

52. 저 위상잡음 PLDRO 설계 및 제작에 관한 연구

전파공학과 김 동 식
지도교수 조 형 래

최근 들어 위성, 이동 통신 그리고 각종 상업용 제품 등의 분야에서 마이크로파와 밀리미터파의 이용이 확대됨에 따라 각 소자들의 소형화와 가격 등의 절감이 절실히 요구되고 있다. 특히 발진부는 송·수신 모듈의 핵심부품 중의 하나로서 전체 시스템 성능에 직접적인 영향을 미치기 때문에 다른 부분보다도 우수한 특성을 갖추어야 한다.

마이크로파에서 발진기의 성능을 나타내는 요소에는 위상 잡음, 주파수 안정도, 온도 안정도 그리고 출력 등이 있는데, 특히 발진기의 위상잡음은 아날로그 수신기의 SNR을 감소시키고, CDMA 디지털 통신용 송·수신기의 BER을 높이며, 통신채널간의 간격을 제한하고, Homodyne 방식의 레이더 시스템에서는 해상도를 저해하는 등의 각종 문제를 야기시키기 때문에 특히 발진기에서는 첫째로 높은 온도 안정성과 낮은 잡음 특성을 가져야 한다.

최초의 마이크로파 발진기는 1930년대 레이더의 신호원으로 진공관 발진기가 쓰였으며, 이 장치는 큰 출력과 높은 발진 주파수를 얻을 수 있는 장점이 있으나 부피가 컸다. 그 후, 1960년대 후반에 Gunn 다이오드나 IMPATT 다이오드를 사용한 고체 소자 발진기가 등장하였다. 고체 소자 발진기는 진공관 발진기에 비하여 부피가 작으며 신뢰성이 높고 싼 가격으로 만들 수 있는 저잡음 발진기이다. 그러나 발진 특성이 다이오드 자체의 물리적 특성에 의해 영향을 받는 결점이 있다. 이후 1970년대 후반에 등장한 트랜지스터 발진기는 발진기를 이루는 회로의 구조 및 구성 소자에 의해서 발진 특성이 결정되며, 불요주파수 문제가 없고 효율이 좋아 MIC나 MMIC화하는데 유리하다.

또한 발진기에 사용되는 공진기에는 MSL 공진기를 사용하는 방법과 공동(Cavity)을 사용하는 방법, 유전체 공진기(DR)를 사용하는 방법이 있다. 먼저, MSL 공진기는 부피가 작고 경량이며 부품들 사이의 연결 문제에 큰 어려움이 없고 제작이 간편한 장점이 있지만, 복사 손실과 스트립 선로 자체의 기판에서의 유전체 손실로 인해 Q값이 나쁘고 위상 잡음 특성이 좋지 않은 결점이 있어, 광통신 및 위성통신 시스템과 같이 정밀하면서도 저손실의 소자를 요구하는 회로에 있어서는 사용이 제한되어져 왔다. 다음으로 공동을 사용하는 방법은 Q값이 좋지만 온도에 따라 공동의 크기가 변하여 공진 주파수의 변화 폭이 크다. 그래서 같은 동작 주파수를 갖는 공동 공진기보다 부피가 작고, 손실도 훨씬 낮은 유전체 공진기로 대체하여 사용되면서 마이크로파 회로의 소형화에 커다란 진보를 가져왔다. 비유전율이 크고 손실이 적은 유전체 공진기는 제작비용을 절감할 수 있으며, 높은 Q값과 온도에 대한 안정성 등으로 인하여 마이크로파 대역의 여파기와 발진기 등에서 동작 특성의 개선과 소자의 소형화를 위해 많이 이용되고 있으며, 현재에는 그 응용분야가 안테나까지 확대되고 있다.

이동통신의 발달은 음성 통화를 기반으로 하는 Cellular 및 PCS 이용자가 유선전화 가입자를 앞지르고 있으며, 이와 같은 시장을 기반으로 초고속 이동인터넷을 구현하기 위한 CDMA-1X EVDO 서비스를 위한 기술 개발에 박차를 가하고 있다.

그 동안 Cellular 및 PCS의 음영지역 개선을 위한 많은 종류의 중계기를 개발하였다. 그러나 기존의 중계기는 이미 상용화가 진행 중인 가변 변조 방식의 EVDO 서비스에 적용할 때, 데이터 전송율을 저하시키는 문제점이 있다.

이동통신에 사용되었던 여러 가지 형태의 중계기 가운데 광중계기, 인빌딩중계기, M/W중계기를 전파음영지역 개선에 사용될 예정이다. 특히 M/W대역을 이용한 중계장치는 광중계장치, RF 중계장치보다 구축이 빠르고 유지 보수가 간편하며 광선로 임대비나 유지비용이 월등히 낮을뿐만 아니라 RF 중계장치와 같은 발전의 위험이 없다는 장점을 가지고 있다. 따라서 18 GHz를 사용하여 가변변조방식의 EVDO 신호를 음영지역까지 양질의 전파특성과 높은 데이터 전송율을 유지하여 전송할 수 있는 18 GHz 중계기의 개발이 필요하고 또한 18 GHz 중계기의 개발을 위해선 위상잡음 및 위상흔들림 특성이 개선된 Local Oscillator 개발이 필요하다.

본 논문에서는 18 GHz대역 Microwave 중계기의 송수신부에 사용되는 높은 주파수 안정도와 낮은 위상 잡음특성을 갖는 Local Oscillator를 구현하기 위하여 높은 Q값을 갖는 유전체 공진 발진기(DRO)를 사용하였다. 유전체 공진 발진기를 구현하기 위하여 먼저 원통형 유전체 공진기(Cylindrical DR)를 이용하여 중심 주파수 7 GHz의 유전체 공진 발진기를 설계·제작하였다. 이렇게 설계된 유전체 공진 발진기에 튜닝을 위하여 Varactor 다이오드를 부착하여 VCTDRO를 설계하였고 VCTDRO에 높은 주파수 안정도를 갖는 PLL을 이용하여 Local Oscillator인 7 GHz PLDRO를 설계 및 제작하였고 제작된 PLDRO는 알루미늄 케이스를 이용하여 외부로부터의 영향을 차폐시키고, Spectrum Analyzer와 Network Analyzer를 이용하여 특성을 측정하였다. 또한 업체에서 상용화된 PLDRO와 위상잡음 및 Harmonics 특성에 대해 비교하였다.