

# 보조증폭기를 이용한 새로운 구조의 평형증폭기 설계

박천선\*, 차현원\*, 박선주\*, 임종식\*, 한상민\*, 안달\*  
\*순천향대학교  
email : chunseon.park@gmail.com

## Design of a New Balanced Amplifier Using Auxiliary Amplifier

Chunseon Park\*, Hyeonwon Cha\*, Sunju Park\*, Jongsik Lim\*,  
Sang-Min Han\*, and Dal Ahn\*  
\*SoonChunHyang University

### 요 약

이 논문에서는 입력단의 반사전력을 보조증폭기의 입력으로 재활용하여 성능을 향상시킨 새로운 구조의 평형증폭기를 제안한다. 종래의 평형증폭기에서는 입력단 반사파가 터미네이션 처리되었으나, 본 논문의 구조에서는 하이브리드의 격리단자에 연결된 보조증폭기의 입력으로 인가하여 보조증폭기에서 증폭된 신호가 최종출력에서 합쳐져 나타나게 된다. 따라서 기존의 평형증폭기의 출력에 보조증폭기의 출력이 합쳐지게 되므로 본 논문의 평형증폭기 구조는 기존의 평형증폭기 구조에 비하여 전력전력, 전력이득, 효율에서 보다 향상된 결과를 보여준다.

### 1. 서론

평형증폭기(balanced amplifier)는 단일증폭기(single ended amplifiers)의 출력전력 한계를 극복하여 두 배의 출력전력을 얻고, 동시에 광대역의 정합특성을 개선하기 위한 구조로서 무선통신 시스템용 증폭기에 아주 널리 사용되고 있다[1]-[3]. 무선통신 시스템에서의 널리 쓰이는 핵심부품은 전력증폭기는 출력전력과 효율 측면에서 매우 중요한데, 대부분 평형증폭기의 구조를 취하고 있다.

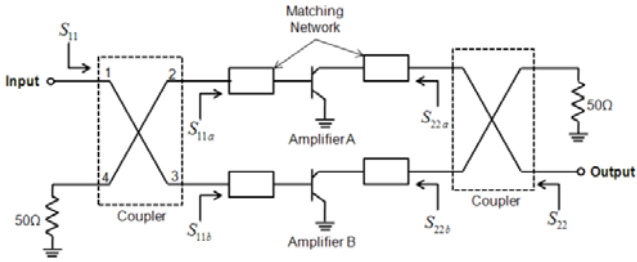
평형증폭기 구성에 사용되는 두 개의 동일한 단일증폭기가 보통 입력정합이 좋지 않기 때문에 입력측 반사파가 많이 존재한다. 그런데 평형증폭기 구성에 가장 널리 사용되는 90° 브랜치 라인 하이브리드 커플러(이하 “90° 하이브리드” 또는 “커플러”)는 이용하는 경우 두 반사파가 입력단자에서는 서로 상쇄되어 결과적으로 입력단자에 반사파가 나타나지 않으므로 정합이 우수하게 되고, 이 때 격리단자(isolation port)에 나타나는 반사파는 터미네이션(termination)으로 처리하게 된다.

본 논문에서는 이 격리단자에 나타나는 반사파를

또 하나의 보조 증폭기의 입력으로 사용하여, 즉 반사파를 재활용하여, 보조증폭기의 출력을 기존 평형증폭기의 출력에 합하여 최종적으로 성능을 개선시킨 새로운 구조의 평형증폭기에 대하여 제안한다. 제안한 평형증폭기는 기존 평형증폭기에 비하여 출력전력이 개선되므로, 동일한 크기의 출력으로 비교할 때 효율, 선형성 등에서도 유리한 특성을 갖는다.

### 2. 하이브리드를 이용한 종래의 평형증폭기

일정한 이득특성을 얻기 위해서 종래의 증폭기 설계방법에서는 입력과 출력 정재파비를 심각하게 훼손시키는 임피던스 비정합의 결과를 초래할 수 있지만, 2개의 동일한 증폭기로 구성되는 평형증폭기 구조를 사용하면 증폭기의 비정합 여부에 관계없이 평탄한 이득과 함께 우수한 입출력 정재파비 특성을 갖는 증폭기설계가 가능하다[4]. 그림 1은 일반적인 평형증폭기의 블록도이다. 입력 3dB 커플러는 입력 전력을 증폭기 A와 B로 똑같이 분배한다. 그리고 출력 3dB 커플러는 각각의 증폭기로부터 신호를 합하게 된다.



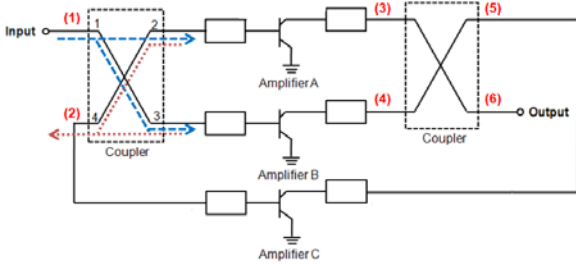
[그림 1] 평형증폭기 블록 다이어그램

평형증폭기의 입·출력단에 위치하는 90° 하이브리드는 높은 주파수 영역에서 널리 사용되는데 소형화를 위한 LTCC 구조의 하이브리드가 유리하다 [5],[6]. 평형증폭기의 동작 특성은 새로운 구조의 평형증폭기의 성능과 비교될 것이며 다음 장에서 새로운 구조의 평형증폭기의 동작 특성과 함께 제시한다.

### 3. 제안하는 구조의 평형증폭기

그림 2는 제안하는 평형증폭기의 구조를 나타낸다. 기존의 하이브리드를 이용한 평형증폭기와 하이브리드의 Isolation 단자로 전달되는 전력을 입력으로 사용하는 보조증폭기로 구성된다.

평형증폭기의 입력측 하이브리드에 입사되는 전력은 Amplifier A와 B로 분기하며, 출력단 하이브리드의 경우 Amplifier A와 B의 출력을 합하는 기능을 한다.



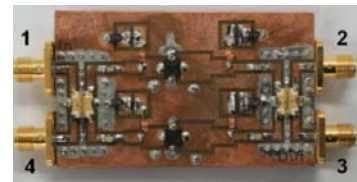
[그림 2] 새로운 구조의 평형증폭기

제안하는 구조의 평형증폭기에서 Point (2)(하이브리드 Isolation 단자)로 전달되는 전력은 보조 증폭기의 입력으로 사용되며, 평형증폭기의 동작 즉 Amplifier A와 B의 동작특성에 의하여 전달되는 전력량이 결정된다. Amplifier A와 B는 전체 평형증폭기에 비해 좋지 못한 반사손실을 가진다. 그렇기 때문에 Point (1)로 입사된 전력은 Amplifier A와 B로 입사되고, 입사된 전력은 Amplifier A와 B의 반사특

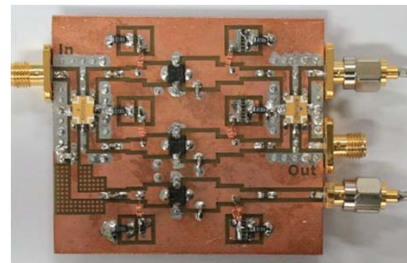
성에 의해 일부분 Point (2)로 전달된다. 전달되는 전력량은 평형증폭기의 동작이 낮은 입력 전력부터 동작을 하는 Class A일 경우, 낮은 입력 전력에서는 동작하지 않는 Class B나 C보다 Point (2)로 전달되는 전력량이 많아지게 된다. 그리고 전달되는 전력은 보조증폭기의 입력으로 사용되어지므로 평형증폭기가 포화되어도 보조증폭기는 포화되지 않게 하기 위한 전력량 조절이 필요하며 선형적인 동작을 해야 한다.

### 4. 평형증폭기의 제작 및 측정결과

그림 3은 2GHz대 동작을 위하여 실제 제작된 두 평형증폭기의 사진을 보여주고 있다. 종래의 평형증폭기 구조에 더하여 보조증폭기가 아래에 위치하고 있음을 알 수 있다. 보조증폭기의 출력은 전송케이블을 이용하여 출력단에 결합되는 구조를 취한다.



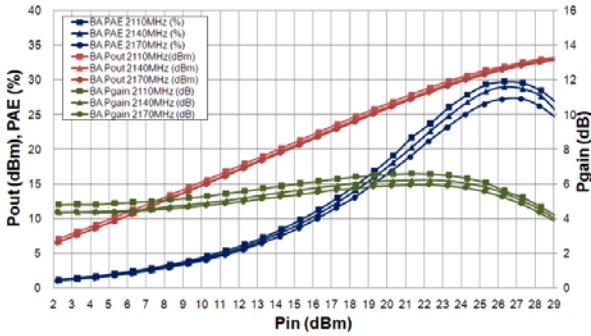
(a)



(b)

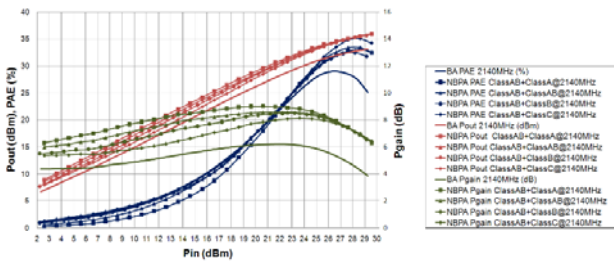
[그림 3] 제작된 평형증폭기 사진 (a) 종래 평형증폭기 (b)제안하는 평형증폭기

그림 4는 그림 3에 종래의 평형증폭기에 대한 측정 결과를 보여주는데, 제안한 구조와의 성능 비교를 위하여 제시되었다. 정확한 비교를 위하여 종래의 평형증폭기는 제안한 구조에서의 평형증폭기 부분과 동일하게 제작되었다. 그림 4로부터 종래의 평형증폭기가 AB급 동작일 경우에 32.1dBm의 출력전력(Pout), 29%의 전력부가효율(power added efficiency, PAE) 특성을 가지고 있음을 알 수 있다.



[그림 4] 종래 평형증폭기의 측정 특성

그림 5는 제안한 평형증폭기의 성능 측정 결과를 보여주고 있다. 여러 가지의 바이어스 모드가 가능하지만 그림 4와의 비교를 위하여 종래 평형증폭기 부분의 동작 모드를 AB로 고정하고, 보조증폭기의 동작 모드를 달리 조정해 보았다. 측정 결과로부터 제안하는 증폭기의 보조증폭기의 동작 모드에 따라 조금씩 달라지기는 하나 Pout이 약 35dBm, PAE가 32-33.5% 사이의 값을 가짐을 알 수 있다. 따라서 제안하는 구조가 종래의 평형증폭기보다 높은 포화전력과 높은 효율의 특성을 나타내었다. 전력 이득의 경우 동일 입력전력레벨에서의 포화전력이 높은 포화전력을 가지므로 전력이득 또한 향상되었다. 향상 정도는 보조증폭기의 동작에 따라 약간의 상이한 결과를 나타내었는데, 이는 보조증폭기의 동작에 따라서도 효율과 최대출력전력의 향상 정도를 달리할 수 있음을 의미한다.



[그림 5] 제안하는 평형증폭기의 성능 측정 결과

### 5. 맺음말

본 논문에서는 기존의 평형증폭기를 이용하여 출력전력 특성과 효율이 개선된 새로운 구조의 평형증폭기를 제안하고, 실제로 구현하여 측정한 결과를 제시하였다. 보조증폭기의 입력을 위해 평형증폭기 입력단에 위치하는 하이브리드의 isolation 단자의 s 누설전력을 이용하였고, 보조증폭기의 출력을 평형증폭기의 출력에서 결합하는 구조를 취하였다.

전력특성 측정 결과 기존의 평형증폭기는 32.1dBm의 출력과 29%의 효율을 가졌으나, 제안한 구조에서는 35dBm 출력과 33.5%의 효율을 가져서 제안한 구조가 타당한 구조임이 증명되었다. 본 논문에서 제안한 구조에 대한 검증이 측정을 통해서 이루어졌으므로 제시된 구조는 전력 트랜지스터의 출력 용량이 어떻게 되든지 이용이 가능할 것으로 판단된다.

### 참고문헌

- [1] M. Iwamoto, A. Williams, P.F. Chen, A. G. Metzger, L. E. Larson, P. M. Asbeck, "An Extended Doherty Amplifier With High Efficiency Over a Wide Power Range", *IEEE Trans. Micro. Theory Tech.*, vol. 49, No. 12, pp. 2472-2478, Dec. 2001.
- [2] S. C. Cripps, *RF Power Amplifier Wireless Communication*, Artech House, 1999.
- [3] J. L. B. Walker, *High Power GaAs FET Amplifiers*. Artech House, 1993.
- [4] D. M Pozar, *Microwave Engineering*, 2nd ed. New York: Wiley, pp. 570-573, 1998.
- [5] O. H. Murphy and P. J. Murphy, "Low Temperature Co-Fired Ceramic (LTCC) and its Applications at High Frequencies", *ISSC Proceeding*, Jun. 2002.
- [6] K. L. Wu and Y. Huang, "LTCC Technology and Its Applications in High Frequency Front End Modules", *Propagation and EM Theory, 6th International Symposium*, pp. 730-734, Nov. 2003.