

ISSN 2287-4348

Vol. 8 No. 1



**Smart Media**  
KOREAN INSTITUTE OF SMART MEDIA  
한국스마트미디어학회



**사단법인한국전자거래학회**  
Society for e-Business Studies

# 2019 춘계학술대회

SPRING CONFERENCE OF KISM & SEBS 2019

**PROCEEDINGS**

일시 : 2019년 04월 26일(금) ~ 27일(토)

장소 : 한국교통대학교 충주캠퍼스

## 논문 발표순서 / Oral Session 1~4

### Oral Session 2 : Smart Information

4월 27일 (토) 09:00-10:30

발표장 : 한국교통대학교 충주캠퍼스 중앙도서관 605호 / 좌장 : 한복동(한국교통대)

007  
(p22)

제목 : 리뷰 속성 분류를 통한 감성 판별 방법

저자 : 임명진(조선대학교), 신주현(조선대학교)

008  
(p25)

제목 : High-Isolation Branch-Line Balun with Wideband Characteristics

저자 : Qi Wang(전북대학교), Phirun Kim(전북대학교),  
Junhyung Jeong(전북대학교), Yongchae Jeong(전북대학교)

009  
(p27)

제목 : Lung Nodule Segmentation in PETImages using Deep Neural Networks

저자 : Duc-Ky Ngo(전남대학교), 이귀상(전남대학교), 김수형(전남대학교),  
양형정(전남대학교)

010  
(p29)

제목 : 실시간 시선 추적기반 스마트 의료기기 고찰

저자 : 박정훈(삼성전자 AI센터), 임강빈(순천향대학교)

011  
(p33)

제목 : 지능형 영상, 음성 패턴 알고리즘 기반 Home Security 시스템

저자 : 김시원(한국교통대학교), 정주호(한국교통대학교), 오염덕(한국교통대학교),  
안준호(한국교통대학교), 이광(한국교통대학교)

012  
(p36)

제목 : 마이크로파 선형 전력증폭기를 위한 신호 조건에 따른 상쇄특성 연구

저자 : Phanam Pech(전북대학교), 정준형(전북대학교),  
Girdhari Chaudhary(전북대학교), 정용채(전북대학교)

# 마이크로파 선형 전력증폭기를 위한 신호 조건에 따른 상쇄특성 연구

Phanam Pech, 정준형, Girdhari Chaudhary, 정용채  
전북대학교 전자정보 공학부  
e-mail : ycjeong@jbnu.ac.kr

## A Study of Signal Cancellation for Microwave Linear Power Amplifier

Phanam Pech, Junhyung Jeong, Girdhari Chaudhary, Yongchae Jeong  
Division of Electronics and Information Engineering,  
Chonbuk National University, Korea

### 요 약

이 논문은 마이크로파 선형 전력증폭기의 비선형 신호 상쇄기술에 필요한 특성을 분석했다. 주로 전력 증폭기의 비선형 성분만을 추출하여 출력에서 이를 서로 상쇄시켜 선형 출력을 얻기 때문에, 두 개의 신호 사이의 상쇄 특성에 따라 선형 전력증폭기의 비선형 신호 상쇄 대역폭 및 선형성 개선정도가 다르게 나타난다. 따라서 주파수 및 시간에 따라 변화하는 두 개의 신호를 정의하고 두 신호의 조건에 따라 상쇄 값 및 대역폭을 분석했다. 신호의 크기 및 위상 차이에 따른 신호의 상쇄 값을 분석하고 이를 확장해 주파수에 따른 변화 함수를 이용하여 주파수 변화에 따라 일정한 하나의 신호와 변화하는 신호를 상쇄하는 경우 상쇄 값과 이에 따른 대역폭을 분석했다.

### 1. 서 론

전력증폭기는 주로 무선 통신 시스템의 송수신단에서 신호를 증폭하는데 중요한 회로이다. 특히 마이크로파 선형 전력증폭기의 경우 전력증폭기의 비선형 성분을 제거해야 하고, 이를 위해 주로 feed-forward 및 cross cancellation 기술을 사용한다<sup>[1]-[3]</sup>. 두 가지 기술 모두 전력증폭기의 출력에서 비선형 성분을 추출하고, 출력에 추출된 비선형 신호를 다시 인가해 서로 상쇄시킴으로 높은 선형성을 얻고 있다. 따라서 신호의 상쇄 특성에 따라 선형 전력증폭기의 선형성 및 대역폭이 결정 된다.

본 논문은 마이크로파 선형 전력증폭기를 위한 신호 조건에 따른 상쇄특성 연구를 제시한다. 이를 분석하기 위해 주파수에 따라 변화하는 신호를 정의하고, 두 신호의 조건에 따라서 상쇄 값 및 대역폭을 제시한다.

### 2. 신호에 따른 상쇄 특성

먼저 신호 상쇄특성을 분석하기 위해 주파수 및 시간에 따라 변화하는 신호를 정의한다. 식 1은 주파수 및 시간에 따라 변화하는 신호를 나타내고 있다.

$$S(t, f) = Aa(f)\cos(2\pi ft + \phi + \theta(f)) \quad (1)$$

여기에서  $A$ ,  $a(f)$ ,  $\phi$  및  $\theta(f)$ 는 신호의 크기, 주파수에 따른 신호 크기의 변화 함수, 신호의 위상 및 주파수에 따른 신호위상 변화 함수이다. 따라서 신호는  $a(f)$ 와  $\theta(f)$  함수에 의해 주파수에 따라 크기 및 위상의 변화를 갖는다.

이때 두 개의 신호가 출력 단에서 서로 역위상 합성되므로 식 1을 이용해 식 2와 같이 두 신호의 합성신호를  $S_{cancel}(t, f)$ 을 얻을 수 있다.

$$\begin{aligned} S_{cancel}(t, f) &= S_1(t, f) + S_2(t, f) \\ &= A_1a_1(f)\cos(2\pi f_1t + \phi_1 + \theta_1(f)) \\ &\quad + A_2a_2(f)\cos(2\pi f_2t + \phi_2 + \theta_2(f)) \end{aligned} \quad (2)$$

신호  $S_1(t, f)$ 와  $S_2(t, f)$ 의 합성으로  $S_{cancel}(t, f)$ 를 표현했다. 이때  $S_1(t, f)$ 과  $S_2(t, f)$ 가 서로 상쇄되기 위해서는  $180^\circ$  ( $\pi$  rad)의 위상차가 필요하고, 위상과 크기의 오차를 표현하기 위해  $A_2$ 와  $\phi_2$ 를 아래 식 3과 같이 같이 정의할 수 있다.

$$\phi_2 = \pi + \phi_1 + \Delta p \quad (3a)$$

$$A_2 = A_1 + \Delta m \quad (3b)$$

여기서  $\Delta m$ 과  $\Delta p$ 는 두 신호의 크기 및 위상 오차를 의미한다. 식 2와 조건식 3을 이용하여 두 신호가 상쇄되고 남은 잔여 상쇄신호의 크기로 상쇄 정도를 식 4와 같이 나타낼 수 있다.

$$Mag_{cancel} = \sqrt{\begin{aligned} &A_1^2a_1^2(f) + a_2^2(f)(\Delta m + A_1)^2 \\ &- 2A_1a_1^2(f)a_2^2(f)(\Delta m + A_1) \\ &\cos(\Delta p + \theta_2(f) - \theta_1(f)) \end{aligned}} \quad (4)$$

위 식을 이용해 상쇄되는 두 신호의 크기 및 위상차와, 주파수에 따른 차이에 따라서 상쇄신호의 크기를 구할 수 있다.

먼저 주파수 변화 특성을 제외한  $\Delta m$ 과  $\Delta p$ 에 따른 상쇄 크기를 알아보기 위해  $a_1(f) = a_2(f) = 1$  및  $\theta_1(f) = \theta_2(f) = 0$  인 경우  $Mag_{cancel}$ 를 dB단위로 환산하여 그림 1에 나타냈다. 일반적인 마이크로파 선형 전력증폭기는 30 dB 이상의 비선형 신호 상쇄를 필요로 한다. 따라서 30 dB 이상 상쇄를 위한  $\Delta m$ 과  $\Delta p$ 의 최대 범위는 각각  $\pm 3.162$ 와

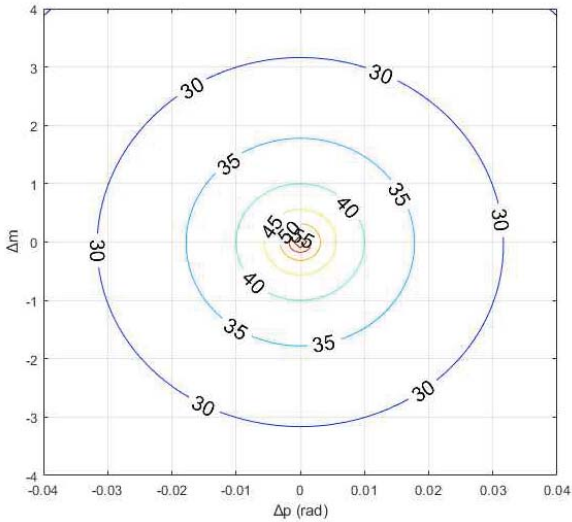
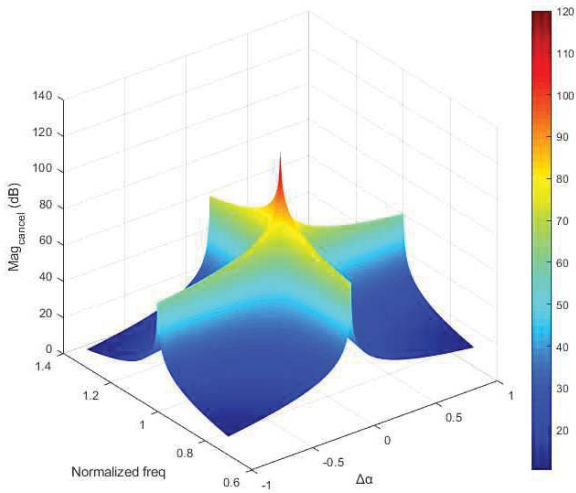
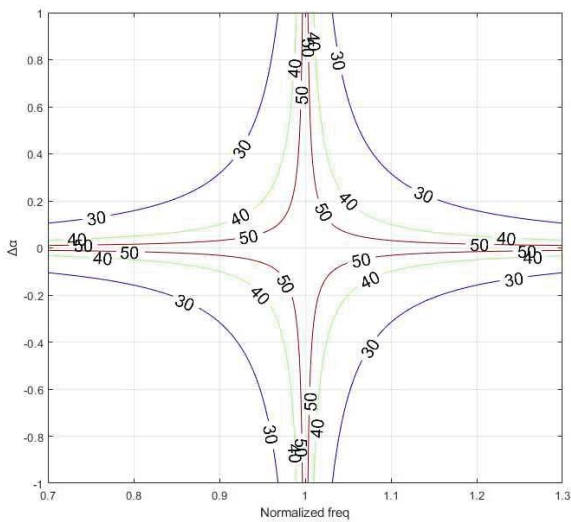


그림 1.  $\Delta m$ 과  $\Delta p$ 에 따른  $Mag_{cancel}$  등고선 그래프.



(a)



(b)

그림 2. (a) $\Delta\alpha$ 와 주파수에 따른  $Mag_{cancel}$  그래프와 (b) 등고선 그래프 ( $\Delta\beta=\Delta m=\Delta p=0, A_I=1$ )

$\pm 0.03165$  rad ( $\pm 1.83^\circ$ )이다.

이제 주파수 변화에 따른 크기 및 변화를 알아보기 위해 신호  $S_1(t, f)$ 이 주파수에 따라 변화가 없는 경우를 가정하여  $a_1(f) = 1$  및  $\theta_1(f) = 0$ 으로, 신호  $S_2(t, f)$ 는 중심 주파수( $f_0$ )를 중심으로 단조 증가 및 감소하는 식 5의 함수를 정의했다.

$$a_2(f) = 1 + \Delta\alpha \frac{(f - f_0)}{f_0} \quad (5a)$$

$$\theta_2(f) = \Delta\beta \frac{(f - f_0)}{f_0} \quad (5b)$$

여기서  $\Delta\alpha$ 와  $\Delta\beta$ 는 주파수에 따른 변화의 기울기를 의미한다.

식 4와 5를 이용해  $\Delta\alpha$ 와 주파수에 따른  $Mag_{cancel}$ 의 dB 값을 그림 2에 나타냈다.  $\Delta\alpha$ 와  $\Delta\beta$ 의 변화에 따른 경향이 비슷하기 때문에  $\Delta\beta = 0$ 으로 설정한 후에  $\Delta\alpha$ 에 따른 변화를 제시했다.  $\Delta\alpha$ 의 크기가 증가하면 상쇄신호 대역폭이 감소함을 알 수 있다. 이는  $\Delta\alpha$ 의 크기가 증가할수록 주파수에 따른 신호의 변화가 급격하기 때문에, 중심 주파수에서 멀어질수록 두 신호간의 크기 차이가 커져 상쇄 대역폭이 줄어드는 것이다. 예로  $\Delta\alpha$ 가 0.6인 경우 30 dB 상쇄 대역폭은 10.8% (0.946 ~ 1.054)이지만 0.3인 경우 30 dB 상쇄대역폭은 21% (0.895 ~ 1.105)로 증가했다.

### 3. 결론

본 논문은 마이크로파 선형 증폭기를 위한 신호 조건에 따른 상쇄특성을 분석했다. 선형 증폭기의 비선형 신호를 상쇄하기 위해 주파수에 따라 크기 및 위상이 변화하는 신호를 정의했고, 이 신호들의 합성 조건에 따른 상쇄값을 수식적으로 분석했다. 설계하는 선형 증폭기의 대역폭 및 선형화 특성에 따라 상쇄되는 두 신호의 조건을 구했고 시뮬레이션을 통해 확인하였다. 이러한 과정을 통해 마이크로파 선형 전력증폭기 설계에 이를 적용할 수 있다.

### 참고문헌

- [1] Y. Jeong and J. Lim, "A novel frequency doubler using feedforward technique and defected ground structure," *IEEE Microwave Wireless Component Letter*, vol. 14, no. 12, pp. 557 - 559, Dec. 2004.
- [2] Y. Jeong, D. Ahn, C. Kim, and I. Chang, "Feedforward amplifier using equal group-delay signal canceller," in *IEEE IMS Dig.*, pp. 1530 - 1533, 2006.
- [3] H. Choi, Y. Jeong, J. S. Kenney, and C. Kim, "Cross cancellation technique employing an error amplifier," *IEEE Microwave and Wireless Components Letters*, vol. 18, no. 7 pp. 488-490. Jul. 2008.