

103. 저항 결합회로와 직렬 피드백을 이용한 저잡음 증폭기의 구현에 관한 연구

전파공학과 유 치 환
지도교수 김 동 일

저잡음증폭기(Low Noise Amplifier ; LNA)는 안테나로부터 수신된 미약한 신호를 증폭하고 잡음을 최소화시키는데 사용된다. 신호를 증폭시킬 때 신호와 잡음이 동시에 증폭되면 수신 시스템 전체의 신호 대 잡음비(SNR)가 떨어지므로 미약한 신호는 증폭하고 잡음을 최소화시키는 높은 이득의 저잡음 증폭기가 필요하다. 일반적인 저잡음 증폭기에서 잡음 특성은 초단에 사용되는 저잡음 능동소자의 특성에 크게 의존하므로 초단에 사용되는 증폭기는 잡음을 최소한으로 억제하고 신호를 증폭시켜야 하며, 이득과 출력 정재파비 특성에 초점을 두고 설계를 한다.

PCS나 Cellular 이동통신 기지국용 중계기나 위성 수신기 등과 같은 시스템에서 저잡음 증폭기는 안테나에 직접 연결되므로 증폭기를 설계함에 있어서는 최소 잡음지수와 최대 이득, 그리고 최소 출력 정재파비에 중점을 두고 설계를 하면 입력정합은 상대적으로 큰 입력 부정합을 감수하게 되지만 전체 시스템의 성능은 본질적으로 입력 부정합에 의한 영향을 받지 않는다. 그러나, 개인 휴대용 단말기와 같은 Full duplexer 시스템에서는 송·수신부가 안테나를 공유하므로 저잡음 증폭기의 전단에 필터 또는 듀플렉서가 부가되어 있다. 따라서 저잡음 증폭기의 입력단 부정합에 의해서 듀플렉서나 필터의 성능이 저하될 수 있으며, 전체 수신단 시스템 성능이 나빠질 수 있다. 이런 상황에서 저잡음 증폭기의 설계는 최소 잡음지수와 최대 이득, 그리고 최소 출력 정재파비 뿐만 아니라 낮은 입력 정재파비를 위해 입력단 정합으로 설계하는 것이 바람직하다.

그러므로, 본 연구에서는 개인 휴대용 단말기와 같은 시스템에서 사용될 수 있도록 낮은 잡음지수와 낮은 입·출력 정재파비 특성을 동시에 만족하는 저잡음 증폭기를 구현하고자 하였으며, 이러한 방법으로 저잡음증폭단에 사용되는 능동소자의 소스 리드에 직렬로 인덕터를 부가하는 직렬 피드백을 기법을 사용하였다. 그러나, 소스의 인덕터의 실질적인 값은 사용주파수 대역에서 매우 작으므로 이에 상응하는 마이크로스트립 선로로 대체하여 설계하였다. 또한, 사용하고자 하는 저잡음 능동소자인 GaAs FET는 사용주파수 대역에서 부분적인 불안정성을 가지는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 극복하는 일반적인 방법은 드레인측에 직렬로 저항을 부가하는 방법이 있으나, 이는 상당한 이득의 감소를 초래하므로 입·출력 정재파비와 잡음 특성에 영향을 미치지 않는 범위 내에서 직렬 피드백의 값을 조정하여 사용주파수 대역 내에서의 무조건적인 안정화를 이루도록 설계하였다.

일반적으로 저잡음 증폭기의 설계시 저주파 대역에서는 정합회로가 잡음 또는 FET 자체의 불안정한 저주파 특성으로 인하여 증폭기의 발진을 유발시키므로 이러한 문제점을 해결하기 위하여 저항 결합회로를 사용하여 입력단 정합회로를 설계하였으며, 또한 저항 결합회로는 본 연구에서 이용한 자체 바이어스 회로에서 게이트-소스 바이어스 전압을 인가하는 역할을 한다. 뿐만 아니라, 자체 바이어스 회로는 제 2의 공급전압이 필요하지 않는 장점이 있다.

본 연구에서는 위에서 제시한 설계 방법을 이용하여 IMT-2000 휴대용 단말기 수신 주파수인

2.13~2.16 GHz 대역에서 초고주파용 수신단에 사용될 수 있는 저잡음 증폭기를 유전율 3.5, 두께 0.5 mm인 테프론 기판을 사용하여 설계·제작하여 그 성능을 평가하였다.

측정 결과는 사용주파수 2.13 ~ 2.16 GHz 대역에서 30 dB 이상의 이득, 0.7 dB 이하의 잡음 지수, 1.5 이하의 입·출력 정재파비, P_{1dB} 17.6 dBm, 이득 평탄도 0.3 dB 이내의 결과를 나타냄으로써 설계시 목표로 했던 사양을 만족시켰고, IMT-2000 및 PCS용 기지국을 비롯한 중계기 등의 수신단에 널리 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

104. 대역확산 방식 Cordless Telephone RF 모듈 설계에 관한 연구

전파공학과 조문성
지도교수 조형래

현재 우리나라에서 900 MHz대의 디지털 CT (Cordless Telephone)는 주로 가정용과 시티폰에 사용해왔다. 세계적으로 시티폰 사업은 하향길로 접어들었으나, 가정용의 900 MHz ISM-대역의 디지털 CT는 원래 공중망의 목적과 더불어 여러 가지 다양한 기능으로 인해 통신 시장에서 새로운 타겟으로 대두되고 있다. 특히 WLL(Wireless Local Loop)에서 디지털 CT는 중요한 요소로 부각되고 있다. 디지털 CT의 세계적인 추세는 과거에는 협대역의 아날로그 방식에서 현재는 FDD/TDD를 이용한 디지털 방식을 채택하고 있으나, 통화품질 및 보안 등의 문제로 점차 대역확산 방식을 사용하는 방향으로 가고 있다. 또한 대역확산 방식에는 주파수도약 방식과 직접확산 방식이 있는데, 향후에는 직접확산 방식이 데이터 서비스 측면이나 우리나라가 가지고 있는 대역확산의 기술력을 감안한다면, 여러 가지 면에서 유리 할 것이다. 또한 세계적인 추세 역시 주파수 도약 방식보다는 직접확산 방식으로 나아가고 있다. 현재 이와 같은 추세를 감안하여 응용범위가 넓은 900 MHz ISM-대역의 기술을 선점하기 위해 모토로라, 소니 등과 같은 세계적인 기업들이 경쟁적으로 대역확산 방식을 이용한 디지털 CT 단말기 및 시스템의 솔루션을 내놓고 있다

반면에, 우리나라의 경우에는 대역확산 방식을 이용한 PCS 상용 서비스를 하고 있으며, 대역확산 단말기는 수출 효자 상품으로 자리잡고 있다. 그러나 우리나라는 아이러니하게도 900 MHz ISM-대역의 상품성을 충분히 인식하지 못하고 있어 대역확산 방식의 디지털 CT 단말기 개발이 이루어지지 않고 있다. 그러므로 대역확산 방식의 디지털 CT 단말기를 개발할 경우 수입 대체효과와 900 MHz ISM-대역 대역확산 방식 단말기의 설계·제작 기술력을 얻을 수 있는 것 외에도 수출 효자 상품으로 커다란 역할을 할 것으로 기대된다.

대역확산 디지털 CT용 단말기는 전체적으로 음성 처리부(디지털 신호처리부), Baseband/IF 처리부 및 RF(Radio Frequency) 처리부로 구성된다. 특히 기존의 900 MHz용 디지털 CT 단말기의 구성과 매우 유사하나 무선접속방식으로 세계적 추세에 따라 대역확산 방식을 채택하며, 듀플렉스 방식은 2 ms의 프레임 속도를 갖는 FDD/TDD 방식을 사용한다.

대역확산 디지털 CT용 단말기용 핵심 부품은 RF용 전력증폭기, 저잡음 증폭기, 주파수 혼합