

실내 디지털 TV용 평면 안테나 특성 측정에 관하여

이종익, 여준호*, 김수민, 양명규, 은장수

동서대학교 *대구대학교

On the measurement of characteristics of planar antennas for indoor digital TV

Jong-Ig Lee, Junho Yeo*, Soo-Min Kim, Myung-Kyu Yang, and Jang-Soo Eun

Dongseo University, *Daegu University

E-mail : leeji@dongseo.ac.kr

요 약

본 논문에서는 포트 임피던스가 75옴인 실내 디지털 TV (DTV)용 안테나의 특성 측정 방법에 대해 소개하였다. 일반적인 RF (혹은 마이크로파) 시스템과 측정장비의 기준 임피던스는 거의 대부분 50옴이다. 이에 비해 실내 디지털 TV용 안테나의 기준 임피던스는 75옴이므로 기준 임피던스가 50 옴인 측정 장비를 이용하여 직접 특성을 측정할 수 없다 50옴을 기준으로 하는 장비를 이용하여 75 옴에 적합하도록 설계된 안테나의 특성(임피던스, 복사패턴 및 이득)을 측정방법에 대해 소개하였다.

ABSTRACT

In this paper, measurement methods for the characteristics of antennas for indoor digital TV (DTV), having 75-ohm port impedance, are introduced. Reference impedance of typical radio frequency (or microwave) systems and measurement equipments is 50 ohm. However, the reference impedance of antennas for indoor DTV is 75 ohm, and the characteristics of the antennas cannot be measured directly using the measurement equipments. Measurement methods, using test equipments with reference impedance of 50 ohm, for the characteristics(impedance, radiation patterns, and gains) of antennas designed to fit for 75 ohm port are introduced.

키워드

indoor digital TV antenna, 75 ohm port, planar antenna, measurement of antenna

1. 서 론

가정용 지상파 디지털 TV(DTV) 방송은 별도의 유료 가입 없이 누구나 고화질의 방송을 무료로 수신할 수 있는 편리하고 유익한 서비스이다. 지상파 DTV용 주파수 대역은 UHF 대역(470-806 MHz)으로서 주파수 범위가 비교적 넓고 편파는 대지면에 대해 수평편파이다. 별도의 증폭기 없이 방송신호를 수신하기 위해서 DTV용 안테나는 광대역이면서 수평면에서 적절한 이득을 유지하여야 한다.

전형적인 RF시스템에서 포트 임피던스(혹은 기준 임피던스)가 50옴인 것에 비해 지상파 방송을 수신하는 실내 DTV용 포트의 임피던스는 75옴이다. 따라서 지상파 DTV용 안테나의 광대역 특성은 포트 임피던스 75옴에 정합되도록 설계되어야 한다. 제작된 안테나의 특성을 실험을 통해 확인

하기 위해서는 주의가 필요하다. 왜냐하면 거의 대부분의 RF관련 측정 장비 및 시스템이 50옴을 기준 임피던스로 하고 있어서 75옴을 기준으로 하는 DTV의 특성을 직접 측정하기 어렵기 때문이다.

그러나 기존의 대부분의 연구들[1-3]에서는 50 옴을 기준 임피던스로 하는 안테나를 설계하였고 일부 75옴을 기준 임피던스로 한 연구결과들[4,5]이 보고 되었으나 안테나 특성 측정방법과 유의점에 대해서는 자세히 보고된 바가 없는 실정이다. 본 연구에서는 DTV용 안테나의 특성(임피던스 정합, 복사패턴, 이득) 측정 방법과 유의점에 대해서 소개하고 실제 적용된 사례들을 통해 타당성을 보이고자 한다.

II. 본 론

1. 임피던스 측정

DTV용으로 적합하도록 파라미터들을 최적화시킨 안테나구조를 제작한 후 75옴 포트와 정합특성을 측정하기 위해 (기준 임피던스 75옴에 대한 반사계수를 직접 측정할 수 있는 장비는 현실적으로 제공되지 않으므로) 50옴을 기준 임피던스로 하는 회로망 분석기(Vector Network Analyzer; VNA)를 이용하여야 한다. 75옴을 기준으로 하는 반사계수를 측정하기 위해 제작된 안테나의 급전부에 50옴용 SMA 커넥터를 납땜하고 50옴을 기준 임피던스로 하는 VNA를 이용하여 반사계수($S_{11}^{50\Omega}$)를 측정한다. 측정된 반사계수로부터 안테나의 입력 임피던스(Z_{in})와 75옴을 기준 임피던스로 하는 반사계수($S_{11}^{75\Omega}$)를

$$Z_{in} = 50 \times \frac{1 + S_{11}^{50\Omega}}{1 - S_{11}^{50\Omega}}, S_{11}^{75\Omega} = \frac{Z_{in} - 75}{Z_{in} + 75} \quad (1)$$

과 같이 계산한다.

2. 복사패턴 및 이득 측정

제작된 안테나는 급전부에 75옴용 F형 커넥터를 납땜하고 DTV 포트에 연결하여 사용하게 된다. 따라서 그림 1에 도시된 바와 같이 50옴을 기준 임피던스로 하는 측정 시스템으로는 복사패턴과 이득을 직접 측정할 수 없다. 그림 1의 측정 시스템을 활용하기 위해서는 그림 2와 같이 50옴과 75옴 간 임피던스 변환기를 송신부와 수신부에 각각 삽입하여야 한다. 그러나 지향성 패턴만 측정하고자 하는 경우에는 송신부에는 그림 1과 동일한 상태로 두어도 무방하다.

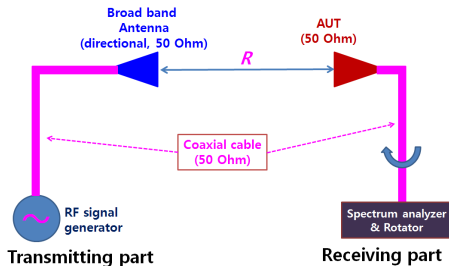


그림 1. 50옴 안테나용 복사패턴 측정시스템

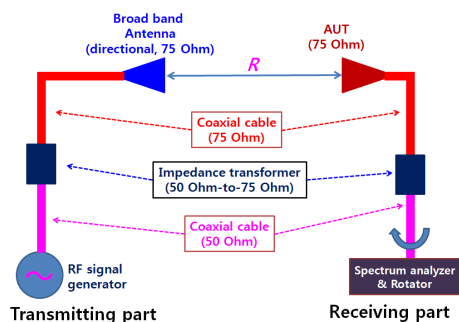


그림 2. 75옴 안테나용 복사패턴 측정시스템

주파수별 안테나 이득은 피측정 안테나 (Antenna Under Test; AUT)와 성능을 비교할 75 옴용 표준 안테나가 없으므로 송수신 안테나를 동일한 것으로 하는 2-안테나 방법(two antenna method)[6]을 이용하면 측정이 가능하다. AUT와 동일한 안테나를 송신측에도 연결한 상태에서의 수신 전력 레벨(P_0)과 송수신 안테나에 연결된 75옴 케이블을 직접 연결시킨 상태에서의 수신 전력 레벨(P_{thru})을 각각 측정하고 그 차이 ($\Delta P = P_0 - P_{thru}$ [dB])를 구한다. 다음으로 자유공간에서의 손실과 송수신 안테나의 이득(G_t, G_r), 송수신 전력(P_t, P_r) 사이의 관계식인 Frii 공식[6]을 이용하여 송수신 안테나의 이득을

$$G_{AUT} = \frac{1}{2} \Delta P + (4\pi R / \lambda_0) \quad [\text{dBi}] \quad (2)$$

와 같이 얻을 수 있다. 이 때, 송수신 안테나 사이의 거리 R 은 자유공간 파장(λ_0)과 AUT 사이의 거에 비해 충분히 큰 값이어야 주파수별 오차가 적어진다.

위에서 소개된 방법들을 이용하여 DTV용으로 설계·제작된 안테나들의 특성을 측정하였으며 시뮬레이션 결과들과 측정결과들이 잘 일치함을 확인하여 제시된 방법들의 타당성을 검증하였다. 본 연구에서 소개된 내용들은 안테나 전문가, RF 엔지니어 및 학생들에게 유익한 정보가 될 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] J. Holopainen, O. Kivekäs, C. Icheln, and P. Vainikainen, "Internal broadband antennas for digital television receiver in mobile terminals," *IEEE Trans Antennas Propagat*, vol. 58, no. 10, pp. 3363–53374, Oct. 2010.
- [2] K.-L. Wong, C.-I. Lin, T.-Y. Wu, and J.-W. Lai, "A planar DTV receiving antenna for laptop applications," *Microwave Opt Technol Lett*, vol. 42, no. 6, 483–486, Sept. 2004.
- [3] J.-K. Wee, J.W. Park, I.S. Yeom, B.-G. Kim, and C.W. Jung, "Compact DVB-H antenna with broad dual-band operation for PMP applications," *IEEE Antennas Wireless Propag Lett*, vol. 9, 580–5583, 2010.
- [4] 이종익, 여준호, 박진택, "디지털 TV 수신용 소형 광대역 모노폴 안테나," *한국정보통신학회논문지*, Vol. 17, No. 9 : 1996~2002, Sep. 2013.
- [5] 이종익, 여준호, 박진택, "실내 디지털 TV 수신용 광대역 평면 다이폴 안테나 설계," *한국정보통신학회논문지*, Vol. 18, No. 3 : 497~502 Mar. 2014.
- [6] C.A. Balanis, *Antenna theory: Analysis and design*, 3rd ed., Hoboken, NJ: Wiley, 2005.