

안테나 기판과 가중치 분포에 따른 배열 안테나 특성 분석

이지수, 최준모, 조제훈, 정경영*

한양대학교

jsjh311@hanyang.ac.kr, cjmo311@hanyang.ac.kr, nflog@hanyang.ac.kr, *kyjung3@hanyang.ac.kr

Array antenna performance analysis for the antenna substrate and weighting distribution

Lee Jisu, Choi Junmo, Cho Jaehoon, Jung Kyung-Young*

Hanyang Univ.

요약

본 논문은 TRF-43 기판과 RF-10 기판을 사용한 UHF 대역 배열 안테나의 성능을 분석하였다. 배열 안테나는 16×9 형태로 이루어져 있으며, 균일 배열, Binomial 배열, Dolph-Chebyshev 배열, Taylor 배열 등 다양한 급전부의 가중치에 따른 안테나 성능을 분석하였다. 다양한 안테나 성능 분석 결과, RF-10 기판 기반 Taylor 배열 안테나가 가장 적합한 것으로 판단된다.

I. 서론

원거리 신호 수집용, 레이더 어플리케이션용 안테나 설계시 소형화, 고이득, 낮은 부엽레벨과 같은 다양한 성능이 요구된다. 안테나 소형화는 고유전율 안테나 기판으로 구현이 가능하다. 또한, 안테나 배열기술을 이용하면 고이득을 구현할 수 있으며, 급전부의 가중치 분포에 따라 부엽 레벨 특성이 달라진다. 본 논문에서는 2가지 종류의 기판으로 설계한 UHF 대역 평면형 안테나를 16×9 형태로 배열하였으며, 안테나 기판과 다양한 급전부 가중치 분포에 따른 배열 안테나 특성을 분석하였다.

II. 본론

본 연구에서는 안테나 설계를 위해 TRF-43 기판(상대 유전율: 4.3, 손실 탄젠트: 0.0035) 및 RF-10 기판(상대 유전율: 10.2, 손실탄젠트: 0.0025)을 이용하였다. 세라믹을 이용한 RF-10 기판은 고유전율 특성과 TRF-43 기판 대비 견고한 특성을 갖는다. 두 종류의 기판으로 설계된 단일 안테나는 유사한 방사 및 정합 특성을 갖는다. TRF-43 기판으로 설계된 안테나는 가장 낮은 동작주파수 파장 대비 ($0.419\lambda_0 \times 0.923\lambda_0 \times 0.004\lambda_0$)의 부피를 가지며, RF-10 기판으로 설계된 안테나는 가장 낮은 동작주파수 파장 대비 ($0.393\lambda_0 \times 0.752\lambda_0 \times 0.004\lambda_0$)의 부피를 갖는다. 중심주파수를 기준으로 반파장($\lambda_0/2$)의 간격으로 균등하게 단일 안테나를 16×9 로 배열하여, 다양한 안테나 급전부의 가중치 분포 (균일 배열, Binomial 배열[1], Dolph-Chebyshev 배열[2], Taylor 배열[3] 방법)에 따른 배열 안테나 특성을 분석하였다. Dolph-Chebyshev 배열 및 Taylor 배열은 부엽 레벨의 목표값을 설정하여야하며, 본 연구에서는 -20 dB로 설정하였다. 또한, 각 안테나의 급전부 위상을 변경하여 $\pm 15^\circ$ 빔 포밍[4]시 배열 안테나 성능을 분석하였다. 안테나 해석 상용툴을 사용하여 분석한 결과, RF-10 기판 기반 배열 안테나는 TRF-43 기판 기반 배열 안테나 대비 배열된 안테나 간 이격 간격이 크므로, 우수한 격리도 특성을 갖는다. 균일 배열 안테나는 $27 \sim 30$ dBi의 실현 이득을 가지며, -14 ~ -12 dB의 부엽 레벨 특성을 나타내었다. 한편, Binomial 배열 안테나는 부엽레벨은 없으나 균일 배열 안테나 대비 이득의 크기가 7 dB 내외로 감소하였다.

Dolph-Chebyshev 배열 안테나는 균일 배열 안테나에 비해 부엽 레벨이 7 dB 줄어들었으며, 실현 이득은 유사한 성능을 나타내었다. 다만, 균일한 부엽 레벨을 갖는 Dolph-Chebyshev 배열 안테나는 큰 전력을 공급해야 하는 단점이 있다. 이에 반해, 전력면에서 효율적인 가중치 분포를 갖는 Taylor 배열 안테나는 균일 배열 안테나와 유사한 실현 이득을 가지며, Dolph-Chebyshev 배열 안테나와 마찬가지로 -20 dB 정도의 부엽 레벨 특성을 가짐을 확인하였다. $\pm 15^\circ$ 빔 포밍시에도 유사한 방사 특성을 갖는다.

III. 결론

본 논문에서는 고유전율 기판을 사용하여 소형화된 UHF 대역용 평면형 16×9 배열 안테나를 분석하였다. 다양한 급전부 가중치 분포를 통해 각 방법의 경향성 및 안테나 성능을 분석하였다. 안테나간 격리도, 실현이득, 부엽 레벨 및 공급전력을 모두 고려하였을 때, RF-10 기판을 사용한 Taylor 배열 안테나가 가장 우수한 안테나 특성을 가짐을 확인하였다.

참고 문헌

- [1] J. S. Stone, United States Patents No. 1,643,323 and No. 1,715,433.
- [2] C. L. Dolph, "A current distribution for broadside arrays which optimizes the relationship between beamwidth and side-lobe level," *Proc. IRE and Waves and Electrons*, June 1946.
- [3] T. T. Taylor, "Design of line-source antennas for narrow beamwidth and low side lobes," *IRE Trans. Antennas Propagat*, vol. 3, no. 1, pp. 16-28, Jan. 1955.
- [4] C. Balanis, *Antenna Theory Analysis and Design*, John Wiley & Sons, 1996.
- [5] L. C. Godara, "Application of antenna arrays to mobile communications. II. Beam-forming and direction-of-arrival considerations," *Proceedings of the IEEE*, vol. 85, no. 8, pp. 1195-1245, Aug. 1997.