

# 직접열확산방식을 사용하는 무선기기의 측정 방법에 대한 연구

## A Study on Measurement Method of RF Devices Using Direct Sequence Spread Spectrum

배창호(C.H. Bae)                      기술기준연구팀 연구원  
김동호(D.H. Kim)                     기술기준연구팀 연구원  
박승근(S.K. Park)                    기술기준연구팀 선임연구원

본 고에서는 최근 무선데이터 통신시스템용으로 2.4GHz 대역에서 블루투스 등 새로운 통신기기가 출현함에 따라서 이러한 기기에서 사용되는 여러 확산방식 중 직접열확산방식을 중심으로 하여 국내의 기술기준에 근거한 일본, 미국, 유럽의 측정방법에 대하여 검토하였다. 이러한 검토를 통하여 다양한 측정 방법들이 갖는 특징과 차이점들을 분석하여 국내에 적용할 수 있는지를 검토하고자 한다. 그리고 점유주파수대역폭, 주파수 허용편차, 공중선전력, 불요발사 등의 세부적인 항목을 함께 다루며, 각각의 측정 항목에 관한 구체적인 방법과 절차를 살펴볼 것이다.

### 1. 개요

최근 무선데이터 통신시스템용으로 2.4GHz 대역에서 블루투스 등 새로운 통신기기가 출현하고 있다. 이러한 통신기기는 정보신호대역폭보다 훨씬 넓은 칩 레이트를 가진 디지털 코드열에 의해 반송파를 변조하는 방식인 직접열확산방식(Direct Sequence Spread Spectrum: DSSS)을 이용하여 통신을 하고 있으며 이와 관련하여 국내에서는 정보통신부가 2001년 7월 27일 “방송·해상·항공·전기통신사업용 외의 기타업무용 무선설비의 기술기준”을 개정 고시하였다[1]. 개정된 내용 중에서 제5조 제4호의 무선데이터 통신시스템 및 무선 LAN용 특정 소출력 무선기기의 기술기준이 본 고에서 다루고자 하는 직접열확산방식과 관련이 있으며 그 내용은 <표 1>과 같다.

따라서 본 고에서는 직접열확산방식을 사용하는 무선기기의 전파의 질 측정에 있어서 오차를 줄이고 정확성을 기한 효율적인 측정방법을 찾기 위하여 일본, 미국 등 제 외국의 측정방법과 기술기준을 검토하고자 한다. 이러한 검토를 통하여 다양한 측정방

<표 1> 무선데이터 통신시스템 및 무선 LAN용 특정 소출력 무선기기의 기술기준

용도	무선데이터 통신시스템용	
주파수	2400~2483.5MHz	
스펙트럼 확산방식	직접열확산방식	
기술기준 항목	주파수허용편차	$\pm 50 \times 10^{-6}$ 이하
	공중선전력	10mW/1MHz 이하
	점유주파수대역폭	26MHz 이하
	불요발사	지정된 주파수대 외의 주파수에서 -30dBm/100kHz 이하

법들이 갖는 특징과 차이점들을 분석하여 국내에 적용할 수 있는지를 검토하고자 한다. 그리고 점유주파수대역폭, 주파수 허용편차, 공중선전력, 불요발사 등의 세부적인 항목을 함께 다루며, 각각의 측정 항목에 관한 구체적인 방법과 절차를 살펴볼 것이다.

## II. 외국의 측정방법 분석

### 1. 일본

일본의 경우 기술기준의 항목이 국내의 경우와 유사하며 관심이 있는 직접열확산방식을 이용하는 2.4 GHz 소전력 데이터통신시스템에 관한 기술 기준은 <표 2>와 같다. 점유주파수대역폭과 불요발사의 기준치는 국내 기술기준과 약간의 차이를 보이고 있다.

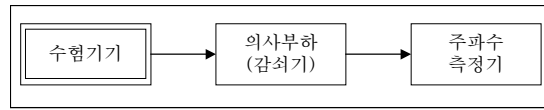
<표 2>의 기술기준항목에 따라 TELECOM(Telecom Engineering Center)에서 2001년 3월에 발표된 Characteristic test methods for radio equipment 중 2.4GHz Wide Band Low Power Data Communication System의 측정방법을 중심으로 점유주파수대역폭, 주파수 허용편차, 공중선전력, 불요발사 등의 세부적인 항목을 검토할 것이다[2].

<표 2> 일본 2.4GHz 소전력 데이터통신시스템 기술기준

주파수	2400~2483.5MHz	
스펙트럼 확산방식	직접열확산방식	
기술 기준 항목	주파수 허용편차	$\pm 50 \times 10^{-6}$ 이하
	공중선전력	10mW/1MHz 이하
	점유주파수 대역폭	83.5MHz 이하
	불요발사	2387MHz 미만, 2496.5MHz 초과 : $2.5\mu\text{W}$ 이하 2387~2400MHz, 2483.5~2496.5MHz : $25\mu\text{W}$ 이하

#### 가. 주파수 허용편차의 측정

주파수 허용편차는 발사에 의하여 점유하는 주파



(그림 1) 주파수 허용편차 측정 구성도

수대의 중심주파수와 지정주파수 사이에 허용될 수 있는 최대편차 또는 발사의 특성주파수와 기준주파수 사이에서 허용될 수 있는 최대편차를 말하며 백만분을 또는 헤르츠(Hz)로 표시하며 이를 측정하기 위한 구성도는(그림 1)과 같다.

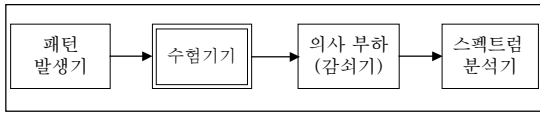
위의 측정 구성도에 따라 측정을 하기 위하여 먼저 수험기기를 시험주파수로 설정하고 RF 신호를 송신하고 변조상태는 확산스펙트럼을 중지한 변조가 없는 연속파여야 한다. 그러나 만일 연속파가 가능하지 않을 경우는 변조가 없는 연속 버스트파여야 한다.

측정기는 -20dB 이상의 감도를 가진 주파수 카운터를 이용하거나 합성 국부발진기를 가진 스펙트럼 분석기를 이용한다. 주파수카운터의 정확도는 수험기기에 대하여 규정된 허용편차보다 10배 이상 높은 것이어야 한다. 그리고 피 측정파의 진폭변동에 대한 영향을 피하기 위해, 감쇠기의 감쇠량은 주파수 측정기에 최적의 동작입력레벨을 제공하도록 조정되어야 한다. 또한 버스트파를 측정하는 경우는 카운터의 펄스측정기능을 이용하고 가능한 버스트의 전체구간동안 측정이 이루어질 수 있는 값에 게이트 개방시간을 설정한다.

버스트파의 경우 충분한 정확도를 얻을 수 있는 시간에 대하여 측정하고 그 평균값을 구하여 측정값으로 한다. 측정값의 결과는 MHz 또는 GHz 단위로 표시하는 동시에, 시험주파수에 대하여 측정값이 갖는 편차를 백만분율( $10^{-6}$ )의 단위로 (+) 또는 (-)의 부호를 붙여 표시한다.

#### 나. 점유주파수대역폭의 측정

점유주파수대역폭은 변조의 결과로 생기는 주파수대역폭의 하한주파수 미만의 부분과 상한주파수를 초과하는 부분에서 각각 발사되는 평균전력이 따로



(그림 2) 점유주파수대역폭 측정 구성도

정하는 경우를 제외하고 각각 0.5퍼센트와 같은 주파수대역을 의미하며 이를 측정하기 위한 구성도는 (그림 2)와 같다.

위의 측정 구성도에 따라 측정을 하기 위하여 수험기기를 측정주파수와 확산 스펙트럼 측정 코드에 설정하고 표준 부호화 시험신호로 수험기기를 변조한다.

측정기는 스펙트럼 분석기를 이용하며 그 설정은 <표 3>과 같다.

측정절차는 디스플레이가 안정된 값을 나타낼 때까지 소인을 반복한 후 모든 데이터 점의 값을 컴퓨터의 배열 변수에 저장하고 모든 데이터 점에서의 dBm 값을 전력차원의 진수로 변환한다. 모든 데이터 점에서 전력의 총합을 구하고 이것을 “총전력”으로 한다. 가장 낮은 주파수에 대한 데이터 점부터 연속적으로 높은 주파수로 이동하면서 각 데이터 점에서 전력을 가산한다. 가산된 전력이 “총전력”의 0.5%와 같은 임계 데이터 점을 얻는다. 이 임계 데이터 점을 주파수로 변환하고 그것을 “하한 주파수”

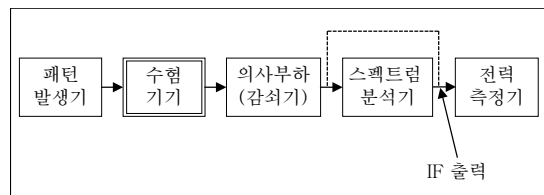
<표 3> 점유주파수대역폭 측정을 위한 스펙트럼 분석기 설정

항목	측정 설정
중심주파수	서비스 대역의 중심주파수
소인주파수폭	허용치의 약 2배~3배
분해대역폭	허용치의 약 3%
비디오대역폭	분해대역폭과 같은 정도
Y축 스케일	10dB/Div
입력레벨	반송파 레벨은 스펙트럼 분석기의 잡음 레벨보다 충분히 높아야 함
데이터 측정 개수	400개 이상
소인모드	연속소인
검파모드	파지티브 피크
표시모드	맥스 홀드

로 한다. 그리고 가장 높은 주파수에 대한 데이터 점부터 연속적으로 낮은 주파수로 이동하면서 각 데이터 점에서 전력을 가산한다. 가산된 전력이 “총전력”의 0.5%와 같은 임계 데이터 점을 얻는다. 이 임계 데이터 점을 주파수로 변환하고 그것을 “상한 주파수”로 한다. 점유주파수대역폭은 각각의 시험주파수에서 “상한 주파수” - “하한 주파수”로 구하여 MHz로 표시한다. 만일 컴퓨터 내장형 스펙트럼 분석기가 위의 측정절차를 지원하는 기능을 가지고 측정의 정확도가 보장된 경우 위의 절차를 거치지 않고 바로 측정할 수 있다.

다. 공중선전력의 측정

공중선전력은 송신기의 출력회로에서 공중선계의 급전선에 공급되는 전력을 의미하며 이를 측정하기 위한 구성도는 (그림 3)과 같다.



(그림 3) 공중선전력 측정 구성도

위의 측정 구성도에 따라 측정을 하기 위하여 수험기기를 시험주파수와 확산 스펙트럼 코드를 설정하고 표준 부호화 시험신호를 가지고 수험기기를 변조한다.

측정기는 보정계수를 얻기 위하여 1MHz 분해대역폭에서 스펙트럼 분석기의 등가잡음대역폭을 측정한다. 만일 확산 스펙트럼 대역폭이 1MHz 보다 작으면 “확산 스펙트럼 대역폭(MHz)/등가잡음대역폭(MHz)”이 1을 넘을 때 측정된 값을 보정한다. 감쇠기의 감쇠량은 스펙트럼 분석기에 최적의 입력 레벨을 제공하도록 설정한다. 공중선전력의 최대값을 제공하는 주파수 탐색 시 스펙트럼 분석기의 설정은 <표 4>와 같다.

공중선전력을 측정하기 위한 스펙트럼 분석기의

<표 4> 공중선전력 측정을 위한 주파수 탐색 시 스펙트럼 분석기 설정

항목	측정 설정
중심주파수	서비스 대역의 중심주파수
소인주파수폭	50MHz
분해대역폭	1MHz
비디오대역폭	분해대역폭의 약 3배
Y축 스케일	10dB/Div
소인시간	측정 정확도를 보장하기 위한 최소의 시간(버스트파의 경우 하나의 버스트 파는 데이터 점마다 포함되어야 한다)
트리거 조건	프리런
데이터 측정 개수	400개 이상
소인모드	연속소인
검파모드	파지티브 피크
표시모드	맥스 홀드

<표 5> 공중선전력 측정을 위한 스펙트럼 분석기 설정

항목	측정 설정
중심주파수	검색된 주파수 중 최대전력을 제공하는 주파수
소인주파수폭	0Hz
분해대역폭	1MHz
비디오 대역폭	분해능 대역폭과 같은 값
소인모드	연속 소인

설정은 <표 5>와 같다. 스펙트럼 분석기의 IF 출력에 전력측정기를 연결하고 수험기기의 출력값에 대한 전력측정기의 표시치를 보정한다.

측정절차는 스펙트럼 분석기를 <표 4>와 같이 설정하고 스펙트럼 분석기가 더 이상의 변동을 나타내지 않을 때까지 소인을 반복한 후 1MHz당 최대 전력을 발생시키는 주파수를 측정한 후 스펙트럼 분석기의 IF 출력에 전력측정기를 연결한다. 다시 스펙트럼 분석기를 <표 5>와 같이 설정하고 전력측정기의 측정값을 읽는다.

<표 4>의 분해대역폭에서의 등가잡음대역폭을 측정하여 전력측정기의 측정값을 식 (1)을 이용하여 보정한다.

$$P_i = \frac{B_s}{B_n} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{(P_i/10)} \quad (1)$$

여기서  $P_i$  = 전체전력(mW)

$B_s$  = 분해대역폭

$B_n$  = 분해대역폭  $B_s$  에서의 등가잡음대역폭

$N$  = 전체 데이터 점의 개수

$P_i$  = 해당 데이터 점에서의 전력(dBm)을 의미한다.

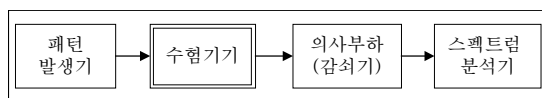
보정된 측정값은 연속파의 경우 전력측정기 표시치로부터 식 (1)에 따라 보정된 값이고 버스트파의 경우 연속파와 전송시간 비율에 대하여 동일한 보정된 값으로부터 계산된 값이다. 공중선전력의 절대값을 mW/MHz의 단위로 표시하고 편차를 % 단위로 (+) 또는 (-)의 부호를 붙여서 표시한다.

#### 라. 불요발사의 측정

불요발사는 스푸리어스 발사와 대역외 발사를 포함하며 각각의 발사에 대한 정의는 다음과 같다.

- 스푸리어스 발사(spurious emission): 필요대역폭 바깥쪽의 하나 또는 복수의 주파수에서 발생하는 발사로 정보의 전송에 영향을 미치지 아니하고 그 레벨을 저감시킬 수 있는 것으로 이는 고조파 발사, 기생발사, 상호 변조곱 및 주파수 변환곱을 포함하는 것을 말하며 대역외 발사는 제외된다.
- 대역외 발사(out-of-band emission): 변조과정에서의 필요대역폭 바로 밖에 있는 하나 또는 여러 주파수들에서의 발사로 스푸리어스 발사는 제외된다. 발사 중심주파수로부터 필요대역폭의 250% 이내에 떨어진 주파수에 존재하는 모든 불요발사는 대역외 발사로 고려한다.

불요발사의 측정을 위한 구성도는 (그림 4)와 같다.



(그림 4) 불요발사 측정 구성도

<표 6> 불요발사 측정을 위한 스푸리어스 발사 탐색 시 스펙트럼 분석기 설정

항목	측정 설정
소인주파수폭	낮은 주파수부터 반송파 주파수의 약 3배의 주파수까지 불요발사를 조사(예, 10MHz부터 2400MHz 까지와 2483.5MHz부터 8GHz까지 조사)
분해대역폭	1MHz
비디오대역폭	10kHz
Y축 스케일	10dB/Div
입력 레벨	스펙트럼 분석기의 최대 다이내믹 범위가 되는 값
소인시간	측정의 정확성을 보장하기 위한 최소의 시간(버스트파의 경우 하나의 버스트가 매 데이터 포인트마다 포함되어야 하며 분석기의 소인시간은 다음 수식에 의하여 정해진다. 소인시간 $\geq$ [소인주파수폭(MHz)/분해대역폭(MHz)] $\times$ 버스트 반복주기. 만일 위의 설정을 이용하여 탐색된 스푸리어스 발사의 진폭이 허용오차의 $\pm 3\text{dB}$ 이내이면 스펙트럼 분석기를 <표 7>로 설정하고 불요성분의 진폭을 측정한다. 10MHz부터 8MHz까지의 소인시간은 20ms이다)
검파모드	파지티브 피크
표시모드	맥스 홀드

위의 측정 구성도에 따라 측정을 하기 위하여 시험기기를 시험주파수와 시험 확산 스펙트럼 부호를 설정하고 표준 부호화 시험신호를 가지고 시험기기를 번조한다.

먼저 스푸리어스 발사 주파수를 탐색하기 위하여 스펙트럼 분석기의 설정을 <표 6>과 같이 한다.

스푸리어스 발사 주파수를 탐색한 후 발사 주파수에서 스푸리어스 발사 강도를 측정하기 위한 스펙트럼 분석기의 설정은 <표 7>과 같다.

측정절차는 <표 6>에 따라서 스펙트럼 분석기를 설정하고 스펙트럼 분석기가 더 이상의 변화를 나타내지 않을 때까지 소인을 반복하여 스푸리어스 발사를 탐색한다. 공중선전력과 반송파 진폭에 대한 스푸리어스 진폭의 비로부터 절대값을 결정한다. 만일 이 값이 기준값 이하이면 <표 7>에 의하여 측정을 하지 말고 결정된 절대값을 측정된 값으로 이용한다. 탐색된 스푸리어스 발사의 진폭값으로부터 결정된

<표 7> 스푸리어스 발사 측정 시 스펙트럼 분석기 설정

항목	측정 설정
중심주파수	탐색된 반송파 주파수의 중심주파수와 스푸리어스 발사 주파수의 중심 주파수
소인주파수폭	0Hz
분해대역폭	1MHz
비디오대역폭	1kHz
Y축 스케일	10dB/Div
입력 레벨	전송신호 진폭은 믹서의 선형 영역 내에서 최대 레벨에 근접
소인시간	0.3sec(버스트파의 경우, 하나의 버스트를 지속하는 시간보다 길어야 한다)
데이터 측정 개수	400개 이상
소인모드	단일소인
검파모드	샘플모드

값이 허용치를 넘는다면 스펙트럼 분석기의 중심주파수의 정확성을 증가시키기 위하여 100MHz부터 1MHz까지 연속적으로 소인주파수대역폭을 좁혀가면서 스푸리어스 주파수를 얻는다. <표 7>에 따라서 스펙트럼 분석기를 설정하고 반송파와 스푸리어스 각각에 대한 진폭의 평균값을 얻는다(버스트파의 경우 이러한 평균값은 버스트 주기 내에서 평균된 값이다). 각각 측정된 공중선전력과 이들 두 개의 평균값의 비로부터 절대값을 결정하고 이 값이 측정된 값이 된다.

측정된 결과는 스푸리어스 발사의 주파수와 강도(dBm)를 표시하고 다수의 점을 표시하는 경우는 발사강도의 내림차순으로 주파수와 함께 병기한다.

## 2. 미국

미국의 연방통신위원회(Federal Communications Commission: FCC)는 CFR(Code of Federal Regulation Title) 47 part 15.247을 통해 902~928, 2400~2483.5, 5725~5850MHz에서의 비허가 무선기기의 기술기준을 정하고 있다. 특히 직접열확산방식에 관하여는 part 15.247에서 정하고 있는 항목들에 대한 구체적인 측정방법을 공시한 바 있다[3]. 관련 규정에 따른 측정항목과 기준

<표 8> FCC의 기술기준 및 측정항목

규정	측정항목	기준치
Part 15.247(a)(2)	발사대역폭 (Bandwidth)	6dB 대역폭 500kHz 이상
15.247(b)	출력전력 (Power output)	1W 이하
15.247(c)	스퓨리어스 발사 (Spurious emission)  • RF 전도성 발사 (RF Conducted emission)  • 복사성 발사 (Radiated emission)	확산 방식의 의도적 방사체가 운영되고 있는 주파수 대역 바깥쪽의 어떠한 100kHz 대역 내에서의 RF 전력보다 20dB 이하  • 인정한 대역에서의 가장 높은 발사레벨보다 20dB 이하 일 것  • 허용 가능한 최대 평균장의 세기는 part 15.209를 따를 것
15.247(d)	전력 스펙트럼 밀도 (Power spectral density)	의도적 방사체로부터 안테나로 전도된 침투 전력밀도는 지속적인 송출이 이루어지는 모든 시간 동안 어떠한 3kHz 밴드 내에서도 +8dBm을 넘지 않아야 함

치가 <표 8>에 나와 있으며 측정항목은 발사 대역폭, 출력전력, 스퓨리어스 발사 및 전력 스펙트럼 밀도 등으로 이루어져 있다.

가. 발사대역폭의 측정

<표 8>에서의 기준치 중 6dB 대역폭은 발사의 최대치로부터 6dB 낮은 전력에서의 대역폭을 나타내며 이는 전체 전력이 차지하는 비율이 99%인 대역폭을 의미하는 우리나라의 점유주파수대역폭과는 의미가 조금 다르다. 측정은 스펙트럼 분석기를 이용하여 측정하며 측정기의 설정은 <표 9>와 같다.

<표 9> 발사대역폭 측정을 위한 스펙트럼 분석기의 설정

항목	측정설정
분해대역폭	100kHz
스캔	>> 분해대역폭

나. 출력전력의 측정

이 경우의 출력전력은 RF 전도성 전력측정에 해당되며 측정은 적당한 감쇠를 사용하여 송신기의 안테나 단자와 스펙트럼 분석기를 직접 연결하여 측정하거나 파워미터를 이용하여 측정할 수 있다. 스펙트럼 분석기 사용 시 설정은 <표 10>과 같다.

<표 10> 출력전력 측정을 위한 스펙트럼 분석기의 설정

항목	측정설정
분해대역폭	> 발사의 6dB 대역폭

다. 스퓨리어스 발사의 측정

FCC에서는 복사성 스퓨리어스 발사를 규정하고 있는데 이는 CFR 47 part 15.205(a)에서 명시하고 있는 금지대역(restricted band) 내로 발사되는 스퓨리어스 발사를 제한하는 것을 목적으로 한다. 그리고 이러한 금지대역 내로 발사되는 스퓨리어스 발사는 part 15.209(a)에서 명시하고 있는 방사에 의한 발사의 제한치를 반드시 준수하여야 한다. 측정은 스펙트럼 분석기를 이용하며 RF 안테나 전도성 발사와 복사성 발사에 대하여 각각 다른 설정을 가진다.

1) RF 안테나 전도성 발사

RF 안테나 전도성 발사의 측정 시 스펙트럼 분석기를 사용하며 설정은 <표 11>과 같다. 측정 결과 모든 하모닉스는 100kHz 분해대역폭으로 측정할 때 허용대역 내에서 가장 높은 발사 레벨보다 적어도 20dB 이상 낮아야 한다.

<표 11> RF 전도성 발사 측정을 위한 스펙트럼 분석기 설정

항목	측정설정
분해대역폭	100kHz
비디오대역폭	> 분해대역폭
주사(scan)	10번째 하모닉스까지

2) 복사성 발사

part 15.205에 정의하고 있는 금지대역 안으로 떨어지는 하모닉스나 기타 발사에 적용하고 최대 허용 가능한 평균 전계강도는 part 15.209에 나와 있다. 이 측정을 위해서는 프리엠프(고역통과필터도 가능)가 필요하다. 1GHz 이상의 주파수에 대하여 복사성 불요발사의 측정을 하기 위한 스펙트럼 분석기의 설정은 <표 12>와 같다.

<표 12> 복사성 발사 측정을 위한 스펙트럼 분석기 설정

항목	측정설정
분해대역폭	1MHz
비디오대역폭	10Hz
소인방식	자동

만일 발사가 펄스의 형태이면 위의 설정을 이용하여 장비설정을 연속 동작이 가능하도록 수정하고 적당한 duty-cycle의 계산을 통해 유도된 침두-평균 보정인자를 빼줌으로써 눈금값을 교정한다.

라. 전력 스펙트럼 밀도의 측정

전력 스펙트럼 밀도는 통과 대역 안으로 발사의 침두가 들어올 수 있게 확대하고 스펙트럼 분석기를 <표 13>과 같이 설정하여 측정한다.

<표 13> 전력 스펙트럼 밀도 측정을 위한 스펙트럼 분석기의 설정

항목	측정설정
분해대역폭	3kHz
비디오대역폭	> 분해대역폭
소인	스팬/3kHz(예, 스패이 1.5MHz인 경우 소인시간은 $1.5 \times 10^6 / 3 \times 10^3 = 500$ 초가 된다)

만일 측정 중 사용된 외부 감쇠량이 있으면 측정 결과에 반영하고 전력 스펙트럼 밀도 측정절차의 수정이 필요한 경우 아래의 절차를 따른다.

- 스펙트럼 라인의 간격이 3kHz를 초과하는 장비에 대하여는 수정이 필요하지 않다.

- 스펙트럼 라인의 간격이 3kHz 이하인 장비에 대하여는 각각의 라인이 분해될 때까지 분해대역폭을 3kHz 이하로 줄여야 한다. 적합성의 여부를 판단하기 위해 측정된 데이터를 3kHz 대역 내에 있는 모든 개개의 스펙트럼 라인 전력을 합산하여 3kHz로 정규화 한다.
- 스펙트럼 분석기상에서 스펙트럼 라인이 분해되지 않을 경우, 대부분의 스펙트럼 분석기상의 잡음밀도기능은 직접 1Hz의 잡음전력대역폭에 정규화된 잡음전력밀도를 측정한다. 3kHz로 보정하기 위해 30dB를 더한다.
- 위의 모든 방법이 실패하거나 측정의 정확성과 관련하여 모순된 점이 발견되었으며 정확한 측정을 위한 다른 대안이 없는 경우, HP 89440A 벡터 신호분석기를 이용하여 마지막 측정을 행한다.

3. 유럽

ETSI EN 300 328-1은 2.4GHz ISM 대역에서 스펙트럼확산방식을 사용하는 데이터 전송용 장비에 대한 기술기준을 규정하고 있다[4]. 이 중 직접 열확산방식을 사용하는 무선기기에 대한 기술기준은 <표 14>와 같다.

<표 14>에서 실효복사전력은 송신기의 총 전력을 의미하고 침두 전력 밀도는 전력 포락선 내에서 송신기에 의해 생성된 헤르츠 당 전력의 가장 큰 순시레벨을 의미한다. 그리고 주파수 범위는 신호의 전력밀도가 -80dBm/Hz로 떨어지는 주파수의 폭을 의미하며 전력 포락선에 의해 점유된 가장 높은 주파수와 가장 낮은 주파수에 의하여 결정된다. 스푸리어스 발사의 기준치를 살펴보면 광대역 발사의 기준치는 스펙트럼 전력밀도로 표시되어 있는데 이는 협대역 발사를 분해대역폭 100kHz로 측정할 때 100kHz를 Hz 단위로 환산하면 -50dB의 차이가 발생하므로 결국은 협대역 발사의 기준치가 동일한 것이 됨을 알 수 있다.

가. 실효복사전력의 측정

실효복사전력의 측정은 전도성 및 복사성 측정에

<표 14> 유럽의 기술기준 및 측정항목

측정 항목	기준치		
실효 복사 전력	-10dBW(100mW) 이하		
첨두 전력 밀도	-20dBW(10mW)/MHz		
주파수 범위	2400<f<2483.5MHz		
스푸리어스 발사	협대역 스푸리어스 발사에 대한 기준치		
	주파수 범위	동작 시 기준치	대기 시 기준치
	30MHz≤f≤1GHz	-36dBm	-57dBm
	1GHz<f≤12.75GHz	-30dBm	-47dBm
	1.8GHz≤f≤1.9GHz 5.15GHz≤f≤5.3GHz	-47dBm	-47dBm
	광대역 스푸리어스 발사에 대한 기준치		
	주파수 범위	동작 시 기준치	대기 시 기준치
	30MHz≤f≤1GHz	-86dBm/Hz	-107dBm/Hz
	1GHz<f≤12.75GHz	-80dBm/Hz	-97dBm/Hz
	1.8GHz≤f≤1.9GHz 5.15GHz≤f≤5.3GHz	-97dBm/Hz	-97dBm/Hz

적용된다. 복사성 측정의 경우는 측정장을 이용하여 측정하고 전도성 측정의 경우 송신기를 적절한 감쇠기를 통하여 측정장비에 연결한 후 RF 전력을 측정한다. 측정 절차는 다음과 같다.

송신기의 출력을 다이오드 검파기에 연결한 후 다시 다이오드 검파기의 출력을 오실로스코프의 수직 채널에 연결한다. 이 때 측정된 송신기의 duty cycle을 x로 기록한다. 송신기의 평균출력전력을 RF 전력미터를 이용하여 측정하고 이 값을 A(dBm)로 기록한다. 위에서 구한 x와 A 값을 이용하여 식 (2)에 따라서 등가등방복사전력(e.i.r.p) P를 구하고 <표 14>에서 정의된 실효복사전력의 기준치를 초과하지 않아야 한다.

$$P = A + G + 10\log(1/x) \quad (2)$$

여기서 G는 안테나 이득이다.

나. 첨두 전력밀도의 측정

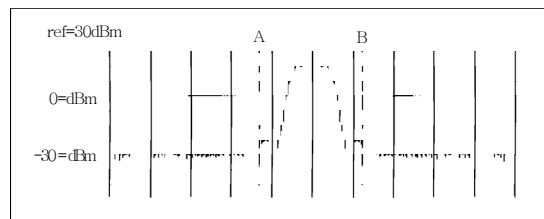
첨두 전력밀도의 측정은 동작 시간이 10μ 이상인 수협기기에 대하여 이루어지며 스펙트럼 분석기와 전력측정기를 이용하여 이루어진다. 먼저 수협기기를 스펙트럼 분석기에 연결하여 전력 포락선 내의 가장 큰 출력전력이 존재하는 주파수를 찾는다. 이때의 스펙트럼 분석기의 설정은 <표 15>와 같다. 그 다음 스펙트럼 분석기의 중심주파수를 최대 출력이 존재하는 주파수로 설정하고 스캔을 0Hz로 설정 후 전력측정기를 스펙트럼 분석기의 IF 출력단에 연결하여 첨두 전력밀도를 측정한다.

<표 15> 첨두 전력밀도 측정 시 주파수 탐색을 위한 스펙트럼 분석기의 설정

항목	측정 설정
중심주파수	수협기기의 동작주파수
분해대역폭	MHz
비디오대역폭	분해대역폭과 동일
검파모드	파지티브 피크
스캔	스펙트럼폭의 3배
표시모드	맥스 홀드
averaging	없음

다. 주파수 범위의 측정

주파수 범위를 측정하기 위하여 스펙트럼 분석기를 최소 50개의 스위프를 가진 video average 모드로 설정한다. (그림 5)처럼 스펙트럼 분석기에 표시되는 수협기기의 방사로부터 스펙트럼 전력 밀도가 80dBm/Hz 만큼 떨어지는 가장 낮은 주파수와 가장 높은 주파수를 선택한다. 이때 가장 높은 주파수와 가장 낮은 주파수간의 차이가 주파수 범위에 해당된다.



(그림 5) 전력 포락선의 최대 및 최소 주파수 측정



라. 스푸리어스 발사의 측정

스푸리어스 발사의 측정은 협대역 발사와 광대역 발사로 구분되어 있으며 그 기준은 분해대역폭을 30kHz로 좁혔을 때 레벨의 변화가 2dB 이하인 것은 협대역 발사로, 그 이상인 것은 광대역 발사로 정의하고 있다. 측정은 스펙트럼 분석기를 이용하며 설정은 <표 16>과 같다.

<표 16> 스푸리어스 발사 측정을 위한 스펙트럼 분석기 설정

항목	측정 설정
분해대역폭	100kHz
비디오대역폭	분해대역폭과 동일
검파모드	파지티브 피크
스팬	100MHz
소인시간	1초
averaging	없음

수험기기의 주 스펙트럼이 스펙트럼 분석기의 입력회로를 포화시켜 실제 존재하지 않는 스푸리어스 신호가 분석기 화면에 나타날 수 있다. 이러한 경우 입력 감쇠량을 10dB 증가시켜서 실제 존재하지 않는 스푸리어스 신호가 사라진다면 이는 실제 발사되는 스푸리어스 신호가 아니며 위 방법을 통해서 실제신호와 구별할 수 있다.

III. 결론

전파이용 수요의 증가는 각종 무선기기의 범람을 초래하여 전파이용의 효율을 저하시키고 있다. 따라서 무선기기의 측정방법에 대한 기술적 검토는 다양한 무선기기 시스템의 성능과 품질을 일정한 규정에

따라 기술적으로 평가하여 원활한 통신과 양질의 서비스를 제공하도록 유도하는 제도적 장치로서 전파 관련 산업의 기술 향상과 경쟁력 확보에 효과적일 것이다. 이러한 관점에서 본 고에서는 직접열확산방식을 사용하는 무선기기의 성능과 품질을 평가하기 위하여 우리나라의 기술기준을 바탕으로 하여 유럽, 일본 및 미국의 기술기준 및 측정방법을 비교 검토하였다. 일본의 경우 우리나라 기술기준에서 정하고 있는 항목들과 흡사하며 유럽과 미국의 경우는 기술기준과 측정방법에 있어 상이한 점이 있었다. 본 고에서 검토한 일본, 미국, 유럽의 기술기준과 측정방법을 토대로 하여 국내 무선설비의 기술기준과 측정방법의 수립에 기술적 자료로 활용이 가능하리라 판단된다. 또한 통신장비는 물론 RF 관련 생산업체에서 제품의 표준화 및 기술개발의 자료로서도 활용될 수 있으리라 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] 정보통신부, “방송·해상·항공·전기통신 사업용 외의 기타업무용 무선설비의 기술기준,” 고시 제2001-67호, 2001.
- [2] TELEC, “Characteristic Test Methods for Radio Equipment,” 2001. 3.
- [3] FCC, “Guidance on Measurements for Direct Sequence Spread Spectrum Systems,” public notice, July 12, 1995.
- [4] ETSI, “Electromagnetic Compatibility and Radio Spectrum Matters(ERM): Wideband Transmission Systems; Data Transmission Equipment Operating in the 2.4GHz ISM Band and Using Spread Spectrum Modulation Techniques; Part 1: Technical Characteristics and Test Conditions: EN 300 328-1,” v1.2.2, July 2000.