 경우 넓은 대역폭에 대한 정합회로를 쉽게 찾을 수 있으며 능동소자의 모델링에 드는 노력을 줄일 수 있다.

을 갖기 위해서는 Ideality Factor(η)가 1에 근접한 다이오드가 필요한데, 이는 DC I/V 특성을 조사하여 Ideality Factor의 추출을 할 수 있다. 또한 다이오드가 가지는 비선형특성을 증가시키기 위해서 필요에 따라 DC Bias를 행하여 혼변조 왜곡신호의 크기를 조절할 수 있다.

실험에서 사용된 Harmonic Generator의 입력 신호는 전역 증폭기의 반송파에 해당하는 두개의 채널신호이고, 출력단에서는 3차항에 의한 혼변조 왜곡신호가 입력된 두 신호보다 크게 출력된다. 두 신호의 3차 혼변조 왜곡신호를 제외한 나머지 혼변조 왜곡신호는 정합회로에서 부정합되어 3차 혼변조 왜곡신호보다 작게 출력되게 하였다.

실험에서 이용한 Tuner의 특성

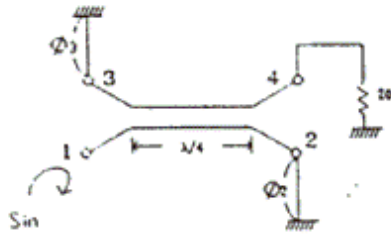
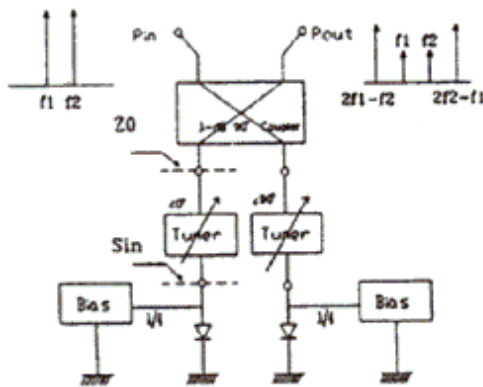


그림1. 3-dB 방향성 결합기를 이용한 Tuner

$$S_{in} = \sqrt{(1-\cos\Delta)/2} e^{-j(\theta_1 - \tan^{-1}(\sin\Delta / (1-\cos\Delta)))} \quad (1)$$

$$\Delta = \phi_2 - \phi_3 \quad (2)$$

(1)식에 의해서 ϕ_2, ϕ_3 를 조절하여 1단자에서의 입력 임피던스는 Smith Chart의 전 영역에 위치할 수 있음을 알 수 있다. 4단자를 입력단자로 사용하고 1단자를 다이오드와 결합하는 단자로 사용한다면 1단자의 입력 임피던스가 가변이 되므로 임의의 임피던스를 가지는 다이오드와 정합을 시킬 수 있다.



(그림2) . Harmonic Generator의 개략도

Tuner에 의해서 S_{in} 이 가변 임피던스 갖게됨을 이용하여 다이오드와 정합시킨다. Coupling 단자와 Through 단자에서 입력 신호가 다이오드와 정합이 되면 입력 신호는 두 단자에 흡수되며 반사되지 못한다. 두 신호에 의해서 발생

3. 실험

대역폭에서 평탄한 3차 왜곡신호를 발생시키기 위해서 대역폭 특성이 넓고 단자의 위치를 조절할 수 있는 Sage사의 Wireline을 이용하여 3-dB 90도 결합기를 구현하였다. 다이오드를 정합시키기 위해 본 연구실에서 제작한 90도 방향성 결합기를 이용한 Tuner를 이용했으며, Wireline 결합기의 Coupling단자와 Through단자에 Tuner를 각각 삽입하여 정합회로를 찾았다. 사용 다이오드는 HP사의 HSM 2822를 이용하였다. Harmonic Generator에 입력된 신호 준위는 다단 전력 증폭기의 초단 입력 전력에 해당하는 -3 dBm/ton으로 실험하였으며 출력신호에서 3차항의 신호가 입력 신호보다 크게 되며 나머지 혼변조 왜곡신호는 부정합되어 작은 신호로 출력되도록 하였다.

4. 결론

Tuner를 이용하여 입력된 두 신호가 Coupler의 Coupling 단자와 Through단자에 연결된 각 다이오드와 정합을 이룰 때 입력된 신호보다 상대적인 크기가 약 10dB 큰 3차항의 신호를 발생시키는 Harmonic Generator를 구현하였다. 또한 기생성분을 가지는 저가의 능동 소자를 이용할 때의 모델링에 드는 어려움을 피해 쉽게 회로를 설계할 수 있었다. 설계된 Harmonic Generator를 이용하여 Cellular System의 기지국용 고이득 전력 증폭기의 비선형 특성을 보상하기 위한 회로의 한 부분으로 사용할 수 있다.

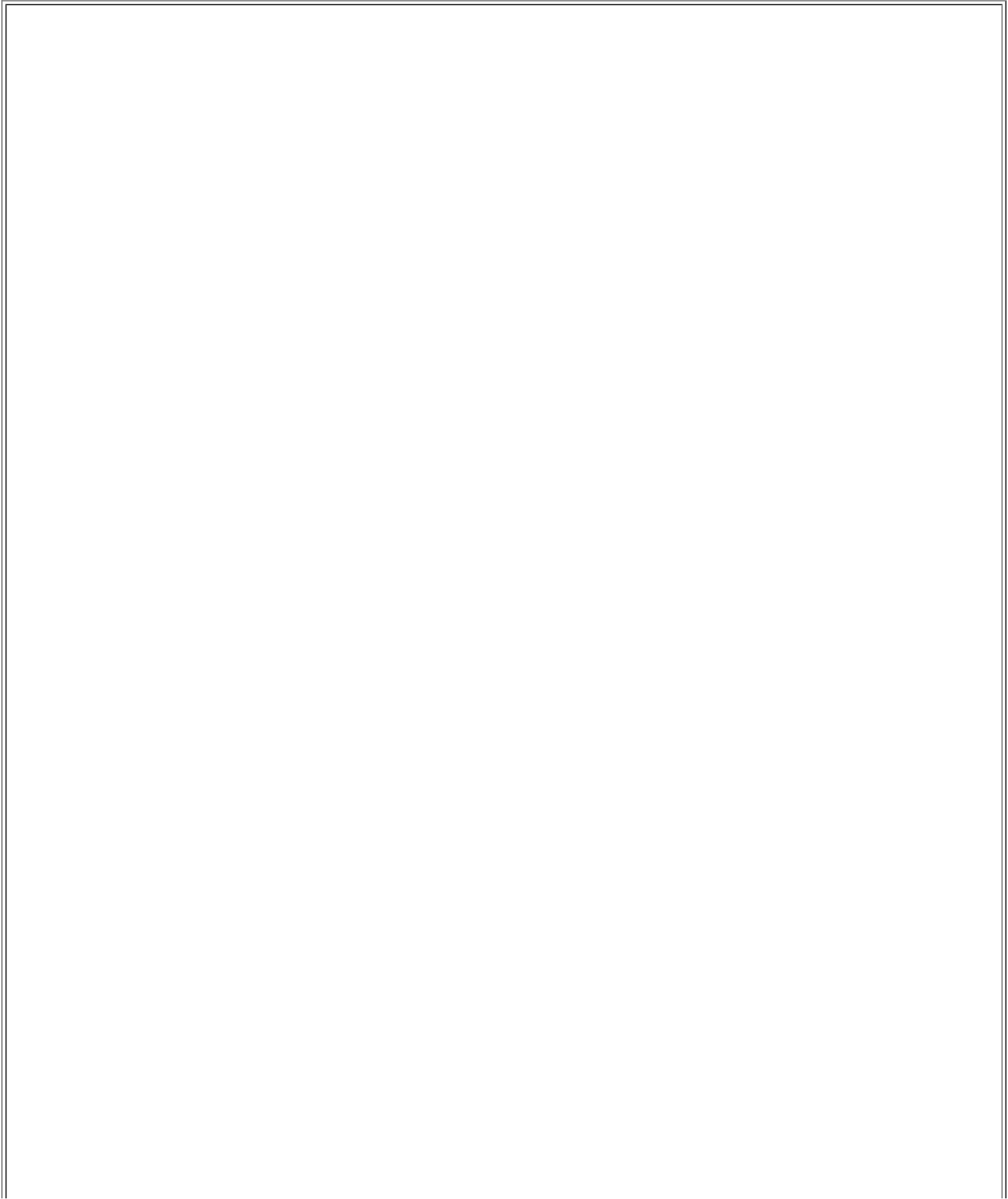
참고문헌

- [1] 이 원우, 장 익수 " Feedforward 방식을 이용한 Predistortor에 관한 연구 ", 서강 대학교 석사 학위 논문, 1992
- [2] 이 원필, 장 익수, 윤 상원 "방향성 결합기를 이용한 TUNER의 설계", 마이크로파 및 電波傳播研究會 學術發表會 論文集, 1993 春季

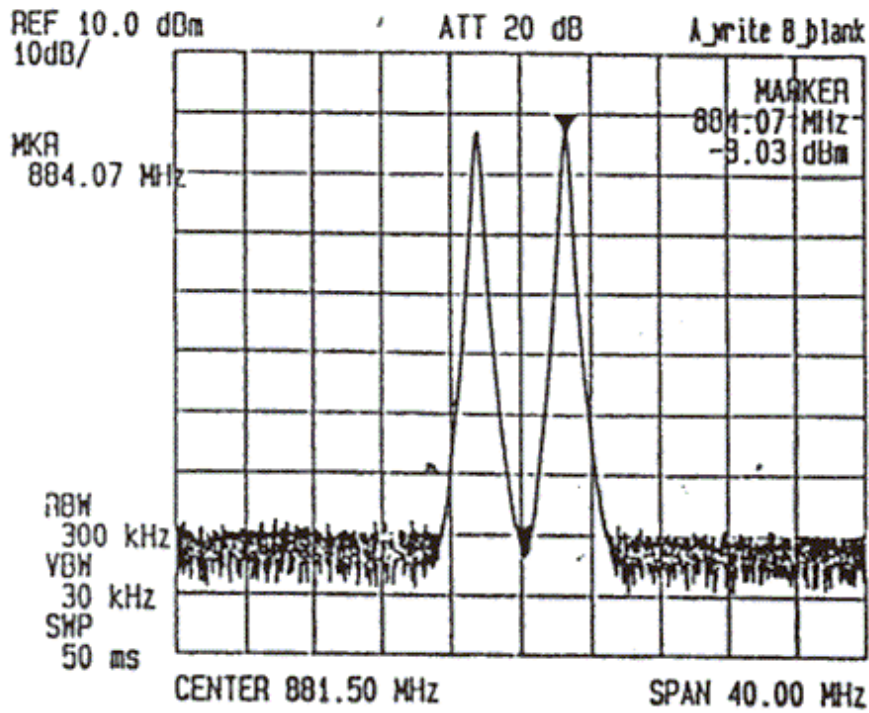
전 손간의 제약은 큰 손이 가진 isolation 인자를 고려된다. 이때 3차 혼변조 왜곡신호를 제외한 다른 혼변조 왜곡신호는 정합회로에 차폐되어 작은 신호가 되도록 ϕ_2 , ϕ_3 를 조절한다.

Harmonic Generator에서 발생된 출력신호의 크기를 조절하기 위해서 DC Bias를 행하여 Harmonic 신호의 크기를 조절하거나 Harmonic Generator의 출력단에 증폭기를 두어 발생하는 Harmonic 신호의 크기를 조절할 수 있다. 이때 발생된 Harmonic 신호에 의해서 다시 혼변조 왜곡신호가 발생할 우려가 있기 때문에 최대 출력에서 충분한 Back-Off된 Transistor의 선택이 필요하다.

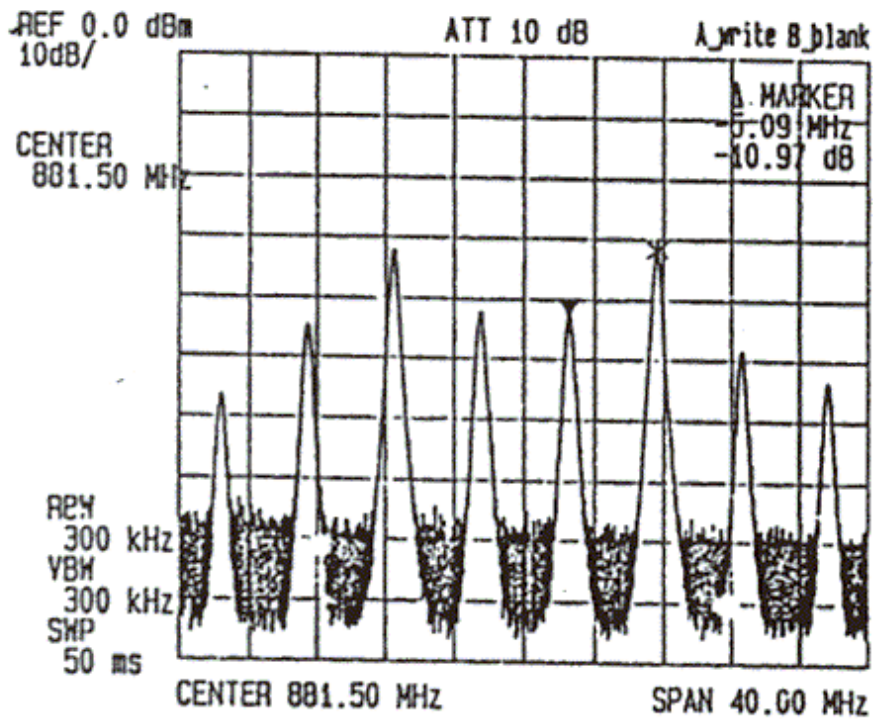
- [3] 김 병철, 장 익수 " 3-dB Coupler Tuner를 이용한 大信號 S-Parameter의 測定", 서강 대학교 박사 학위 논문, 1992
- [4] Tri T Ha, "Solid-State Microwave Amplifier Design" . Wiley Interscience, P203 ~ 214
- [5] Collin " Foundation For Microwave Engineering"(2nd). Mc Graw Hill, P427 ~ 432
- [6] S. A. Mass, Microwave Mixers(2nd), Artech House, 1992.



Tuner를 이용한 Harmonic Generator의 설계



(그림 3) 두개의 입력신호



(그림 4) Harmonic Generator의 출력신호

