

지상파 DMB 시스템 중계기용 능동형 안테나

김 남 훈^o, 이 범 선
경희대학교 전파공학과

780211hun@hanmail.net, bomson@khu.ac.kr

Active Antenna for T-DMB System Repeater

Kim Namhoon , Lee Bomson
Kyunghee University , Radio Engineering

Abstract

In this paper, an active antenna for terrestrial DMB(Digital Multimedia Broadcasting) repeater is designed. This active antenna is consist of receiving antenna and LNA(Low Noise Amplifier). A receiving antenna fed by using a microstrip line and radiation part is designed with rectangular spiral structure. An receiving antenna with frequency range of 162~212MHz, gain of -10dBi and LNA with gain of 20dBi, noise figure of 2.2 at frequency range for T-DMB are achieved.

Key words : DMB , Antenna , Repeater , LNA , spiral

1. 서 론

1990년도 중반에 Eureka-147 digital audio broadcasting (DAB)시스템이 알려진 이래 유럽을 포함한 세계 여러 나라에서 이를 여러 종류로 응용하고 있다. DMB(Digital Multimedia Broadcasting)도 Eureka-147 DAB 시스템에서 응용된 것 중의 하나이다[1]. 하지만, DAB는 라디오 방송에만 국한된데 비해 DMB는 TV, 비디오, 오디오 서비스를 모두 할 수 있다는 점에서 보다 포괄적인 개념이라 할 수 있다. 우리나라의 정보통신부에서도 DMB를 새로운 멀티미디어 서비스로서 강조하고 있다. DMB 서비스에는 위성 DMB와 지상파 DMB로 나눌 수 있는데, 사용주파수, 서비스 영역 등에서 차

이가 있다[2]. 특히 지상파 DMB는 위성 DMB에 비해 주파수가 매우 낮아서 안테나를 설계하는데 있어서 사이즈를 줄이는데 어려움을 겪고 있다.

본 논문에서는 지상파 DMB 신호 중계를 목적으로 실외에서 전송하는 방송신호를 받지 못하는 전파 음영지역(지하도, 주차장, 아파트나 빌딩의 밀집 지역 등)을 커버하기 위한 능동형 초소형 안테나(Low Noise Amplifier 포함)를 설계, 제작하였다. 국내 처음으로 도입될 지상파 DMB는 위성 DMB와 달리 주파수가 낮아(180 ~ 210MHz) 안테나의 사이즈가 크기 때문에 안테나의 소형화 설계 기법이 무엇보다 중요하다. 하지만 안테나의 사이즈가 작아지면서 안테나의 이득을 크게 만드는 것은 이론적으로 불가능하며 안테나를 제작할 경우 크기와 이

득의 Trade off관계를 고려하여 최대한 안테나의 이득을 유지하면서 크기를 줄이는 효율적인 설계 기법으로서만 가능한 일이다. 그리고 건물 내부에서의 서비스에 지장이 없도록 하기 위해서는 이득 및 패턴도 중요하다고 할 수 있다. 또한 공중망의 선로에 의한 손실을 복구하기 위한 LNA(Low Noise Amplifier)가 내장되어 최대한 손실을 줄일 수 있어야 한다. 이러한 이득의 감쇄를 극복하고 정상적인 DMB 방송 수신에 가능하기 위해서는 안테나에서 최소 0dBi 이상의 이득이 필요하며, LNA의 이득이 20dBi 이상이 되어야 한다.

2. 안테나 설계 및 제작

본 논문에서 설계한 안테나는 크게 중계기용 수신 안테나의 설계와 안테나의 다음 단계에 사용될 LNA의 설계의 두 가지 단계로 되어있다.

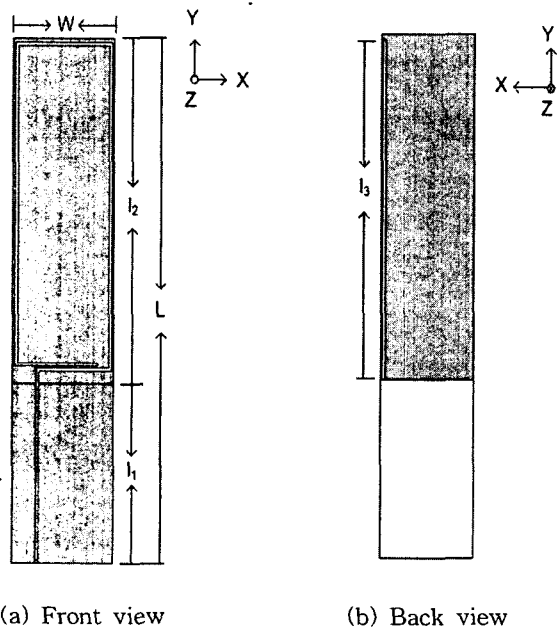


그림 1. 안테나 도식도 및 파라미터

지상파 DMB의 사용 주파수 대역이 180 ~ 210MHz 이므로 중심주파수는 195 MHz로 하였다.

그림 1은 설계된 안테나의 도식도 및 파라미터를 나타낸 것이다. 안테나는 50옴 마이크로 스트립라인을 이용한 급전부(l_1)와 방사부(l_2)로 되어있다. 사용 주파수가 낮아서 안테나의 방사부가 길어지는 것을

고려하여 spiral 구조로 설계하였다. Spiral 안테나는 광대역과 원형 편파의 특징으로 광범위하게 사용되어지고 있으며 Spiral의 방사 형태로는 원형, 사각형 등의 여러 가지가 있는데, spiral 안테나의 사이즈를 줄이기 위해서 원형 보다는 사각형의 형태를 주로 사용하고 있다[3].

표 1은 설계된 안테나의 각각의 파라미터의 값을 나타낸 것이다

표 1. 파라미터 값

파라미터	값(mm)
W	40
L	197.5
l_1	67.5
l_2	130
l_3	128

방사부의 총 길이는 349mm 이며 이는 195MHz에서의 $\lambda/4$ (385mm)와 거의 비슷한 길이이다. 유전체는 두께가 1.6mm이고, 유전율이 4.6인 FR4를 사용하였다. 급전부의 라인의 길이를 통해 방사부의 입력임피던스의 resistance 부분을 매칭하였고, 안테나의 뒷면에서 라인(l_3)을 급전부의 그라운드에 붙임으로서 reactance 부분을 매칭하였다. 안테나의 시뮬레이션은 Microwave Studio(CST)를 사용하였다.

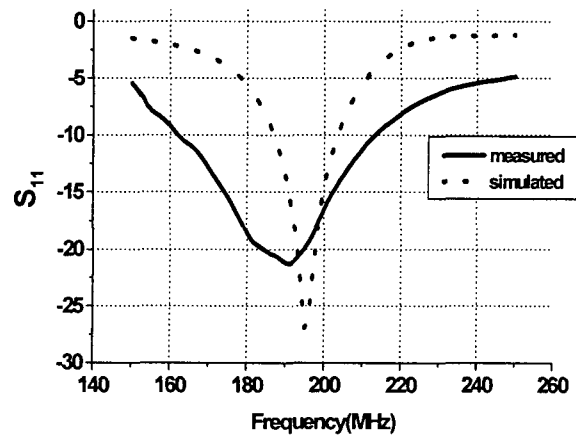
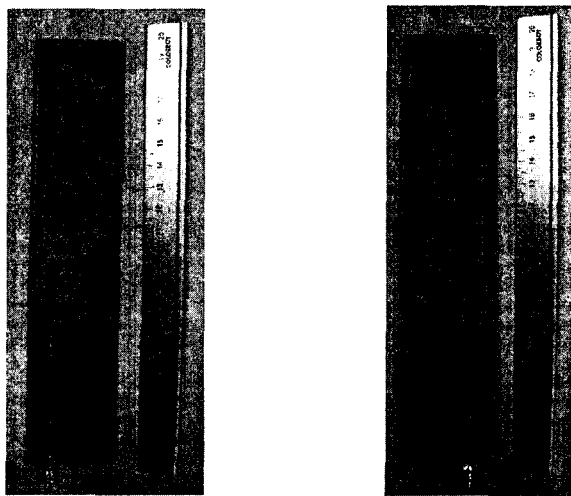


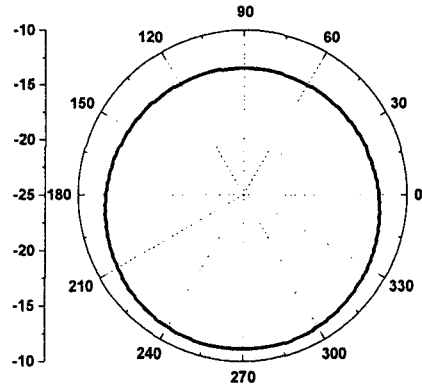
그림 2. 안테나의 반사손실(측정값과 시뮬레이션값의 비교)

그림 2는 안테나의 S11의 시뮬레이션 값과 실제 측정값을 비교한 것이다. 시뮬레이션 결과는 중심주파수 195MHz에서 공진하며, -10dB 기준 대역폭이 186 ~ 204 MHz(9.23%@195MHz)로서 실제 지상파 DMB에서 사용하는 대역폭(180 ~ 210MHz)을 만족하지 못한다. 하지만 실제 제작을 통해 측정된 결과는 -10dB기준 대역폭이 162 ~ 212MHz로서 지상파 DMB의 사용대역폭을 충분히 만족함을 알 수 있다. 그림 3은 안테나의 실제 제작 사진이다.



(a) Front view (b) Back view

그림 3. 안테나의 제작 사진



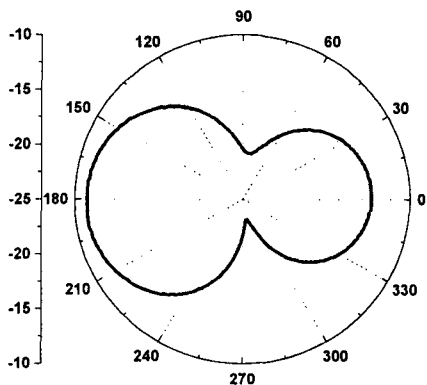
(b) XZ 평면

그림 4. 안테나의 방사패턴

그림 4는 안테나의 방사패턴을 나타낸 것이다. 전체적으로 전방향성 방사패턴을 보인다. 하지만 낮은 주파수에서 안테나의 크기를 줄이면 이득이 줄어드는 이유로 이득이 -10dB 정도의 결과가 나왔다. 이는 한 파장에 비해 안테나의 크기가 너무 작아서 시뮬레이션 툴이 정확한 Far-field 를 분석하지 못한 이유로도 볼 수 있으므로 보다 정확한 결과를 얻기 위해서 향후 실제 제작된 안테나의 이득의 측정이 이루어질 것이다.

3. LNA(Low Noise Amplifier)의 설계

앞에서 설계한 증계기용 수신 안테나의 다음 단계는 손실을 최소화하고 이득을 높일 수 있는 LNA가 들어간다.



(a) XY 평면

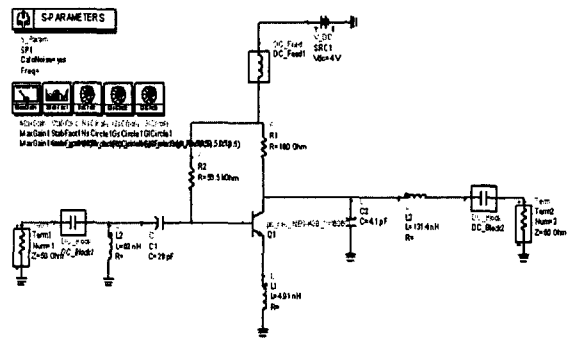
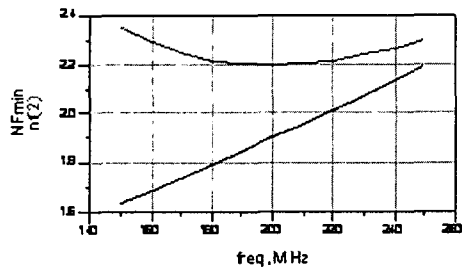
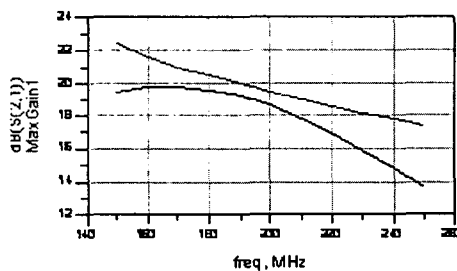


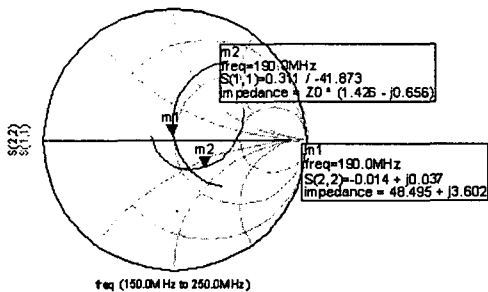
그림 4. Low Noise Amplifier의 설계 회로



(a) Noise Figure



(b) 이득과 최대이득



(c) 스미스 차트 (입/출력단 매칭)

그림 5. Low Noise Amplifier의 시뮬레이션 결과

그림 4는 본 능동형 안테나에 들어갈 LNA의 설계 회로이다. 시뮬레이션은 ADS(Advanced Design System)을 사용하였다. LNA는 외부에서 들어온 신호에 포함되어있는 잡음에다 안테나를 거치면서 발생하는 내부 잡음까지 더해지게 되는데 외부 잡음은 제어를 할 수 없지만 입력 단에서 노이즈 매칭을 하여 내부 잡음을 최소화 시킬 수 있다. 그리고 출력 단 매칭은 노이즈는 고려하지 않고 50옴 매칭을 시킨다. 그리하여 입력 단 매칭에서 결정된 노이즈를 유지하고 이득을 좀 더 높일 수 있다. 그림 5의 (c)에서 m2위치는 입력 단에서의 노이즈 매칭, m1위치는 출력 단에서의 gain매칭을 나타낸 것이

다. 그리고 시뮬레이션 결과 지상파 DMB 사용대역 폭(180 ~ 210MHz)에서 noise figure 값은 2.2, 이득은 20dBi 를 나타내었다. 그림 5의 (a),(b)를 보면 이를 알 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 지상파 DMB 중계기용 안테나를 설계, 제작하였다. 그리고 안테나 다음단인 LNA도 설계하였다. 안테나의 시뮬레이션 결과에서는 지상파 DMB의 사용대역폭을 만족치 못했으나 실제 제작을 통한 측정값은 이것을 충분히 만족했다. 하지만 이득이 -10dBi로 좋지 않은 결과를 보였고, 이는 앞으로 보다 연구가 진행될 것이며, 현재의 안테나보다 사이즈를 줄이는 소형화 작업도 병행될 것이다. 그리고 향후 안테나와 LNA의 설계에 있어서 최적화 과정을 거친 후 실제 제작을 통한 필드 테스트 및 가정, 빌딩 내부에 설치 실전 테스트가 진행되어야 한다.

감사의 글

본 연구는 중소기업청의 지원에 의한 것입니다.

참고 문헌

- [1] Gwangsoon Lee, Sammo Cho, Kyu-Tae Yang Kwon Hahm, and Soo In Lee , "Development of Terrestrial DMB Transmission System based on Eureka-147 DAB System" , 2005 IEEE , P.63~68, January 16 ,2005.
- [2] Yeong-Wha Sawng, Jeong-Su Lee, Hyun-Soo Han , "Market Acceptance for the Satellite DMB(Digital Multimedia Broadcasting) Service in Korea" , The International Conference on Mobile Business(ICMB'05) , 2005.
- [3] Mohammed N.Afsar, Yong Wang, and Rudolf Cheung , "Analysis and Measurement of a Broadband Spiral Antenna" , IEEE Antennas and Propagaion Magazine , Vol.46, No.1, P.59~64 , February 2004.