

## 98. 셀룰러용 포락선 추적 증폭기의 이득 개선 회로 설계에 관한 연구

전파공학과 김 주 연  
지도교수 강 인 호

이동통신 서비스는 통신매체로 전자파를 이용하기 때문에 전자파의 특성에 의해서 채널 수가 제한되는 특징을 가지고 있다.

전자파는 공기 중에 전파되면서 크기가 작아진다. 따라서 일정 이상으로 거리가 멀어지면 신호의 크기가 아주 작아져 수신이 불가능해진다. 또한 동일한 주파수를 동일한 장소에서 서로 다른 사용자가 동시에 사용할 수 없다. 즉 동일한 주파수를 사용한다는 것은 서로 같은 채널을 사용한다는 것과 같다. 따라서 정해진 주파수 대역폭으로 가급적 많은 채널을 확보하기 위하여 여러 가지 기술이 적용되고 있다.

한편 이동통신 환경은 다른 무선통신환경과는 달리 가입자가 계속 이동하기 때문에 원천적으로 전자파 전파 환경은 통신시스템에서 제어가 불가능하며, 고 효율의 번복조 방법을 사용하는 데 한계가 있다.

이와 같은 서비스 지역의 제한과 가입자 수용용량의 한계를 극복하기 위해서 제안된 개념이 셀룰러이다.

셀룰러는 서비스지역을 여러 개의 작은 구역, 즉 셀로 나누어서 서로 충분히 멀리 떨어진 두 셀에서 동일한 주파수 대역을 사용함으로써 공간적으로 주파수를 재 사용할 수 있도록 하여 충분한 가입자 수용용량을 확보할 수 있도록 하는 이동통신 방식을 말한다.

셀룰러 방식은 지형이나 건축물의 영향을 받는다. 또한 현재의 위치에서 기지국과의 전파상황이 나쁠 때에는 제어국이 자동으로 양호한 기지국을 통하도록 해 품질이 유지되도록 해준다.

셀룰러 방식에서의 단말기의 전력소모에서 전력증폭기가 결정적인 비중을 차지하고 있다. 기존의 CDMA방식에서 사용되는 전력증폭기는 변조의 정확성을 유지하고, 주파수 재생(spectral regrowth)을 억제하기 위해서 높은 선형성이 요구되어 보통 A급이나 AB급으로 동작한다. 그러나 A급이나 AB급의 전력증폭기는 효율이 나빠지므로 증폭기를 설계할 때에는 선형성과 효율을 고려하여 설계해야 한다.

실제 단말기와 기지국 사이에 변화하는 거리, 쉐도우 페이딩 등으로 단말기에서 전력증폭기의 출력 크기가 바뀐다. IS-95B CDMA방식에서의 전력의 출력 확률 분포함수(PDF : Probability Distribution Function)에 의하면 출력 전력이 비교적 낮은 7dBm정도에서 출력될 확률이 가장 높은 것으로 나타났다.

현재 사용되고 있는 셀룰러 단말기의 전력 증폭기는 낮은 전력이 출력될 확률이 높는데 바이어스 전압은 고정되어 있으므로 효율적으로 운용된다고 할 수 없다. 따라서 낮은 RF전력이 출력될 때의 확률이 높으므로 낮은 전력의 경우 바이어스를 최적화하는 것이 필요하다.

Hanington은 이러한 낮은 전력 크기로 출력 될 때 바이어스 전압을 낮게 조절하는 포락선 추적 증폭기(envelope tracking amplifier)를 제안함으로써 낮은 전력레벨에서의 효율을 높여 배터리의 사용 시간의 연장을 시도하였다.

앞으로 상용화될 IMT-2000과 같은 제 3 세대 이동 통신 단말기의 고출력 증폭기에 있어서 W-CDMA와 CDMA2000 두 방식 모두 CDMA를 사용하여 AB급으로 동작됨으로 이러한 포락선 추적 증폭기는 향후 효율을 높인다는 점에서 매우 관심을 끌 것으로 생각된다. 그러나 이러한 포락선 추적 증폭기가 동적인 바이어스 변화로 인하여 RF 전력 신호의 크기에 따라 증폭기의 입력과 출력 임피던스가 변화하게 된다. 이러한 임피던스의 변화는 포락선 추적 증폭기의 이득을 감소시켜 효율을 떨어뜨릴 뿐만 아니라 VSWR을 악화시켜 안정도를 해치며, 포락선 추적 증폭기의 한 부분인 DC-DC converter의 용량을 증가시켜 크기와 비용이 증가하게 되고 DC-DC converter의 잡음이 증가하는 등의 부작용을 발생시키기도 한다.

본 논문은 이러한 동작점과 전력 크기의 변화로 야기된 증폭기의 입력과 출력 임피던스 부정합 문제를 가변 캐패시터(바랙터 다이오드)를 사용하여 해결하므로 이득과 효율을 개선시키는 것을 실험적으로 증명하였다.

실험을 위해서 Conexant사의 RM914를 사용하였는데, 증폭기의 입력과 출력단의 임피던스를 튜너를 이용하여 측정하였고, 부정합된 임피던스를 보정하기 위하여 역전압을 인가하였을 때 가변 캐패시터로 동작하는 Sony사의 1T367의 바랙터 다이오드를 이용하였다. 실험을 통해서 부정합된 부분에 대해서 보정을 하여서 일반 전력증폭기에 비해서 7dB 정도의 이득 개선효과를 얻었고, 기존의 포락선 추적증폭기가 15dB이상의 높은 출력전력 레벨에서 이득이 감소하는 부분에 대해서도 개선하였다. 효율도 일반 전력증폭기에 비해서 최대 2.5배로 크게 개선되는 것을 확인하였으며, 기존의 포락선 추적 증폭기가 15dBm이상의 높은 전력 레벨에서 효율이 감소하는 부분에 대해서도 개선하였다. 실제 현재 사용중인 고출력 증폭기에 비해 전력소모도 평균 37%정도만 소모하는 것을 확인하였다. 또한 이러한 보정 회로는 RFIC 공정이 필요하지 않고, 입력과 출력단에 보정회로를 쉽게 부가하면 사용할 수 있으므로 실용적인 관점에서도 의미가 있다고 할 수 있다.

또한 본 논문에서 제안된 포락선 추적증폭기는 셀룰라용 단말기뿐만 아니라 상용화되어 있는 PCS나 앞으로 사용될 IMT-2000과 같은 무선통신 분야에서도 응용이 가능하다.

본 논문의 2장에서는 전력 증폭기의 일반적인 특성에 대해서 설명하고, 3장에서는 포락선 추적 증폭기의 원리와 특징에 대해서 살펴본다. 4장에서는 바랙터 다이오드를 이용하여 임피던스가 보정된 포락선 추적 증폭기에 대해서 살펴본다. 5장에서 바랙터 다이오드를 이용한 실험과 전력증폭기의 입력과 출력 임피던스를 측정하는 방법에 대해서 언급하고 측정 결과에 대해서 분석한다. 마지막으로 6장에서 결론을 맺었다.