

# 안테나 일체형 소형 무선기기 3차원 측정시스템 개발

## 3 dimensional measurements system for the antenna mounted small radio equipments

민경찬\*, 강정진\*\*, 정용관\*\*\*

Gyung-Chan Min\*, Jung-Jin Kang\*\*, Yong-Kwan Jung\*\*\*

minkti@naver.com, hwkim@edsk.co.kr, jykwan@emc.re.kr

### 요약

최근에 개발되는 대부분의 800MHz 이상 소출력 무선기기는 회로 본체에 안테나를 별도로 돌출 분리시키기 않고 일체형으로 설계하고 있다. 이와 같은 일체형 무선기기의 성능평가는 고전적인 개념의 송신기 출력, 안테나 성능을 분리하여 측정하던 방식의 변화를 요구하고 있어 본 연구는 이와 같은 시대적 환경에 적합한 새로운 측정방식을 제안하고 관련 기기를 개발하였다. 즉, 소형 무선기기를 원점으로 360도 전방향으로 전계를 측정하여 TRP를 측정하고, 반대로 수신레벨 역시 360도 전방향에서 측정하여 TIS를 측정하여 무선기기의 정량적 평가를 할 수 있도록 하였다. 뿐만 아니라 송신기의 급전점 전력을 측정할 수 있는 경우 PCB상에 부착된 안테나의 이득, 회로 주변 유전재료, 도전재료가 방사 또는 수신레벨에 미치는 영향을 정량적으로 측정 할 수 있도록 하여 효과적인 주파수 관리에 기여하고 일체형 무선기기의 최적 설계과 성능관리에 효율성을 제고시킬 수 있었다

키워드: TRP: Total Radiated Power, TIS : Total Isotropic Sensitivity EIRP : Effective Isotropic Radiated Power

### I. 서론

최근에 개발되는 800MHz 이상 소출력 무선기기는 과거와 달리 안테나를 외장형으로 사용하지 않고 내장형으로 설계한다.

이와 같은 안테나 일체형 소출력 무선기기의 정확한 무선제원을 측정 평가하는데 새로운 측정방법<sup>[1][2]</sup>이 요구되었다.

안테나 일체형 무선기기는 취부된 안테나 주변의 유전체, 기기 함체의 도전체, 주변 부품의 영향으로 전혀 다른 방사패턴을 만들어 내게 되고, 무선기기 출력단- 안테나간 임피던스가 출력단- 전력계간의 임피던스가 정확하게 일치하지 않아 정량적인 방사전력을 측정하는데 한계가 있다. 다시말해 수직과 수평 2번의 측정으로 평가해 왔던 과거의 방식으로는 안테나 일체형 무선기기의 측정과 평가에 문제점을 내재하고 있다.

이와 같은 안테나 일체형 무선기기의 특성상 3차원으로 무선기기를 원점으로 360도 전방향에서 전파를 측정하여 방사되는 모든 전력 TRP, 전방향 등방성 민감도 TIS, 실효등방 방사전력 EIRP를 측정하도록 하는 것이 세계적 추세이다. 여기에 성능검사의 하나로 음성이나 데이터 전송의 경우 무선통신상에서 각 방향에서 BER, FER를 측정 할 수 있는 기능을 가진

제품을 개발하였다.

시스템 구성은 TIS, TRP, EIRP, 경로장 손실, 안테나 이득 및 팩터에 대한 이론적 이해를 바탕으로 3차원 Turn table개발, 측정용 S/W개발로 이루어졌다.

### II. 관련 연구

#### 2.1 이론적 배경

##### 2.1.1. 측정 시스템 구성

장비의 구성은 소형 MIN 챔버<sup>[1]</sup>내 3D 턴테이블을 설치하고 이를 광케이블로 제어하여 무선기기의 급전점 또는 채적 중심을 원점으로 그림1과 같이 360도 회전하여 각각의 측정값을 읽는다.

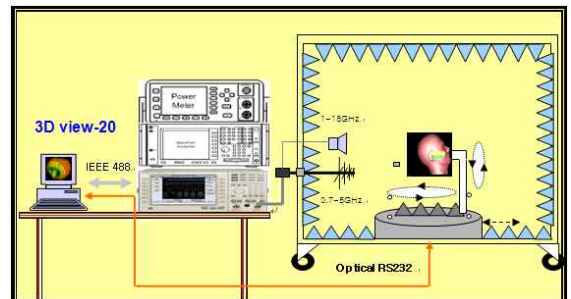


그림1. 전체 장치 구성도

\* 주)한국기술연구소 소장

\*\* 동서울대학 교수

\*\*\* 경희대학교 대학원 전파공학과 석사과정

2.1.2 TRP (Total Radiated Power)<sup>[2][3][4]</sup>

원점을 중심으로 완전구 조건에서 측정 했을 때 Theta cuts을 N, Phi cuts을 M이라 할 때 TRP는 다음 식(1)으로 표현된다.

$$TRP = \frac{\pi}{2NM} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M EIRP(\theta_i, \phi_j) |\sin(\theta_i)|$$

여기서  $\theta$ 는 회전축 각도로 360도이며,  $\phi$ 는 수직방향 상하각으로 180도로 윗 반구와 아래 반구로 나누어 측정한다.

식(1)의 물리적 의미는 각각의 각도에 따라 측정된 EIRP값을 더해 TRP를 구한다는 것을 뜻한다.

2.1.3 TIS(Total Isotropic Sensitivity)

수신 감도평가를 위해서 도입된 TIS는 다음 식(2)으로 표현된다.

$$TIS = \frac{2NM}{\pi \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \left[ \frac{1}{EIS_{\theta}(\theta, \phi)} + \frac{1}{EIS_{\phi}(\theta, \phi)} \right] |\sin(\theta_i)|}$$

TIS는 TRP와 역수관계를 갖는다.

2.1.4 EIRP(Effective Isotropic Radiated Power)<sup>[5]</sup>

안테나 일체형 무선기기의 실효방사전력을 직접 측정하는 것은 불가능하다. 따라서 치환법을 이용하여 실효방사 전력을 측정한다. 실효방사전력이란 안테나 급전점 전력과 안테나 이득을 곱해(log적으로는 더해서) 구해 지는데, 일체형의 경우 안테나 이득(dBi)을 측정하기 어렵기 때문에 치환법을 이용하여 측정한다. 치환법으로 EIRP를 측정하는데 있어 가장 중요한 것은 송신 안테나와 수신 안테나간 경로장 손실이 매우 정확해야 한다.

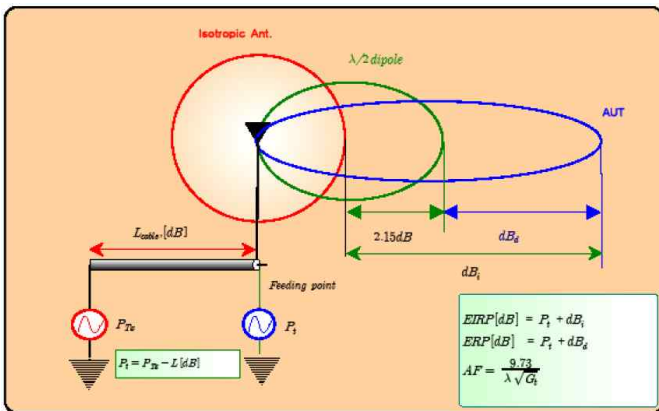


그림2. dBi의 정의

일반적으로 3차원 턴 테이블은 물리적 구조상 동축 케이블이 꼬이게 되어 있는데 이를 해결하기 위해 RF rotator를 사용하게 되어 있다. 그런데 이것이 실제 측정에 있어 큰 문제를 일으

키고 있는데, Rotator는 회전형 동축 결합기로 몇바퀴만 돌면 손실값이 크게 달라져 버려, 결국 측정값에 변화를 주게되어 이를 개선한 것이 본 연구결과의 일부이다.

치환법을 이용한 실효방사 전력의 측정방법과 절차는 참고문헌[5]에 상술되어 있다.

그림2에서 실제로 등방성 안테나는 존재하지 않으므로 다이폴이나 표준훈 안테나를 이용하여 이득을 측정하는데, 다이폴의 경우 dBd에 2.14dB를 더해 dBi를 구한다.

2.2 3차원 Turn table 개발

2개 축을 회전시켜 수신점에서 3차원 데이터를 얻을 수 있도록 그림3과 같이 개발되었다. 재료는 전파특성을 변화시킬 수 있는 재료정수 즉, 유전율이 가장작은 테프론을 사용하였고 구동 모터는 PLC로 제어하고 스텝모터를 사용하였다.

시료가 취부되는 상단부의 구동은 기어드 벨트를 이용하였으며, 모든 제어는 광케이블을 이용하여 제어되도록 설계하였고 전원부는 RF측정에 장애가 없도록 특수제작한 필터를 취부하였다.

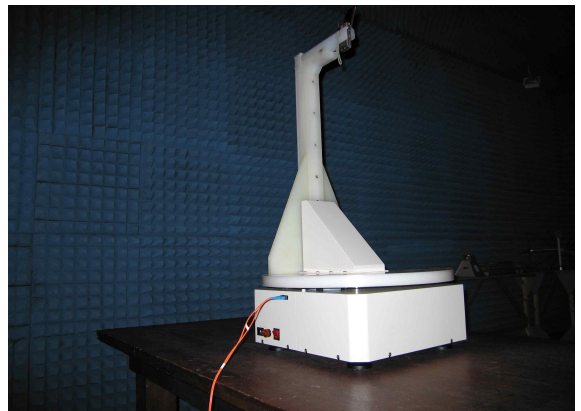


그림3. 3D turn table

2.3 기타 측정환경

수신용 안테나는 수직과 수평을 동시에 측정할 수 있는 Quad형을 사용하였으며, 챔버는 참고문헌[1]에서 개발한 MIN챔버를 사용하였다.

3. 개발제품 성능

3.1 성능요구

수요자의 다양한 요구에 맞게 다음과 같은 측정성능을 갖도록 S/W를 개발하였다.

- 소형 안테나의 3차원 방사패턴
- 방사패턴의 최대값, 최소값,평균이득, 방사효율 측정
- 3차원 패턴의 2차원, 2.5차원, 원통좌표 등 변환 기능

#### IV. 결론

본 연구는 처음부터 수요자의 요구를 받아 그 이상의 성능을 갖도록 상품화를 목표로 설계 개발되어, 수요자로부터 매우 좋은 평가를 받았으며 CTIA에서 요구하는 모든 항목을 완벽하게 측정할 수 있었다. 특히 기존 외국제품의 큰 문제였던 Rotator의 경년변화에 의한 손실값 증가에 의한 불확도를 낮출 수 있었고, 3차원 그래프상에 시료의 형상을 삽입하여 시료의 어느 부분에서 최대 방사가 일어나는지를 쉽게 알 수 있게 하는 기능이 우수하다. 본 연구의 결과물은 안테나 일체형 모든 무선기기의 최적 설계를 통한 주파수 자원의 효율적 관리, 수출제품 성능의 정량적 관리를 할 수 있을 것으로 사료된다.

#### 참고 문헌

[1] 주)한국기술연구소, “850MHz를 최저 주파수로 하는 GHz band 무선신호 종합 측정용 소형화 챔버 및 S/W개발 보고서” 정보통신산업기술개발사업, 정보통신부, 2002

[2] Cellular Telecommunication & Internet Association " Method of Measurement for Radiated RF Power and Receiver Performance " Rev.1.1 Dec. 2001

[3] CTIA "Mobile station Authentication Test Plan " Nov. 2002

[4] CTIA " Test Plan for Mobile Stion Over the Air Performance" Mar. 2003

[5] 민경찬 “ 전자과 환경공학” 한국기술연구소, 29-33pp. 2008

- H plane 측정기능
- E1 측정기능
- E2 패턴 측정기능
- 각 각도별 최대 dBi, 최소 dBi 측정기능
- 각도 별 측정값의 선형화 기능
- 자체 Calibration기능
- 최대 방사방향 표시기능
- 각 도별 방사량 칼라표시
- 최소값, 최대값의 최적화 표시를 위한 기준 사용자 설정기능
- 수직, 수평만 측정하던 기존 안테나 측정방법에서 전 방향에서 측정기능
- 최대값에서 3차원 Cut view기능
- H,V 개별측정 및 합성측정기능
- Tx/V-Rx/H, Tx/H-Rx/V measuring functions
- 200개 주파수 동시 측정기능
- 주파수 임의 설정기능
- 측정시료 자체 접지면을 이용한 안테나 특성평가
- 사용자 지정 개별각도, 주파수 수동 측정
- 측정중 측정시료 Monitoring기능
- 3차원 화면에 측정시료 표시기능
- Highest reliability and Lowest uncertainty
- Frequency:100MHz-40GHz

#### 3.2 개발/측정결과

개발된 제품의 성능은 외국제품에 비해 매우 우수한 것으로 평가받았다. 시료의 형상을 3차원 단면에 삽입하는 기술, 재현성 높은 경로장 측정방법으로 측정불확도를 낮출 수 있는 기술, 최대방사점 단면표시기능 등, 측정결과를 하나의 성적서에 직접 자동산입되어 측정결과를 요약할 수 있는 기능 등이 기존 외국제품에 비해 우수하다. 측정결과의 예를 그림4에 도시한다.

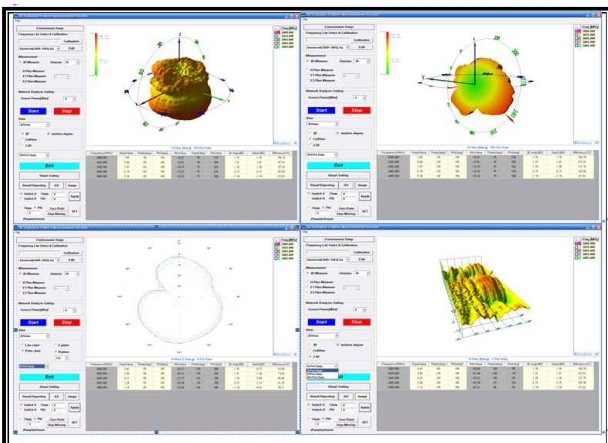


그림4. 개발/측정결과 예