

● 국립전파연구원공고 제2013-8호

「방송통신기자재등 시험기관의 지정 및 관리에 관한 고시」 제14조에 따라 「전자파적합측정설비의 교정검사 기준 및 방법」을 다음과 같이 개정하여 공고합니다.

2013년 9월 6일

국립전파연구원장

전자파적합측정설비의 교정검사 기준 및 방법

제1조(목적) 이 공고는 「방송통신기자재등 시험기관의 지정 및 관리에 관한 고시(이하 “고시”라 한다) 제14조 제1항 단서조항에서 규정한 국립전파연구원장이 정한 바에 따라 교정검사를 받아야 하는 전자파적합측정설비(이하 “측정설비”라 한다)에 대한 교정검사 기준 및 방법에 관하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

제2조(정의) 이 공고에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. “교정”이라 함은 규정된 조건하에서 기준값 또는 기준이 되는 설비의 값과 측정설비의 측정값을 비교하여 정밀도의 변이를 확인하는 것을 말한다.
2. “교정검사”라 함은 측정설비가 전자파장해방지기준 및 전자파보호기준 시험 규격의 요건에 부합한지 여부를 확인하는 것을 말한다.
3. “안테나인자”라 함은 안테나에 유기되는 전자기장의 입력세기와 안테나에 연결된 부하의 양단에 걸리는 출력전압의 비율이며, 이 경우 안테나인자는 안테나의 실효길이, 부정합 및 전송손실의 효과를 포함하는 것으로 한다.
4. “자유공간 안테나인자”라 함은 외부 구조물 및 기타 반사파의 영향이 없는 자유공간에서의 안테나인자를 말한다.

5. “보정인자”라 함은 전기장 또는 자기장의 세기를 측정하는 전계 및 자계 프로브의 특성으로 전계세기 또는 자계세기의 기준값과 프로브의 측정값의 비를 말한다.
6. “삽입손실”이라 함은 흡수클램프 또는 전자기클램프의 입력값과 출력값의 비를 데시벨로 표시한 것을 말한다.

제3조(교정항목 및 교정검사 기준) ① 측정설비별 교정항목은 다음 각 호와 같다.

1. 안테나 : 자유공간 안테나인자
2. 전계프로브 : KN61000-4-6의 시험장 균일성 측정용 보정인자
3. 자계프로브 : KN61000-4-8의 유도코일 내부의 자기장 측정용 보정인자

4. 흡수클램프 : 삽입손실
5. 전자기클램프 : 삽입손실

② 측정설비별 교정검사 기준은 다음 각 호와 같다.

1. 전계강도를 측정하는 기기 : KN16-1-1
2. 전원 안정화 회로망 : KN16-1-2
3. 결합 · 감결합 회로망 : KN61000-4-6
4. 정전기발생기 : KN61000-4-2
5. 과도전압/버스트 발생기 : KN61000-4-4
6. 서지발생기 : KN61000-4-5
7. 전원전압변동장치 : KN61000-4-11
8. 1 GHz 이상 시험장평가용 안테나 : KN16-1-4

③ 제1항 제1호의 자유공간 안테나인자는 국립전파연구원 전파시험인증센터 안테나교정 야외시험장에서 보유하고 있는 안테나를 기준으로 한다.

④ 제2항 각 호의 측정설비별 교정검사 세부기준은 별표 1과 같다.

- ⑤ 제2항 각 호의 교정검사 기준에도 불구하고 최신의 국제 기준을 적용할 수 있다.

제4조(교정검사 신청) 교정검사를 신청하는 자(이하 “신청인”이라 한다)는 별지 제1호 서식의 교정검사 신청서와 교정하고자 하는 측정설비를 국립전파연구원 전파시험인증센터장(이하 “센터장”이라 한다)에게 제출하고 고시 제23조 제1항 제1호의 수수료를 센터장에게 납부하여야 한다.

제5조(교정검사 실시) 센터장은 제3조의 규정에 따른 교정 또는 교정검사를 실시할 경우 국제적으로 유효성이 인정된 방법을 사용하여야 한다. 다만, 국제적으로 유효성이 인정된 방법이 없거나 실시하기가 곤란한 경우 다음 각 호의 방법에 따라 교정 및 교정검사를 실시할 수 있다.

1. 저명한 학술기관에 공표된 방법
2. 국립전파연구원이 연구 개발한 방법으로서 국내 또는 국외 다른 교정기관과 상호비교 시험에 의하여 유효성이 검증된 방법
3. 제조자가 권고하는 방법

제6조(신청인의 참석) 센터장은 교정검사를 실시함에 있어서 신청인이 요청하는 경우에는 신청인을 참석하게 할 수 있다.

제7조(교정검사 세부절차 및 방법) 제5조의 규정에 따라 교정검사를 실시하기 위한 측정설비별 세부 교정검사 방법은 별표 2와 같다.

제8조(교정검사결과) ① 센터장은 제3조 제1항의 측정설비에 대하여 교정 결과값을 부여해야 한다.

② 센터장은 제3조 제2항의 측정설비에 대하여 결과값 및 해당 기준을 비교하여 적합 및 부적합 여부를 판정해야 한다.

③ 제2항의 적합 및 부적합을 판정함에 있어 전계강도를 측정하는 기기는 제3조 제1항 제1호의 규정에도 불구하고 세부 검사 항목이 기준치를 초과하더라도 총 검사 항목수의 5% 이하이면 적합한 것으로 본다.

제9조(교정검사 성적서) ① 센터장은 교정검사 결과를 별지 제2호 서식의 교정검사성적서(이하 “성적서”라 한다) 및 별지 제3호서식의 교정필증을 신청인에게 발급하여야 한다. 다만, 제8조 제1항에 따른 측정 결과의 이상이 발생한 측정설비 또는 제2항에 따라 부적합으로 판정된 측정설비에 대하여는 교정필증을 발급하여서는 아니된다.

② 제1항에 따라 성적서를 발급받은 자가 분실 등의 사유로 성적서를 재발급 받고자 할 때에는 별지 제4호 서식의 교정검사성적서 재발급 신청서를 센터장에게 제출하여야 한다.

제10조(부적합 보고) 센터장은 제8조 제2항에 따라 검사결과가 부적합으로 판정된 측정설비에 대하여는 국립전파연구원장에게 보고하여야 한다.

제11조(안테나교정 상호비교) ① 국립전파연구원 전파시험인증센터는 안테나 교정 상호비교 측정을 통하여 유효성을 인정받은 기관이 발행한 교정성적서를 제3조 제3항에 따른 기준에 적합한 것으로 본다.

② 제1항에 따른 유효성 확인에 관한 세부사항은 센터장과 대상기관이 별도로 정한 바에 따른다.

부 칙

제1조(시행일) 이 공고는 공고한 날로부터 시행한다.

[별표 1]

측정설비별 교정검사 세부 기준

(제3조 제4항 관련)

1. 전계강도를 측정하는 기기

가. 측정주파수 대역

- 1) B 밴드 : 150 kHz ~ 30 MHz
- 2) C 밴드 : 30 MHz ~ 300 MHz
- 3) D 밴드 : 300 MHz ~ 1 GHz

나. 측정기기 수신모드 : 준첨두치 모드

다. 전압정재파비

- 1) RF 0dB 감쇠 : 2 대 1 이하
- 2) RF 10dB 감쇠 : 1.2 대 1 이하

라. 정현파전압 정확도 : $\pm 2\text{dB}$ 이내

마. 펄스에 대한 응답

- 1) 진폭관계(절대교정) : $\pm 1.5\text{dB}$ 이내
- 2) 반복주파수 응답(상대교정)

펄스반복주파수 (Hz)	밴드별 펄스의 상대등가레벨(dB)			
	A밴드	B밴드	C밴드	D밴드
1000	-	-4.5 ± 1.0	-8.0 ± 1.0	-8.0 ± 1.0
100	-4.0 ± 1.0	0(기준값)	0(기준값)	0(기준값)
60	-3.0 ± 1.0	-	-	-
25	0(기준값)	-	-	-
20	-	$+6.5 \pm 1.0$	$+9.0 \pm 1.0$	$+9.0 \pm 1.0$
10	$+4.0 \pm 1.0$	$+10.0 \pm 1.5$	$+14.0 \pm 1.5$	$+14.0 \pm 1.5$
5	$+7.5 \pm 1.5$	-	-	-
2	$+13.0 \pm 2.0$	$+20.5 \pm 2.0$	$+26.0 \pm 2.0$	$+26.0 \pm 2.0$ *
1	$+17.0 \pm 2.0$	$+22.5 \pm 2.0$	$+28.5 \pm 2.0$	$+28.5 \pm 2.0$ *
독립펄스	$+19.0 \pm 2.0$	$+23.5 \pm 2.0$	$+31.5 \pm 2.0$	$+31.5 \pm 2.0$ *
*표로된 값은 선택사항이며 필수사항은 아님.				

인정출력의 대한 상대적 입력 (dB)

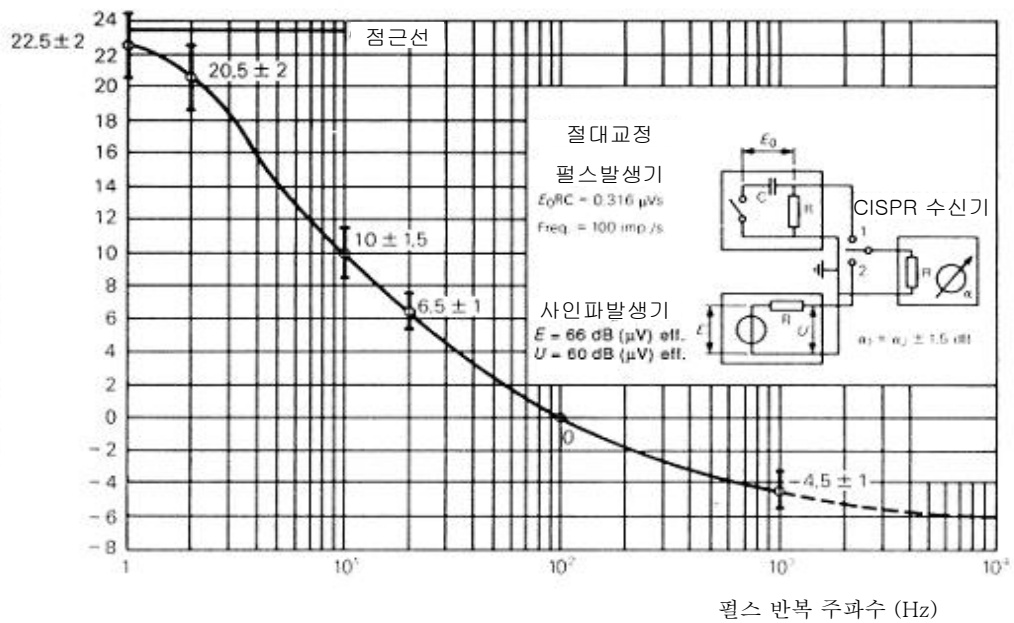


그림 1b - 펄스 응답 곡선 (B 대역)

인정출력의 대한 상대적 입력 (dB)

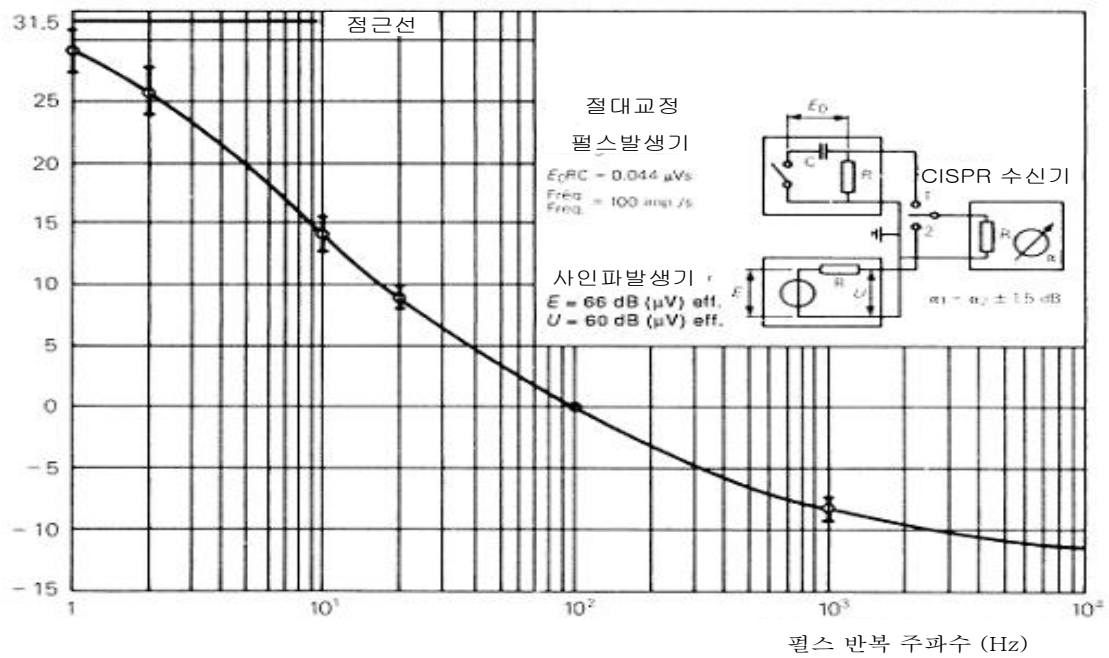
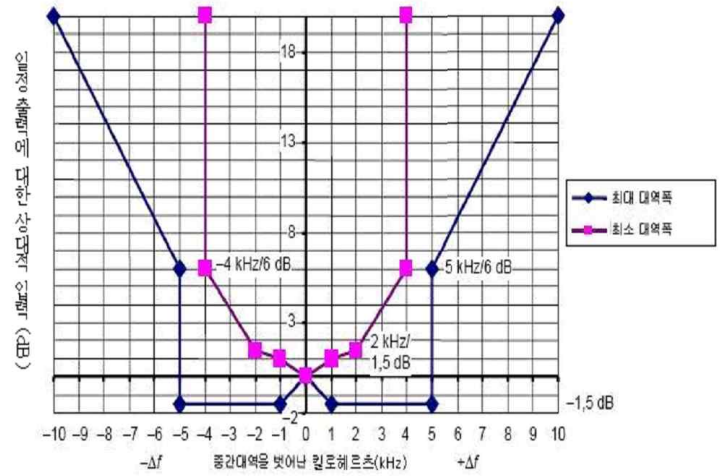


그림 1C - 펄스 응답 곡선 (C 대역과 D 대역)

바. 선택도

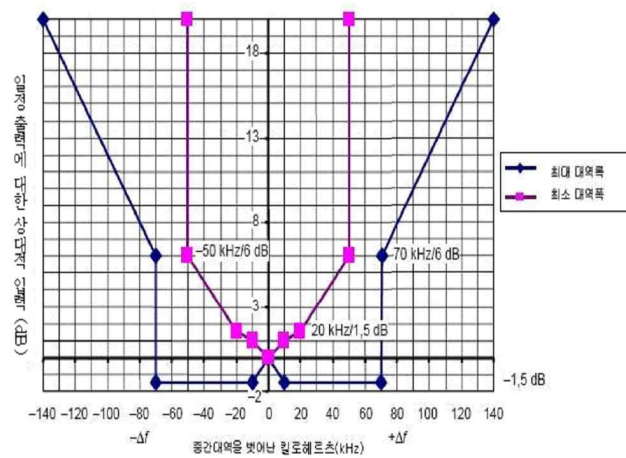
1) B 밴드 : 대역폭 9 kHz, 중심주파수 1MHz

허용편차 (dB)	주파수 오프셋(Hz)
20.0초과	-10.000
18.0초과	-9.000
15.0초과	-8.000
13.0초과	-7.000
10.0초과	-6.000
6.0초과	-5.000
+6.0,-1.5	-4.000
+4.0,-1.5	-3.000
±1.5	-2.000
+1.0,-1.5	-1.000
±0.0	0.000
1.0,-1.5	1.000
±1.5	2.000
+4.0,-1.5	3.000
+6.0,-1.5	4.000
6.0초과	5.000
10.0초과	6.000
13.0초과	7.000
15.0초과	8.000
18.0초과	9.000
20.0초과	10.000



2) C, D 밴드 : 대역폭 120 kHz, 중심주파수 100MHz

허용편차 (dB)	주파수 오프셋(Hz)
20.0초과	-140.000
18.0초과	-130.000
16.0초과	-120.000
14.0초과	-110.000
12.0초과	-100.000
10.0초과	-90.000
7.5초과	-80.000
6.0초과	-70.000
-1.5초과	-60.000
+6.0,-1.5	-50.000
+5.0,-1.5	-40.000
+3.0,-1.5	-30.000
± 1.5	-20.000
+1.8,-1.5	-10.000
± 0.0	0.000
+1.8,-1.5	10.000
± 1.5	20.000
+3.0,-1.5	30.000
+5.0,-1.5	40.000
+6.0,-1.5	50.000
-1.5초과	60.000
6.0초과	70.000
7.5초과	80.000
10.0초과	90.000
12.0초과	100.000
14.0초과	110.000
16.0초과	120.000
18.0초과	130.000
20.0초과	140.000



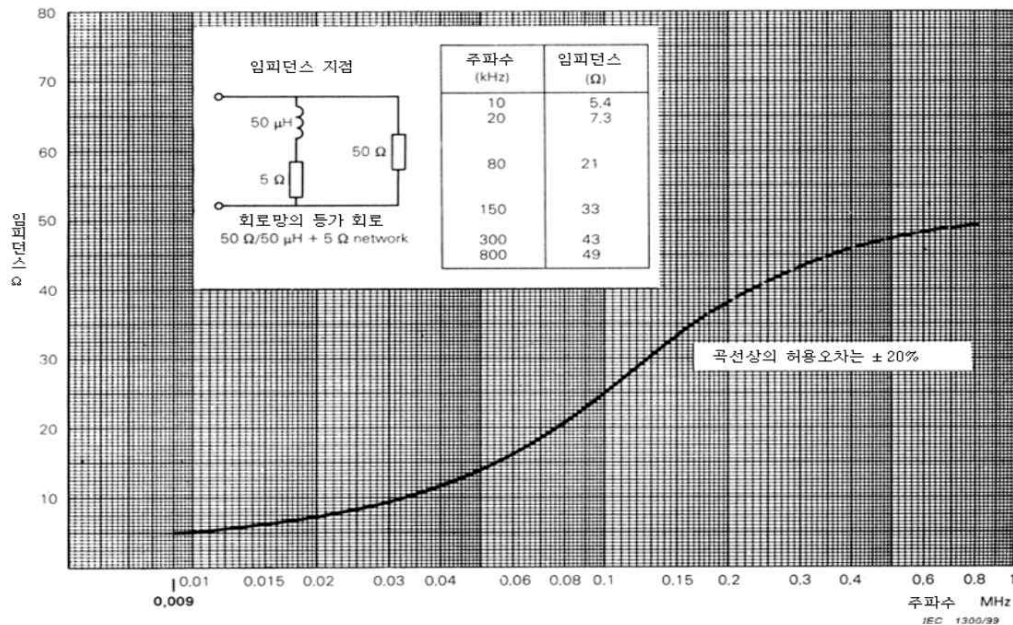
사. 중간주파수 및 영상주파수 제거비 : 40dB 이상

아. 스퓨리어스 감도 : 40dB 이상

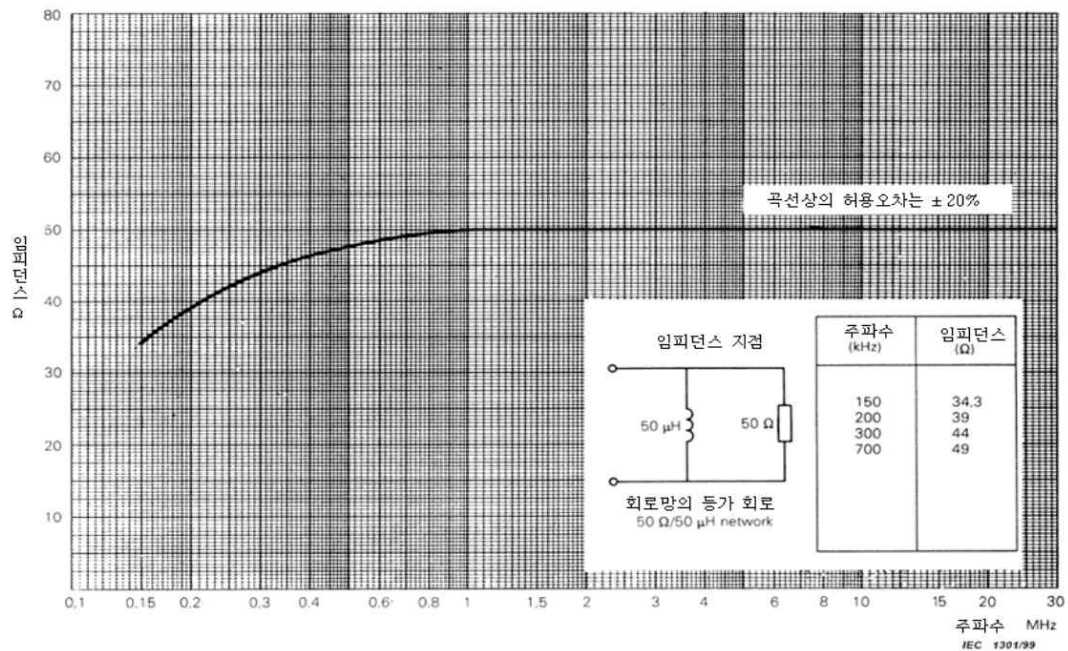
자. 랜덤잡음 : 1dB 이하

2. 전원안정화 회로망

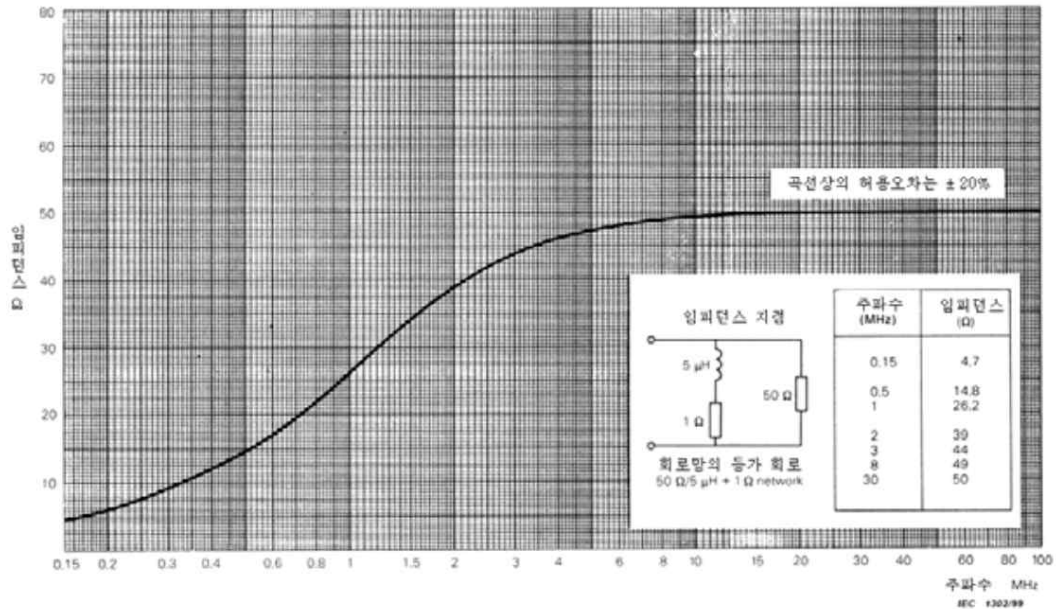
가. $50\Omega/50\mu\text{H} + 5\Omega$ 의사전원 V-회로망(주파수 9kHz ~ 150kHz) : 아래 그림의 주파수 특성에 대한 임피던스를 만족해야 하며 허용오차는 $\pm 20\%$ 이다.



나. $50\Omega/50\mu\text{H} + 1\Omega$ 의사전원 V-회로망(주파수 0.15kHz ~ 100MHz) : 아래 그림의 주파수 특성에 대한 임피던스를 만족해야 하며 허용오차는 $\pm 20\%$ 이다.



다. 50Ω/50μH 의사전원 V-회로망(주파수 150kHz ~ 30MHz) : 아래 그림의 주파수 특성에 대한 임피던스를 만족해야 하며 허용오차는 ±20% 이다.



라. 150Ω 의사전원 V-회로망(주파수 150kHz ~ 30MHz) : 위상각은 20°를 초과하지 않고 150Ω±20Ω의 임피던스이어야 한다.

마. 150Ω 의사전원 Δ-회로망(주파수 150kHz ~ 30MHz) : 두 기기의 포트 사이 및 두 기기 포트와 기준접지 사이의 위상각은 20°를 초과하지 않고 150Ω±20Ω의 임피던스이어야 한다.

3. 결합 감결합 회로망

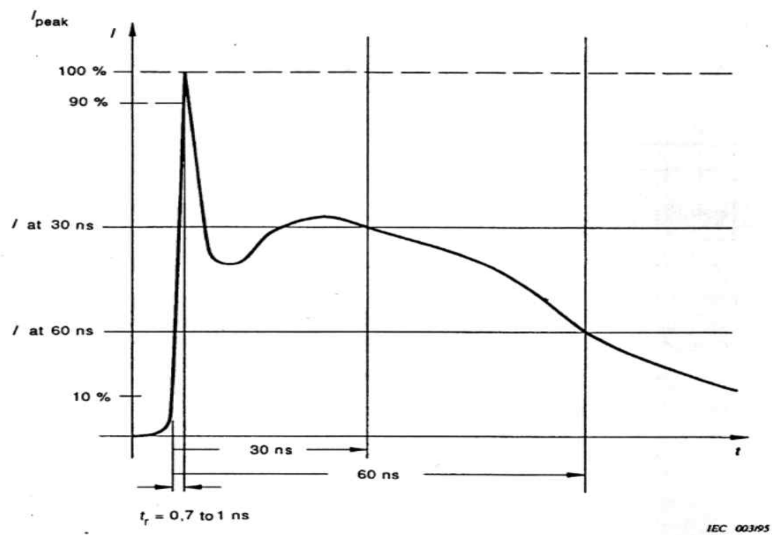
다음 표의 주파수별 임피던스 허용범위를 만족해야 한다.

	주파수 대역	
임피던스	0.15MHz ~ 26MHz	26MHz ~ 80MHz
$ Z_{ce} $	$150\Omega \pm 20\Omega$	$150\Omega \pm \begin{smallmatrix} 60 \\ 20 \end{smallmatrix}\Omega$ (130Ω~210Ω)

4. 정전기 발생기

방전전류의 파형은 다음 표 및 그림에서 주어진 값을 만족해야 한다.

레벨	지시된 전압 [kV]	첫번째 방전첨두전류 $\pm 10\%$ [A]	방전스위치에서 상승시간 t_r [ns]	30ns에서 전류 $\pm 30\%$ [A]	60ns에서 전류 $\pm 30\%$ [A]
1	2	7.5	0.7부터 1	4	2
2	4	15	0.7부터 1	8	4
3	6	22.5	0.7부터 1	12	6
4	8	30	0.7부터 1	16	8



5. 과도전압/버스트 발생기

가. 출력전압범위

- 1) 1000Ω : 최소 0.25kV에서 4kV
- 2) 50Ω : 최소 0.125kV에서 2kV

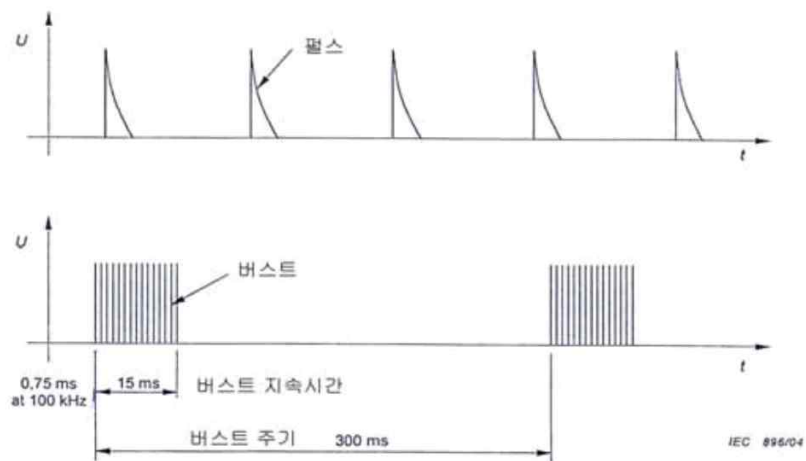
나. 버스트의 반복주파수

- 1) $5\text{kHz} \pm 20\%$
- 2) $100\text{kHz} \pm 20\%$

다. 버스트의 지속시간

- 1) 5kHz : $15\text{ms} \pm 20\%$
- 2) 100kHz : $0.75\text{ms} \pm 20\%$

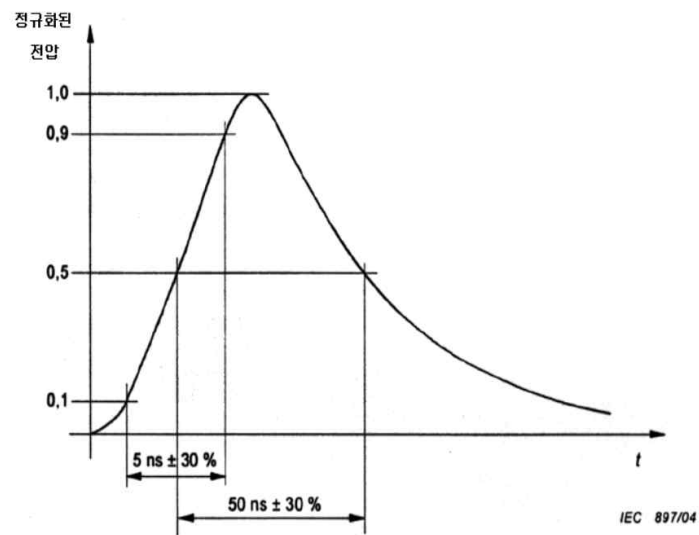
라. 버스트의 주기 : $300\text{ms} \pm 20\%$



마. 단일 펄스의 파형

- 1) 상승시간 $t_r = 5\text{ns} \pm 30\%$
- 2) 지속시간 $t_d(50\%에서) = 50\text{ns} \pm 30\%$
- 3) 최대전압

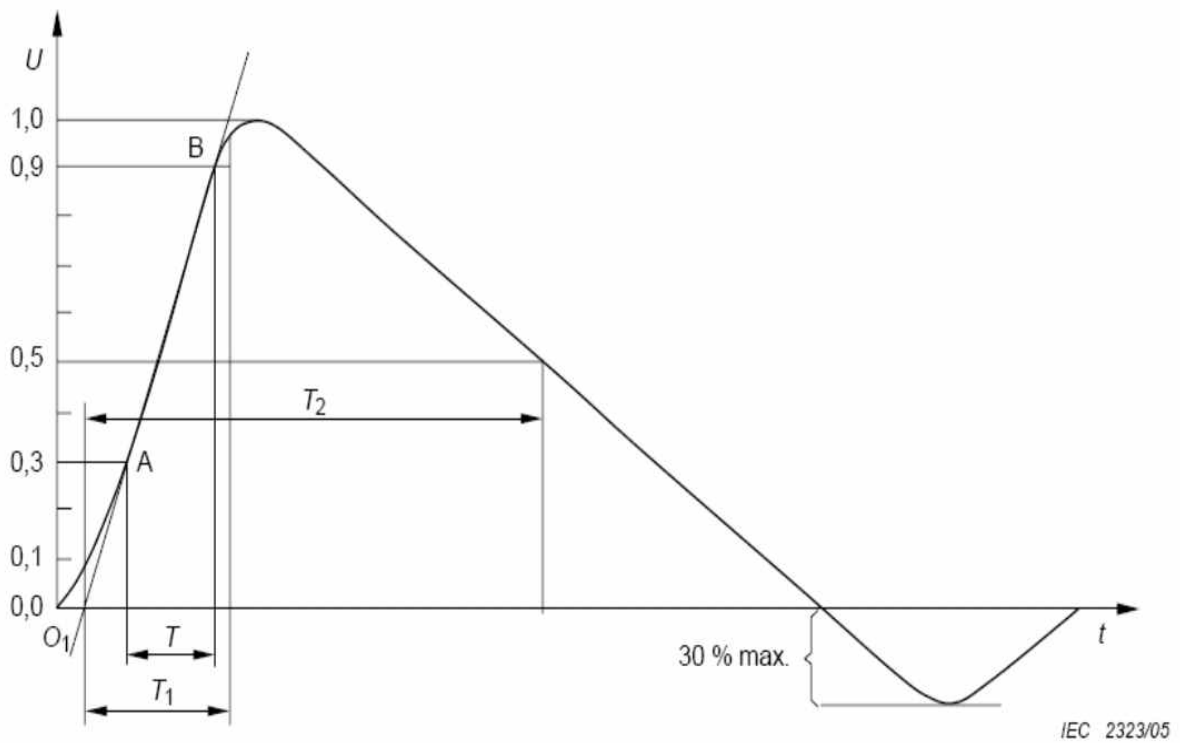
설정전압 [kV]	V_p (개방회로) [kV]	$V_p(1000\Omega)$ [kV]	$V_p(50\Omega)$ [kV]	버스트 반복주파수 [kHz]
0.25	0.25	$0.24 \pm 20\%$	$0.125 \pm 10\%$	5kHz 또는 100kHz
0.5	0.5	$0.48 \pm 20\%$	$0.25 \pm 10\%$	5kHz 또는 100kHz
1	1	$0.95 \pm 20\%$	$0.5 \pm 10\%$	5kHz 또는 100kHz
2	2	$1.9 \pm 20\%$	$1 \pm 10\%$	5kHz 또는 100kHz
4	4	$3.8 \pm 20\%$	$2 \pm 10\%$	5kHz 또는 100kHz



6. 서지발생기

가. 1.2/50 μ s 서지전압 발생장치

개방회로 침투전압 $\pm 10\%$	전반시간 [μ s]	반치시간 [μ s]
0.5kV	$1.2 \pm 30\%$	$50 \pm 20\%$
1.0kV		
2.0kV		
4.0kV		

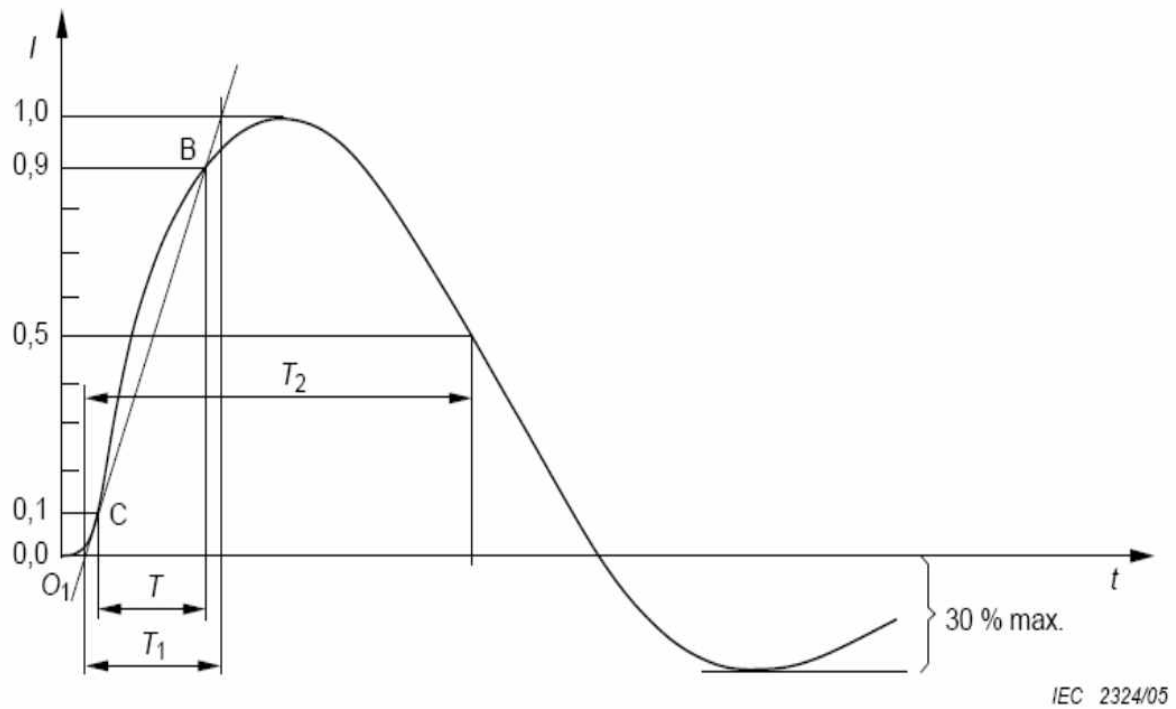


전반시간 : $T_1 = 1.67 \times T = 1.2\mu s \pm 30\%$

반치시간 : $T_2 = 50\mu s \pm 20\%$

나. 8/20 μ s 서지전류 발생장치

개방회로 첨두전압 $\pm 10\%$	전반시간 [μ s]	반치시간 [μ s]
0.25kA	$8 \pm 30\%$	$20 \pm 20\%$
0.5kA		
1.0kA		
2.0kA		

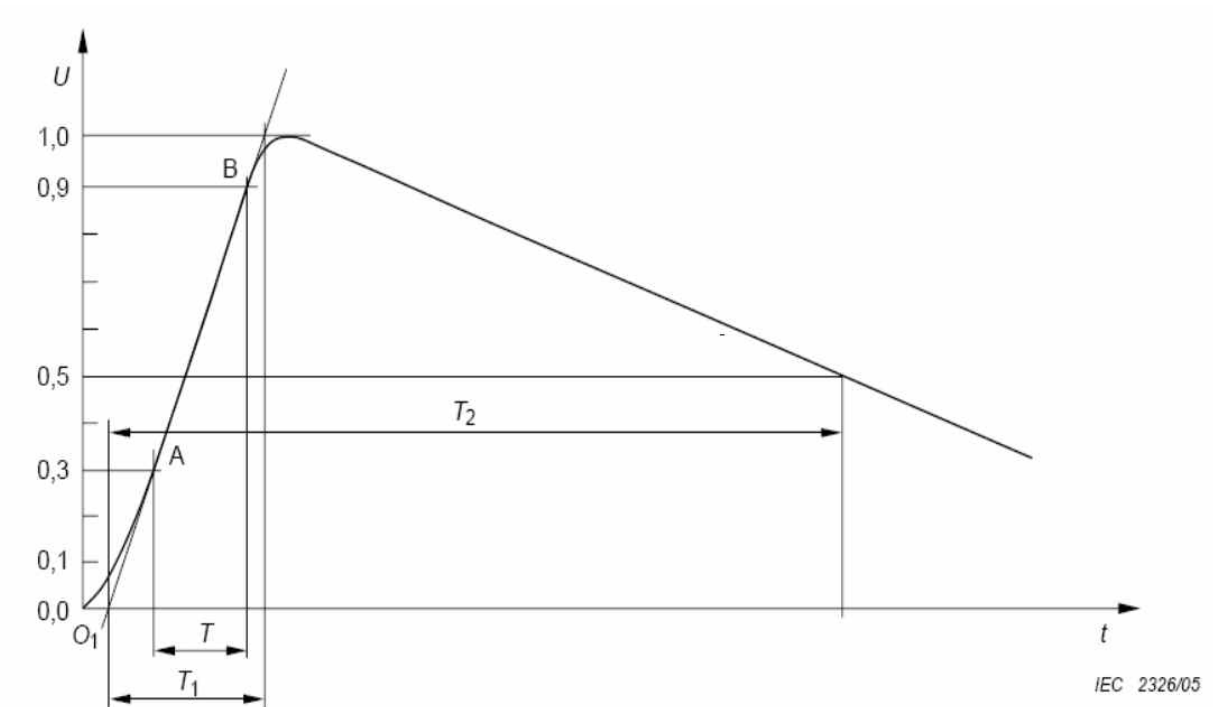


전반시간 : $T_1 = 1.25 \times T = 8\mu s \pm 20\%$

반치시간 : $T_2 = 20\mu s \pm 20\%$

다. 10/700 μ s 통신용 서지전압 발생장치

개방회로 첨두전압 $\pm 10\%$	전반시간 [μ s]	반치시간 [μ s]
0.5kV	$10 \pm 30\%$	$700 \pm 20\%$
1.0kV		
2.0kV		
4.0kV		

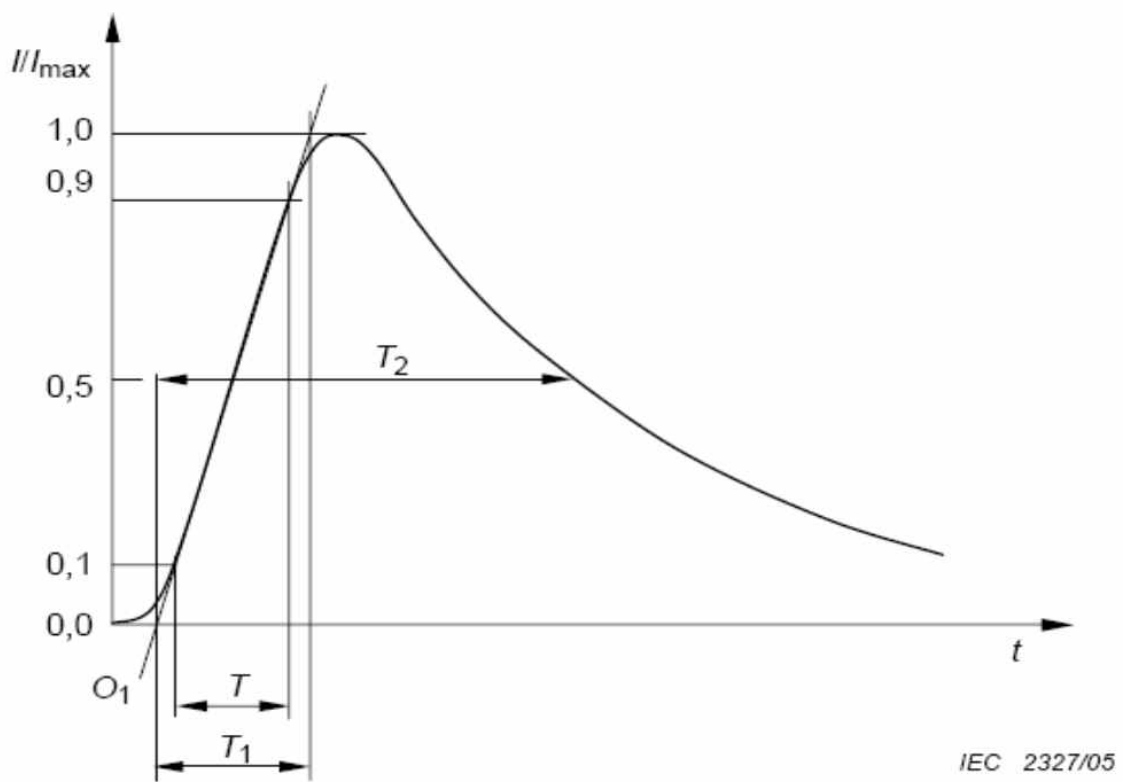


전반시간 : $T_1 = 1.67 \times T = 10 \mu s \pm 30\%$

반치시간 : $T_2 = 700 \mu s \pm 20\%$

라. 5/320 μ s 서지전류 발생장치

개방회로 첨두전압 $\pm 10\%$	전반시간 [μ s]	반치시간 [μ s]
12.5kA	$5 \pm 20\%$	$320 \pm 20\%$
25kA		
50kA		
100kA		



전반시간 : $T_1 = 1.25 \times T = 5\mu s \pm 20\%$

반치시간 : $T_2 = 320\mu s \pm 20\%$

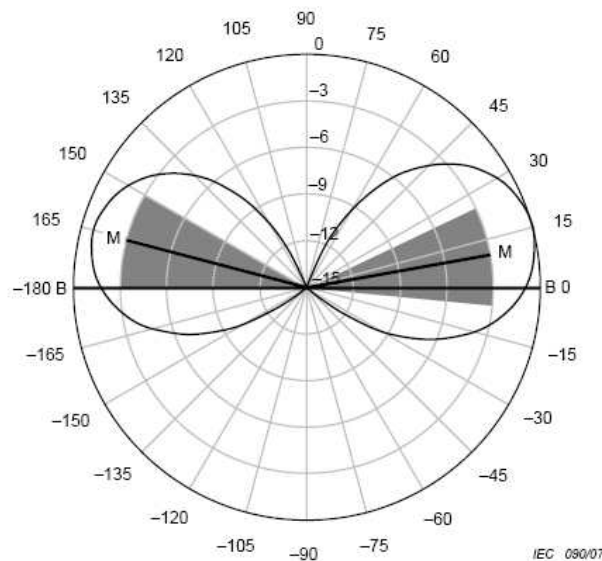
7. 전원전압변동장치

시험레벨[% U_T]	전압강하와 순간정전[% U_T]	허용범위[%]
0	100	$\pm 5\%$
40	60	
70	30	

8. 1 GHz 이상 대역 시험장평가용 안테나

가. E평면 복사 패턴

- 1) 각 패턴의 오른쪽과 왼쪽에 대하여 주 로브 방향을 선정한다. 이를 M이라 한다. M은 각각 $0^\circ \pm 15^\circ \sim 180^\circ \pm 15^\circ$ 사이에 있어야 한다.
- 2) 진폭이 $\pm 15^\circ$ 에 대하여 -3 dB 이하인 패턴의 양쪽에서 주 로브 방향과 대칭인 “금지 영역”을 그린다.
- 3) E평면 패턴이 금지 영역에 들어가서는 안된다.



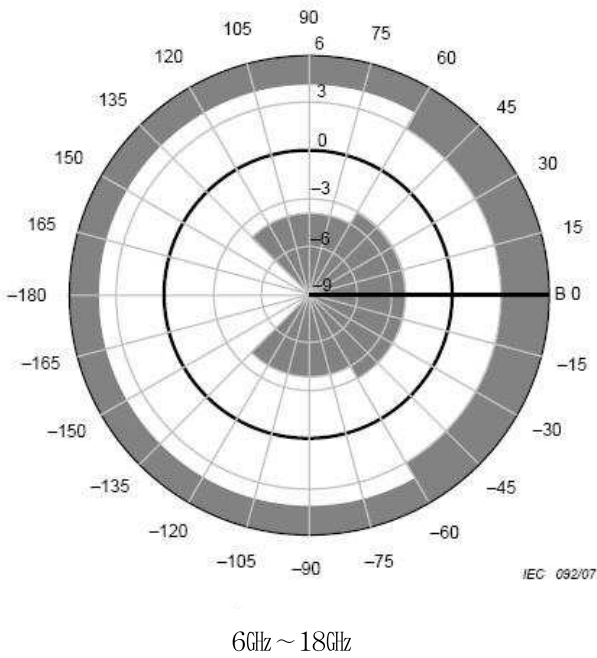
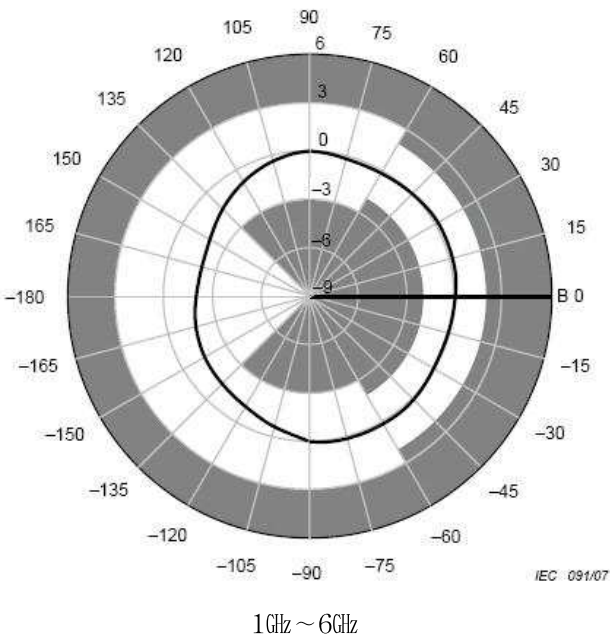
송신안테나 E평면 복사패턴

나. H평면 복사 패턴

- 1) $\pm 135^\circ$ 범위에서 복사 패턴 데이터(dB)의 평균을 구한다(0° 는 기준방향각이다). 이 패턴 데이터의 최대 회전 step 크기는 주파수 1 GHz~6 GHz 범위에서는 5° 이고, 6 GHz~18 GHz 범위에서는 1° 이다.

2) 이 패턴은 $\pm 135^\circ$ 의 평균치에서 다음의 편차를 초과하지 않아야 한다.

각 범위	1 GHz ~ 6 GHz	6 GHz ~ 18 GHz
$-60^\circ \sim 60^\circ$	$\pm 2 \text{ dB}$	$\pm 3 \text{ dB}$
$-60^\circ \sim -135^\circ, 60^\circ \sim 135^\circ$	$\pm 3 \text{ dB}$	$\pm 4 \text{ dB}$
$-135^\circ \sim -180^\circ, 135^\circ \sim 180^\circ$	+ 3 dB 미만	+ 4 dB 미만



송신안테나 H평면 복사패턴

[별표 2]

측정설비별 세부 교정검사 방법
(제7조 관련)

1. 안테나의 교정

가. 목적

본 교정절차는 고시에서 규정하는 전자파적합 측정설비 중 전자파장해 방사파를 측정하기 위하여 사용하는 안테나의 안테나인자 및 안테나 이득을 야외시험장에서 교정하는 방법 및 절차에 그 목적을 두고 있다.

나. 적용 범위

1) 측정량

- 가) 자유공간 또는 준자유공간 안테나 인자 및 이득
- 나) 1m, 2m, 3m 높이 안테나 인자 및 이득
- 다) 기타 높이의 안테나 인자 및 이득

2) 주파수 범위 및 대상 안테나

- 가) 30MHz ~ 1GHz : 다이폴안테나, 바이코니칼 안테나, 대수주기 안테나, 바이로그 안테나
- 나) 1GHz ~ 18GHz : 혼안테나 류

다. 사용하는 교정방법

본 공고에서 안테나 교정에 사용하는 방법은 아래와 같다.

- 표준시험장법(ANSI C63.5-2006)
- 높이스캐닝균법(Height Scanning Averaging Method)
- 국립전파연구원 표준안테나법(Radio Research Agency Standard Antenna Method)

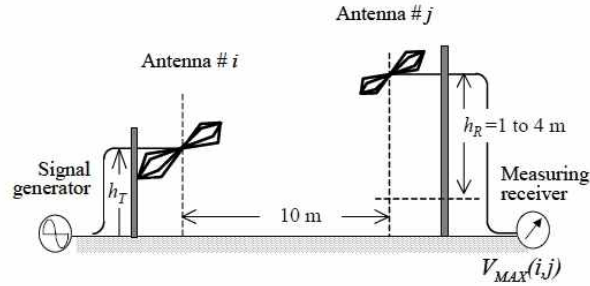
1) 표준시험장법

가) 측정구성 및 기본 방정식

① 측정구성

교정대상 안테나 1개 및 기준 안테나 2개로 구성된 안테나 A, B 및 C에 대하여 3개의

안테나 쌍 (i, j) ≡ (A, B), (B, C), (C, A)으로 구성하고 각 쌍에 대하여 (그림 1-1)처럼 구성한다. 여기서 i는 송신, j는 수신 안테나 이다.



(그림 1-1) 표준시험장법의 구성

② 기본 방정식

$$\begin{aligned} AF_A &= 10\log f_M - 24.46 + 1/2(E_D^{\max} + A_{AB} - A_{BC} + A_{CA}) \\ AF_B &= 10\log f_M - 24.46 + 1/2(E_D^{\max} + A_{BC} - A_{CA} + A_{AB}) \\ AF_C &= 10\log f_M - 24.46 + 1/2(E_D^{\max} + A_{CA} - A_{AB} + A_{BC}) \end{aligned} \quad (1-1)$$

여기서

$AF_{A,B,C}(\text{dB/m})$: 안테나 1, 2 및 3의 안테나 인자

$A_{AB,BC,CA}(\text{dB})$: 안테나 쌍 (A, B), (B, C), (C, A) 사이의 삽입 손실

$f_M(\text{MHz})$: MHz 단위의 주파수

$E_D^{\max}(\text{dB}\mu\text{V/m})$: 수신안테나를 1~4m 스캔할 때 수신되는 최대 전계강도

③ E_D^{\max} 의 정의

그림 (1-2)의 구조에서 수평편파에 대해 안테나 사이의 직접파와 시험장 금속 바닥면의 반사파의 합성 전계강도는 다음과 같다.

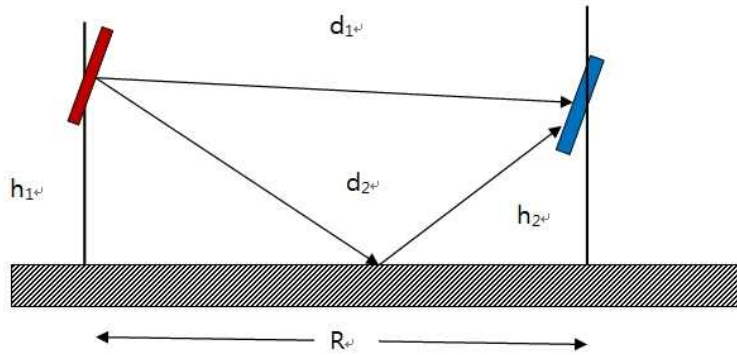
$$E_{DH} = 49.2^{1/2} \times \{d_2^2 + d_1^2 + 2 \times d_1 \times d_2 \times \cos[(2\pi/\lambda) \times (d_2 - d_1)]\}^{1/2} / (d_1 \times d_2) \quad (1-2)$$

여기서

λ : 파장

$$d_1^2 = R^2 + (h_1 - h_2)^2$$

$$d_2^2 = R^2 + (h_1 + h_2)^2$$



(그림 1-2) E_D^{\max} 계산을 위한 안테나 기하구조

다이폴안테나, 바이코니칼 안테나, 대수주기 안테나 및 바이로그 안테나에 대하여 E_D^{\max} 는 수신 안테나의 스캔범위 $h_2^{\min} \leq h_2 \leq h_2^{\max}$ 에서 E_{DH} 의 최대값으로 정의되고 전송안테나가 2m 일 때 주파수별 E_D^{\max} 값은 표 [1-1]에서 예시 하였다.

[표 1-1] 30MHz-1GHz 대역에서 E_D^{\max} =(전송안테나 2m, 수신안테나 1-4m 스캔)

주파수 [MHz]	E_D^{\max} [dB μ V/m]
30	-4.76
35	-3.56
40	-2.55
45	-1.69
50	-0.95
60	0.24
70	1.09
80	1.69
90	2.05
100	2.21
120	2.39
140	2.49
160	2.56
180	2.60
200	2.63
250	2.68
300	2.71
400	2.71
500	2.57
600	2.63
700	2.67
800	2.69
900	2.71
1000	2.72

혼 안테나에 대한 E_D^{\max} 는 다음의 식 (1-3) 같이 정의 되며, $R=3m$ 일 때 그 값은 표 [1-2]에서 예시 한다.

$$E_D^{\max} = 10 \times \log 49.2 - 20 \times \log R = 16.9 - 20 \times \log R \quad (1-3)$$

[표 1-2] 혼안테나에 대한 E_D^{\max}

	내용
h_1 [m]	≥ 2
h_2 [m]	≥ 2
f_M [GHz]	1 - 40
E_D^{\max} [dB μ V/m]	7.38

나) 측정절차

① 측정시스템 예열

신호발생기, 증폭기 또는 예비증폭기 및 측정용 기기 등은 장비의 제조자가 지정한 시간 만큼 예열한다.

② 케이블 등의 정규화 : V_{direct} 측정

수신 및 송신용 케이블 각각에 감쇠기를 달고 어댑터를 이용하여 직접 연결한 후 V_{direct} 를 측정 기록한다. 이러한 케이블-케이블 직접 연결 측정은 시험장의 온도차가 5°C 이상이면 언제든지 반복해서 측정해야 한다.

③ 측정을 위한 설치

(그림 1-1)과 같이 측정 거리, 전송안테나의 높이 및 주파수를 선택하고 첫 번째 안테쌍으로서 안테나 1과 2를 케이블과 연결하고 신호를 출력하는 전송안테나와 신호를 측정하는 스펙트럼분석기 또는 수신기에 감쇠기를 부착한다.

④ V_{site} 측정

측정기기가 최대 수신 신호를 수신하도록 주파수를 동조시키고 수신안테나의 높이를 최대수신신호가 되도록 1m ~ 4m 사이를 스캔하여 그때의 수신기가 지시하는 값이 V_{site} 이다. 최대 수신 신호는 주위 잡음과 바닥 잡음보다 적어도 16dB 이상이 되는지 확인한다.

⑤ 시험장 감쇠량 A_{12} 계산

절차 ②의 케이블-케이블 직접 연결하여 측정한 V_{direct} 에서 절차 ④의 안테나-안테나에 대한 V_{site} 값을 뺀으로서 시험장 감쇠량 $A_{12} = V_{\text{direct}} - V_{\text{site}}$ 를 얻는다.

⑥ 주파수 바꿈

주파수를 바꾸어 과정 ②에서 과정 ⑤를 반복한다.

⑦ 안테나 쌍 바꿈

모든 주파수에 대하여 측정이 완료되면 나머지 안테나 쌍 (2, 3) 및 (3, 1)에 대해서 과정 ②에서 과정 ⑥를 반복하여 시험장 감쇠량 A_{23} 과 A_{31} 을 얻는다.

⑧ 안테나인자 AF 산출

방정식 (1-1)과 E_D^{max} 의 계산값 또는 [표 1-1]에서 주어진 값을 이용하여 각 측정주파수에 대한 안테나 인자를 계산한다.

⑨ 바이코니칼 안테나 보정값

바이코니칼 안테나에 대한 자유공간 안테나 인자 산출은 ANSI C63.5에서 제시한 보정값을 적용하여 산출한다.

⑩ 혼안테나 측정

혼안테나의 경우 ④의 절차 중 수신안테나의 스캔은 하지 않으며 송신 및 수신 안테나를 같은 높이로 고정하고 측정하고 E_D^{max} 는 방정식 (1-3)을 이용하여 안테나인자를 계산한다.

⑪ 네트워크 분석기를 이용한 측정

네트워크분석기를 이용하는 경우 절차 ②의 케이블 정규화는 네트워크분석기 캘리브레이션 절차와 동등하며 절차 ⑤의 A_{12} 는 네트워크분석기 s-파라미터의 S_{12} 와 등가이다.

※ 위의 절차는 표준시험장법에서 규정하는 절차의 큰 틀을 깨지 않는 범위에서 측정자의 편의에 따라 순서 등 변화를 줄 수 있다.

다) 측정불확도

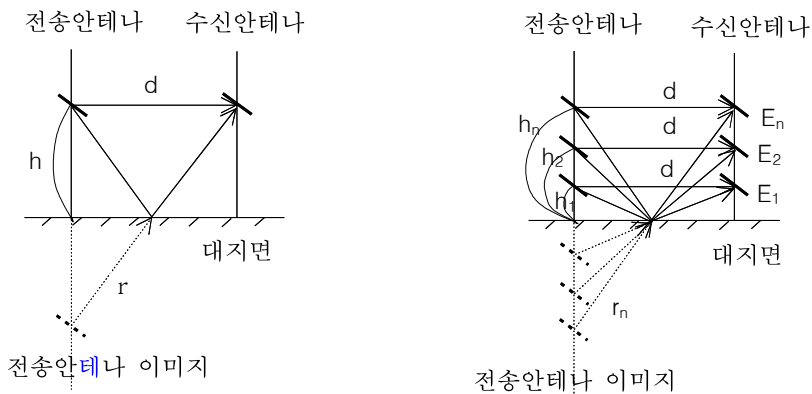
불확도 요인	기호	확률분포	나눔인자
스펙트럼분석기 상대진폭 정확도	U_A^{SpA}	직각분포	$\sqrt{3}$
주파수스윙의 스펙트럼분석기 스펙트럼 정확도	U_f^{SpA}	직각분포	$\sqrt{3}$
pre-scan 없는 이산주파수법의 주파수 정확도	$U_f^{noprescan}$	직각분포	$\sqrt{3}$
pre-scan 있는 이산주파수법의 주파수 정확도	$U_f^{w/prescan}$	직각분포	$\sqrt{3}$
신호발생기 진폭 안정도	U_A^{SG}	직각분포	$\sqrt{3}$
신호발생기 주파수 정확도	U_f^{SG}	직각분포	$\sqrt{3}$
증폭기 이득 안정도	U_G^{AMP}	t-분포	2/2.87
케이블 감쇠 변이	U_L^{Cable}	직각분포	$\sqrt{3}$
전송측 부정합	U_{VSWR}^{XMT}	U형분포	$\sqrt{2}$
수신측 부정합	U_{VSWR}^{RCV}	U형분포	$\sqrt{2}$
시험장 불완전성 및 시스템 반복도	$U_{Site\&System}$	t-분포	2/2.87
안테나 위상 중심 변동	$U^{Phasecenter}$	직각분포	$\sqrt{3}$
안테나 지향성	$U^{directivity}$	직각분포	$\sqrt{3}$
다이폴에 대한 전송패턴 변이	$U^{Pattern}$	직각분포	$\sqrt{3}$
합성불확도	U_C		
확장불확도	U		

2) 높이스캔평균법

높이스캔평균법은 30MHz ~ 1GHz 대역 안테나의 자유공간안테나 인자를 제공한다.

가) 측정개념 및 기본 방정식

① 측정개념



[그림 2-1] 높이스캔평균법 측정 설치(좌) 및 개념(우)

② 기본 방정식

$$\begin{aligned} AF_A &= 10\log f_M - 16 + 1/2(A_{AB} - A_{BC} + A_{CA} + C) \\ AF_B &= 10\log f_M - 16 + 1/2(A_{BC} - A_{CA} + A_{AB} + C) \\ AF_C &= 10\log f_M - 16 + 1/2(A_{CA} - A_{AB} + A_{BC} + C) \end{aligned} \quad (2-1)$$

여기서 C는 [그림 2-1]의 안테나 사이의 직접파와 시험장 바닥 반사파의 합성 향으로 다음과 같이 주어진다.

$$C = 20\log|e^{-jkd}/d - e^{-jkr}/r| \quad (2-2)$$

$A_{ji}(i,j=A, B, C)$ 는 자유공간 감쇠량으로서 [그림 2-1]의 좌측에서처럼 스캔하는 안테나의 최소높이 h_1 과 최고 높이 h_n 사이의 위치 h_1, h_2, \dots, h_n 에서 측정한 시험장 감쇠량 $A_{ji}^1, A_{ji}^2, \dots, A_{ji}^n$ 의 평균값이다.

$$A_{ji} = (\sum A_{ji}^k)/n \quad (2-3)$$

③ 자유공간감쇠량

[그림 2-1]의 좌측과 같이 송수신 안테나를 같은 높이로 설치한 후 [그림 2-1]의 우측과 같이 각각의 높이에서 반사파들은 서로 경로차가 생기고 그에 따른 위상차로 상호 상쇄간섭이 발생하기 때문에 각 높이에서 측정한 전계값을 평균을 하면 반사파가 소멸하고 직접파만 남게되어 자유공간에서 측정하는 것과 등가가 된다. 이렇게 해서 측정한 값이 식 (2-3)의 A_{ji} 가 자유공간감쇠량이다.

④ 자유공간 안테나인자

높이에 따라 스캔하면서 전기장을 측정하여 평균을 취하면 방정식 (2-2)의 두 번째 항인 반사파 향이 사라지고 첫 번째의 직접파 향만 남게 되어 $C = -10\log d$ 가 된다. 그러므로 높이스캔평균법의 자유공간 안테나인자 산출 방정식은 다음과 같이 된다.

$$\begin{aligned} AF_A &= 10\log f_M - 16 + 1/2(A_{AB} - A_{BC} + A_{CA}) - 10\log d \\ AF_B &= 10\log f_M - 16 + 1/2(A_{BC} - A_{CA} + A_{AB}) - 10\log d \\ AF_C &= 10\log f_M - 16 + 1/2(A_{CA} - A_{AB} + A_{BC}) - 10\log d \end{aligned} \quad (2-4)$$

⑤ 스캔 높이 및 측정수

최소 높이에서 반사파의 경로길이 $r_1 = \sqrt{d^2 + h_1^2}$ 과 최대 높이에서 반사파의 경로길이 $r_n = \sqrt{d^2 + h_n^2}$ 의 차가 파장 λ 의 정수배가 되는 높이의 범위 h_1 에서 h_n 까지가 스캔하여 평균을 취하는 범위가 된다.

$$r_n - r_1 = m\lambda (m=1, 2, 3\ldots) \quad (2-5)$$

주파수별 스캔범위는 안테나 사이의 거리가 10m 일 때 다음과 같으며 측정회수는 100 회 이상이다.

- 100MHz 이하 : 1m ~ 9m
- 200MHz 이상 : 1m ~ 4m

스캔 시작 높이가 다르거나 또는 안테나 사이의 거리가 10m가 아닌 경우 스캔범위는 (2-5)에 의하여 계산된 범위로 한다.

나) 측정 절차

① 교정에 필요한 측정시스템

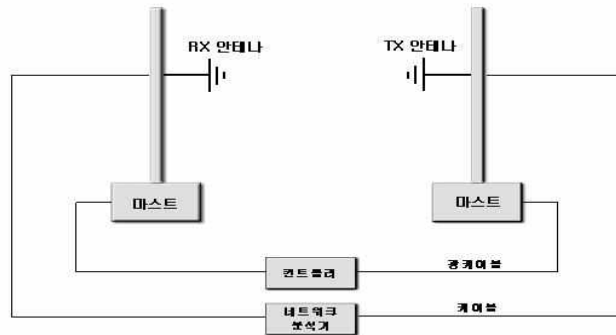
- 평균값 측정기능이 있는 네트워크분석기 : 식 (2-3)의 자유공간감쇠량을 측정한다.
- 캘리브레이션 키트
- 케이블

② 네트워크분석기 예열 및 캘리브레이션

네트워크분석기를 30분 이상 예열한 후 측정 조건에 따라 네트워크분석기의 캘리브레이션을 실시한다.

③ 측정구성

교정대상 안테나 1개 및 기준 안테나 2개로 구성된 안테나 A, B 및 C(교정대상안테나)에 대하여 3개의 안테나 쌍 (i, j) \equiv (A, B), (B, C), (C, A)으로 구성하고 (A, B) 쌍에 대하여 (그림 2-2)처럼 설치한다. 송신 및 수신 안테나의 최초의 높이를 각각 1m에 놓고 안테나 사이의 거리는 10m로 한다.



[그림 2-2] 측정의 구성
그림 2-2 안테나의 설치

④ 안테나 쌍 (A, B)에 대하여 가)의 ⑤의 주파수 별 스캔 범위에 따라 자유공간안테나 감쇠량 A_{AB} 를 측정한다.

⑤ 안테나 쌍 (B, C) 및 (C, A)에 대하여 절차 ③과 ④를 반복하여 A_{BC} 및 A_{CA} 를 측정한다.

⑥ 방정식 (2-4) 및 절차 ④와 ⑤의 자유공간 감쇠량을 이용하여 자유공간 안테나인자를 계산한다.

다) 측정불확도

불확도 요인 및 영향량	불확도값, \pm dB	확률분포	나눗셈인자	표준불확도, \pm dB
자유공간 감쇠량 측정 ΔL				
네트워크분석기 에러	0.166	직각분포	$\sqrt{3}$	0.096
부정합불확도 합성성분	0.049	정규분포	1	0.049
케이블 온도 영향	0.0974	직각분포	$\sqrt{3}$	0.056
반복도	0.180	정규분포	1	0.180
자유공간 감쇠량 측정 합성불확도, ΔL				0.22
유도전압, ΔC				
안테나 위치 오차	0.107	직각분포	$\sqrt{3}$	0.062
안테나 방향 배열 오차	0	직각분포	$\sqrt{3}$	0
위상중심 오차	0	직각분포	$\sqrt{3}$	0
접지면과 상호 결합 오차	0.0044	정규분포	1	0.0044
시험장 효과 오차	0.1	직각분포	$\sqrt{3}$	0.058

H-면 비균질 패턴 오차	0.2		$\sqrt{3}$	0.115
마스트에 의한 반사효과	0.07	정규분포	1	0.07
주위 잡음	0.1	직각분포	$\sqrt{3}$	0.058
유도전압 합성불확도, ΔC				0.17
주파수 오차, ΔF				
주파수 오차	0	직각분포	$\sqrt{3}$	0
합성표준불확도	0.28			
확장불확도 (k=2)	0.56			

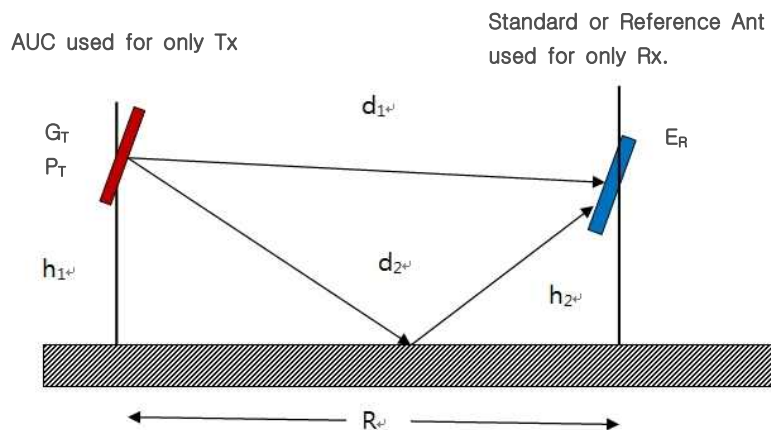
3) 국립전파연구원 표준안테나법(Radio Research Agency Standard Antenna Method)

가) 측정구성 및 이론

송신안테나로부터 거리 d_1 에서 수신측의 전기장은 다음과 같은 표현식으로 주어진다.

$$E_R = \frac{\sqrt{30 G_T P_T}}{d_1} \quad (3-1)$$

이 방정식에 따르면 수신측의 전기장에 대한 정보가 주어지면 송신안테나의 이득은 송신 전력을 측정함으로써 결정할 수 있음을 시사해 준다. 여기서, 표준안테나는 수신측의 전기장에 대한 정보를 제공할 수 있기 때문에 방정식 (3-1)은 표준안테나와 교정대상 안테나 2개를 이용하여 한 번의 측정과정을 통하여 교정대상 안테나의 이득 또는 인자를 측정할 수가 있음을 말하며 이러한 원리를 이용하는 것이 ‘국립전파연구원 표준안테나법(RSAM)’이다.



(그림 3-1) D 계산을 위한 안테나 기하구조

송신 안테나로부터 거리 d_1 인 위치에서 전기장을 E_R 이라고 하면 송신안테나의 이득은 다음과 같이 주어진다.

$$G_T = \frac{d_1^2 E_R^2}{30 P_T} \quad (3-2)$$

금속 접지 평면을 가진 야외시험장은 그림 3-1 과 같이 반사파가 존재하며, 야외시험장에서 방정식 (3-2)는 다음과 같이 주어진다.

$$G_T = \frac{E_R^2}{30 D^2 P_T} \quad (3-3)$$

여기서, D 는 아래와 같이 정의된다.

$$D = \frac{\sqrt{d_2^2 + d_1^2 - 2d_1 d_2 \cos \{k(d_2 - d_1)\}}}{d_1 d_2} \quad (3-4)$$

수신측의 전기장에 대한 정보는 표준안테나로부터 알 수 있는데 표준안테나는 두 가지 타입이 이용된다. NIST 타입 표준안테나는 RF신호를 Shottkey 다이오드에 의해 정류하여 DC 전압으로 측정한다. 그것의 RF-DC 관계 및 유효길이에 의하여 전기장 E_R 은 다음과 같이 계산한다.

$$E_R = \frac{V_{RF}}{L_{eff}} = \frac{a V_{DC} + b}{L_{eff}} \quad (3-5)$$

NPL 타입 표준안테나는 이론적으로 계산된 안테나 인자를 갖고 있으며 RF 수신기로 입력 전압 V_R 을 측정한다. 그러므로 안테나 인자의 정의에 따라 전기장 E_R 은 다음과 같이 계산한다.

$$E_R = A F_{RE} V_R \quad (3-6)$$

야외시험장에서 측정하는 송신 안테나의 이득은 다음과 같은 국립전파연구원 표준안테나법의 기본방정식을 구할 수 있다.

$$AF_T^{NIST}(\text{dB}/m) = 20\log\left(\frac{a V_{DC} + b}{L_{eff}}\right) + 20\log(f_M) + 30\log D + P_T(\text{dBm}) - 15.01 \quad (3-7)$$

$$AF_T^{NPL}(\text{dB}/m) = -AF_{RE}(\text{dB}/m) + 20\log(f_M) + 20\log D + 10\log\frac{P_T}{P_R} - 32 \quad (3-8)$$

나) 측정절차

(1) 안테나 인자를 알고 있는 NPL 표준안테나 또는 일반 안테나를 기준 안테나로 사용하는 경우

(가) 기본 방정식

$$AF_{AUC}(\text{dB}/m) = -AF_{Reference}(\text{dB}/m) + A_{SiteAttenuation} + 20\log(f_{MHz}) + 20\log D - 32 \quad (3-9)$$

$$AF_{AUC}(\text{dB}/m) = -AF_{Reference}(\text{dB}/m) + A_{SiteAttenuation} + 20\log(f_{MHz}) + L - 32 \quad (3-10)$$

여기서, D는 송신 및 수신안테나의 높이에 따라 아래와 같이 정의되며,

$$D = \frac{\sqrt{d_2^2 + d_1^2 - 2d_1d_2\cos\{\pi \times f_{MHz}(d_2 - d_1)/150\}}}{d_1d_2} \quad (3-11)$$

L은 주파수별로 송신측 안테나를 2m 높이에 고정시키고 수신측 안테나 높이를 1m ~ 4m까지 변화시켰을 때 20logD가 최대가 되는 값을 의미한다.

(나) 측정절차

① 기준안테나의 인자 확보

기준안테나로 사용되는 안테나의 인자는 미리 알고 있어야 하며, NPL 표준 안테나를 기준안테나로 사용하는 경우에는 소프트웨어 EMTP Solutions CAP2010를 사용하여 NPL 표준안테나의 인자를 이론적으로 계산할 수 있다.

② 측정시스템 예열

신호발생기, 증폭기, 스펙트럼분석기 등의 측정용 기기를 장비의 제조자가 지정한 시간 만큼 충분히 예열한다.

③ 케이블 등의 정규화 : V_{direct} 측정

송신 및 수신용 케이블 종단에 감쇠기를 각각 설치하고 어댑터로 직결 후 V_{direct} 를 측정하여 기록한다. 이러한 케이블-케이블 직접 연결 측정은 시험장의 온도차가 5°C 이상이면 언제라도 반복해서 측정해야 한다.

④ 측정을 위한 설치

측정 거리, 주파수 및 편파 등을 설정 후 수신측 마스트 2m 높이에 기준 안테나를 설치하고 송신측 마스트 1m 높이에 AUC를 설치하여 송신 및 수신 케이블을 연결한다.

⑤ V_{site} 측정

송신 안테나의 높이를 1m ~ 4m 까지 변화시켜 수신 안테나를 통해 수신되는 신호 크기가 최대가 되는 값 V_{site} 를 기록한다.

⑥ 시험장 감쇠량 $A_{\text{Site Attenuation}}$ 계산

절차 ③ 의 케이블—케이블 직접 연결하여 측정한 V_{direct} 에서 절차 ⑤의 안테나—안테나에 대한 V_{site} 값을 뺀으로서 시험장 감쇠량 $A_{\text{Site Attenuation}} = V_{\text{direct}} - V_{\text{site}}$ 를 얻는다.

⑦ 대상 안테나인자 AF 산출

방정식 (3-10)을 이용하여 각 측정주파수에 대한 안테나 인자를 계산한다.

⑧ 혼안테나 측정

혼안테나의 경우 ⑤의 절차 중 송신 및 수신 안테나를 같은 높이로 고정하여 측정하고 방정식 (3-9)를 이용하여 안테나 인자를 계산한다. 여기서 안테나 높이는 바닥의 영향을 받지 않는 높이로 설정하여야 하며, 방정식 (3-11)에서 d_2 값은 고려할 필요가 없다.

⑨ 네트워크분석기 이용

네트워크분석기를 이용할 경우 절차 ③의 V_{direct} 측정 시 송신 및 수신케이블을 연결하여 네트워크분석기의 Through Calibration 기능을 수행하고 절차 ⑤를 통해 쉽게 시험장 감쇠량 $A_{\text{Site Attenuation}}$ 를 구할 수 있다

다) 측정불확도

Sources	Error(dB)	Probability Distribution	Divisor	Uncertainty(dB)
NPL Standard Antenna error	0.100	Rectangular	$\sqrt{3}$	0.058
Network Analyzer error	0.100	Rectangular	$\sqrt{3}$	0.058
Antenna Positioning	0.057	Rectangular	$\sqrt{3}$	0.033
Mismatch(combined)	0.064	k=1	1	0.064
H-Plane Pattern (LP)	0.150	Rectangular	$\sqrt{3}$	0.087
H-Plane Pattern(other)	0.000	Rectangular	$\sqrt{3}$	0.000
Temperature Effect	0.088	Rectangular	$\sqrt{3}$	0.051
Reflection due to Mast	0.060	Rectangular	$\sqrt{3}$	0.035
Repeatability	0.104	k=1	1	0.104
Mutual Coupling	0.044	Rectangular	$\sqrt{3}$	0.036
Ambient	0.000	Rectangular	$\sqrt{3}$	0.000
Site Contribution	0.131	Rectangular	$\sqrt{3}$	0.076
Combined(LP)	Combined uncertainty for SIL measurement of antenna pairs (ST, AUC)			0.200
Combined (other)				0.180
Combined uncertainty (LP)	AUC 안테나 인자 측정에 있어서 안테나 쌍 (ST, AUC)의 SIL 불확도 및 표준안테나 불확도 합성			0.21
Combined uncertainty(other)				0.19
Expanded uncertainty(LP)	k=2			0.42
Expanded uncertainty(other)				0.38

라. 참고문헌

- [1] American National Standard for Electromagnetic Compatibility – Radiated Emission Measurements in Electromagnetic Interference(EMI) Control – Calibration of Antennas (9 kHz to 40 GHz); ANSI C63.5-2006, April 2006
- [2] Schwarzbeck's method for calibration of antennas AK-AntCal 17-93 27 May 1993, 30 pages.
- [3] Jungkuy Park, Dongchan Jeong, Hun Youn, Daehoon Yu, Jaeman Ryoo; “3-Antenna Factors Height-Scanning-Averaging Method of EMI Antenna Calibration”, 2009 IEEE EMC Symposium Aug. 2009
- [4] Jungkuy Park, Jung Dongchan, Yoon Hoon, Makoto Sakasai, Akira Suzuki, Katusmi, Fujii, and Yukio Yamanaka; “Mutual Comparison on Calibration of Free-Space Antenna Factors for EMI Antenna in 30MHz – 1GHz”, 2008 Asia-Pacific Symposium on Electromagnetic Compatibility & 19th International Zurich Symposium on Electro-magnetic Compatibility. pp 890~893 May 2008
- [5] Jungkuy Park, Dong-Chan Jeong, Gi-Nam Cha and Hong-Nam Go; “Height Scanning Averaging Method for Free-Space Antenna Factors of EMI Antenna”, International

Symposium on antenna and Propagation ISAP05. Aug. 2005

- [6] 박정규, 정동찬, 조진영; “30MHz에서 1GHz 대역 EMI 측정용 다이폴 안테나 교정의 측정불확도”, 한국전자과학회 논문지, 2007년 2월
- [7] 박정규, 정동찬, 차기남 및 고흥남; 30MHz에서 1GHz 대역 EMI용 안테나의 준자유 공간 안테나팩터 산출에 관한 연구; 한국전자과학회 종합학술발표회, Vol 14, No. 1, pp 205~210, 2004년 11월
- [8] CISPR/A/644/CD; Antenna Calibration, April 2006
- [9] Jungkyu Park, Guseon Mun, Daehoon Yu, Boweon Lee, Woo Nyun Kim; Proposal of Simple Reference Antenna Method for EMI Antenna Calibration, 2011 IEEE EMC Symposium, Aug. 2011

2. 전계 프로브 교정

가. 적용범위

이 교정절차는 KN 61000-4-3의 방사성 RF 전자기장 내성 시험에 필요한 전계프로브 또는 센서를 IEEE Std. 1309-1996에 따라 GTEM 셀에서 100 kHz에서 1 GHz까지의 주파수 범위에서 보정인자를 교정하는데 적용한다. 이 절차는 교정설비의 성능에 따라 주파수를 확장하여 적용할 수 있다.

나. 기준전계프로브

기준 전계프로브는 국가표준(한국표준과학연구원:KRISS)에서 소급을 받은 보정인자를 가지고 있어야 한다.

다. 교정 이론

1) 보정인자

프루브의 보정인자는 다음과 같이 정의 되어 있다.

$$CF_{EUT} = \frac{EM}{R_{EUT}} \quad (2-1)$$

여기서

CF_{EUT} = EUT의 보정인자

EM = 전기장 세기(V/m)

R_{EUT} = EUT 프루브가 읽은 값

EUT의 보정인자는 다음과 같이 측정되어 진다 :

$$CF_{EUT} = \frac{CF_{REF} \times R_{REF}}{R_{EUT}} \quad (2-2)$$

2) 등방성

보정인자는 각각의 주파수에서 최대치와 최소치의 장의 세기 S_{max} 및 S_{min} 를 측정함으로써 다음의 공식으로 계산할 수 있다.

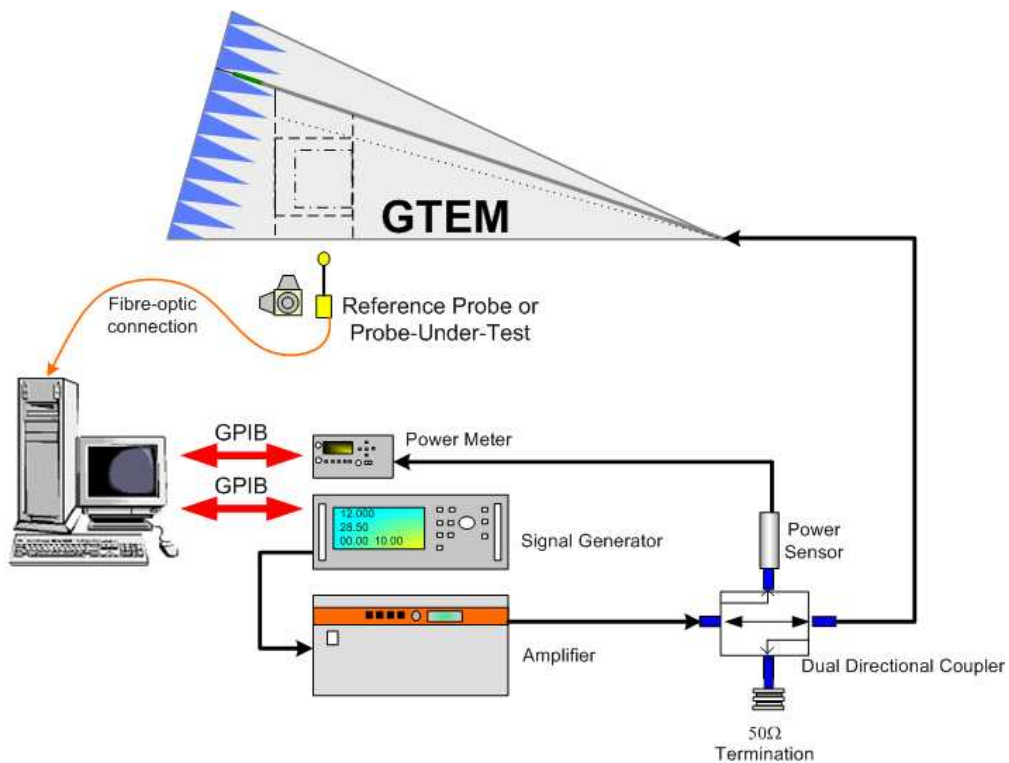
$$A = 20 \log_{10} \frac{S_{\max}}{\sqrt{S_{\max} S_{\min}}} \quad (2-3)$$

라. 교정절차

1) 필요장비

No	장 비	요 건
1	기준 전계프로브	국가 표준으로 소급성 교정
2	신호발생기	국가 표준으로 소급성 교정 Frequency Error < ±0.2 %, Output Power > 0 dBm
3	전력 증폭기	내부 교정 Check for harmonics > -20 dBc
4	파워미터 및 센서	국가 표준으로 소급성 교정
4	방향성 결합기	결합계수 및 지향성 요건
5	GTEM 셀	전계의 균일성 요건을 만족

2) 측정구성



[그림 2-1] GTEM을 이용한 전계 프로브 교정 장비 구성

3) 측정절차

㉠ 교정준비

신호발생기, 증폭기 및 파워미터는 EUT 교정을 하기 최소한 한 시간 전에 켜놓아야 한다. 기준프로브의 내부 배터리는 최대로 충전되어 있어야 하며 내부 배터리를 쓰는 EUT에도 적용이 된다. 기준프로브와 EUT 프로브는 교정전 5분 전에만 켜놓으면 된다. EUT 신호에 손해가 있는지 살펴본다. 동축 입력 케이블을 GTEM에 연결한다.

㉡ 기준 전계프로브에 의한 기준 전계 측정

국가표준으로부터 소급성을 받은 기준 전계프로브로 측정할 각 주파수에서 전계의 세기를 측정한다. 이 때 기준 전계프로브는 챔버 또는 GTEM의 균일장 요건을 만족하는 위치에 놓아야 한다.

㉢ EUT 프로브에 의한 측정

기준 전계프로브가 있던 똑같은 자리에 EUT 프로브를 놓고(치환하여) ㉡와 같은 측정을 반복한다.

㉣ 등방성 측정

㉢의 절차에서 EUT 프로브를 90°(필요하면 임의의 각도)만큼 돌려가면서 측정한다.

㉤ 보정인자 및 등방성

방정식 (2-2) 및 (2-3)과 절차 ㉢와 ㉣에서 측정한 결과를 이용하여 보정인자와 등방성을 계산한다.

마. 측정불확도

1) 기준프로브와 동등한 프로브의 보정인자 측정

불확도 요인	주파수 범위에 따른 불확도 \pm dB		
	100 ~300 kHz	300 kHz~400 MHz	400 MHz~ GHz1
기준프로브의 보정인자 불확도	0.75	0.65	0.7
EUT의 읽은값 오차	0.0025	0.0025	0.0025
기준프로브의 읽은값 오차	0.0025	0.0025	0.0025
기준프로브 보정인자의 시간에 따른 유동D	0.029	0.029	0.029
EUT 프로브에 대한 입사 전력 읽은값 오차	0.0029	0.0029	0.0029
기준프로브에 대한 입사 전력 읽은값 오차	0.0029	0.0029	0.0029
파워미터 단기 안정도	0.029	0.029	0.029
파워미터 비 선형성	0.029	0.029	0.029
프로브 위치 오차	0.029	0.029	0.029
전계 균일성에 대한 프로브 효과	0.058	0.058	0.058
프로브 등방성 효과	0.058	0.058	0.058
측정의 랜덤 변화	0.05	0.05	0.05
EUT의 온도영향	0.086	0.086	0.086
기준프로브의 온도영향	0.086	0.086	0.086
합성불확도	0.77	0.67	0.72
확장불확도(k=2)	1.54	1.34	1.44

1) 기준프로브와 동등하지 않은 프로브의 보정인자 측정

불확도 요인	주파수 범위에 따른 불확도 \pm dB		
	100 ~300 kHz	300 kHz~400 MHz	400 MHz~ GHz1
기준프로브의 보정인자 불확도	0.75	0.65	0.7
EUT의 읽은값 오차	0.0025	0.0025	0.0025
기준프로브의 읽은값 오차	0.0025	0.0025	0.0025
기준프로브 보정인자의 시간에 따른 유동D	0.029	0.029	0.029
EUT 프로브에 대한 입사 전력 읽은값 오차	0.0029	0.0029	0.0029
기준프로브에 대한 입사 전력 읽은값 오차	0.0029	0.0029	0.0029
파워미터 단기 안정도	0.029	0.029	0.029
파워미터 비 선형성	0.029	0.029	0.029
프로브 위치 오차	0.058	0.058	0.058
전계 균일성에 대한 프로브 효과	0.231	0.231	0.231
프로브 등방성 효과	0.058	0.058	0.058
측정의 랜덤 변화	0.05	0.05	0.05
EUT의 온도영향	0.1	0.1	0.1
기준프로브의 온도영향	0.086	0.086	0.086
합성불확도	0.80	0.71	0.76
확장불확도(k=2)	1.61	1.42	1.51

바. 참고문헌

- [1] 전파보호기준, 전파연구소고시 제2011-6호, 2011.1월 19일
- [2] KN 61000-4-3, 방사성 RF 전자기장 내성 시험방법, 2008년 5월
- [3] IEEE Std 1309-1996 "IEEE Standard for Calibration of Electromagnetic Field Sensor and Probes, Excluding Antennas, from 9kHz to 40GHz", Oct. 1996

3. 자계프로브 교정

가. 적용범위

이 교정절차는 KN 61000-4-8의 전원 주파수 자기장 내성 시험에 필요한 자계프로브 또는 센서를 IEEE Std. 1309-1996의 규정에 따라 1 Hz에서 100 kHz까지의 주파수범위의 보정인자를 교정하는데 적용한다. 이 방법은 적절한 장비를 이용하여 주파수 범위를 확장할 수 있다.

나. 헬름홀츠 코일에 의한 기준 자계

헬름홀츠 코일 중앙에 형성되는 자기장은 이론적으로 다음과 같이 계산되며 자계프로브 교정의 기준값을 제공한다.

$$H = \left(\frac{8}{\sqrt{125}} \right) \frac{nI}{r} \quad (3-1)$$

여기서

H는 A/m 단위의 자기장 세기, n은 코일의 감긴 횟수, I는 A 단위의 코일에 흐르는 전류, r은 m 단위의 코일의 직경이다.

다. 교정이론

1) 헬름홀츠 코일

[그림 3-1]에서 보는바와 같이 헬름홀츠 코일은 두 개의 원형 코일이 평행하게 구성되어 암페어 법칙에 의해 코일 사이의 내부 공간에는 자기장 형성되고 외부 공간에는 자기장이 없으며 중앙에서의 자기장은 이론적으로 방정식 (3-1)에 의해 계산할 수 있다.

2) 보정인자

헬름홀츠 코일 중앙에 놓여진 EUT 프로브가 읽은 값과 이론적으로 계산된 (3-1)의 자기장 세기의 비율로 정의 된다.

$$CF_{EUT} = \frac{H}{R_{EUT}} \quad (3-2)$$

3) 등방성

보정인자는 각각의 주파수에서 최대치와 최소치의 장의 세기 S_{\max} 및 S_{\min} 를 측정함으로써 다음의 공식으로 계산할 수 있다.

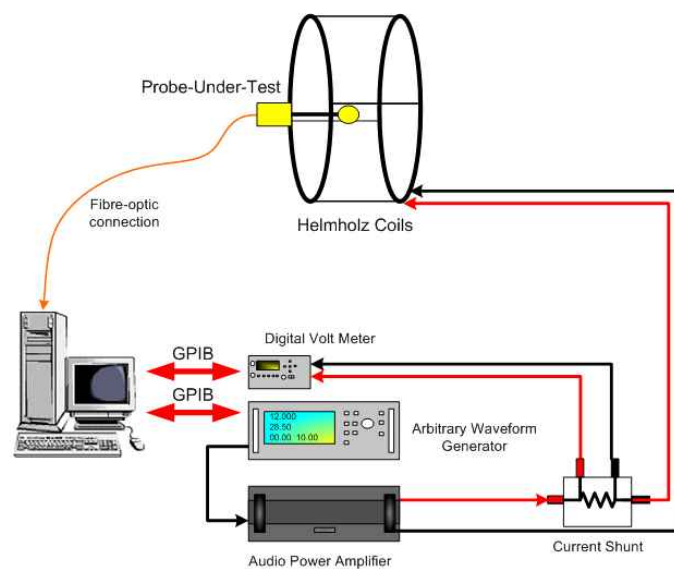
$$A = 20 \log_{10} \frac{S_{\max}}{\sqrt{S_{\max} S_{\min}}} \quad (3-3)$$

라. 교정절차

1) 필요장비

No	장비	요건
1	파형 생성기	국가표준으로의 소급성 주파수 오차: $<\pm 0.2\%$
2	Audio 주파수 전력 증폭기	내부 교정 Check for harmonics <-20 dBc
3	디지털 멀티미터	국가표준으로 소급성
4	Current Shunt 또는 정밀 resistor	내부 교정
5	헬름홀츠 코일	육안 점검

2) 측정구성



[그림 3-1] 자계프로브 교정을 위한 장비 배치

3) 측정절차

㉓ 교정준비

파형 생성기, 증폭기 및 디지털 볼트 미터 등은 최소 30분간 예열 하여야 한다. EUT 프로브는 5분 정도 예열하는 것으로 충분하다. EUT가 손상된 흔적이 있는지 검사한다.

㉔ 전류측정

[그림 3-1]의 구성에서 1Ω 저항의 양단에 걸리는 전압 V 를 디지털 멀티미터로 측정함으로써 그 읽은 값이 헬름홀츠 코일에 흐르는 전류 $I = V/1\Omega$ 이다.

㉕ 자계프로브 측정

[그림 3-1]의 구성에서 자계프로브를 헬름홀츠 코일 중앙에 놓고 그 값을 읽는다. 이것은 일반적으로 컴퓨터에 자계 프로브 값을 읽는 소프트웨어에 의하여 읽혀진다.

㉖ 등방성 측정

㉔의 절차에서 EUT 자계 프로브를 90° (필요하면 임의의 각도)만큼 돌려가면서 측정한다.

㉗ 보정인자 및 등방성

방정식 (3-2) 및 (3-3)과 절차 ㉔와 ㉕에서 측정한 결과를 이용하여 보정인자와 등방성을 계산한다.

마. 측정불확도

1) 10 Hz - 200 Hz에서 최대 10A/m까지의 프로브들의 경우 보정 인자 측정

불확도 요인	주파수 범위에 따른 불확도 \pm dB			
	10 Hz ~ 20 Hz	20 Hz ~ 40 Hz	40 Hz ~ 100 Hz	100 Hz ~ 200 Hz
EUT 프로브의 읽은값 오차	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
전류 읽은값 오차	0.037378	0.012313	0.006261	0.005514
자계 비 균질성 효과	0.008682	0.008682	0.008682	0.008682
측정의 랜덤 변이	0.05	0.05	0.05	0.05
합성표준불확도	0.06	0.05	0.05	0.05
확장불확도 ($k=2$)	0.13	0.10	0.10	0.10

2) 200 Hz - 100 kHz에서 최대 10A/m까지의 프로브들의 경우 보정인자 측정

불확도 요인	주파수 범위에 따른 불확도 \pm dB			
	200 Hz ~ 20 kHz	20 Hz ~ 50 kHz	50 Hz ~ 100 kHz	100 Hz ~ 200 Hz
EUT 프로브의 읽은값 오차	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025
전류 읽은값 오차	0.005491	0.007367	0.028245	0.005514
자계 비 균질성 효과	0.008682	0.008682	0.008682	0.008682
측정의 랜덤 변이	0.05	0.05	0.05	0.05
합성표준불확도	0.05	0.05	0.06	0.05
확장불확도 (k=2)	0.10	0.10	0.12	0.10

바. 참고문헌

- [1] 전파보호기준, 전파연구소고시 제2011-6호, 2011.1월 19일
- [2] KN 61000-4-8, 전원 주파수 자기장 내성 시험방법, 2008년 5월
- [3] IEEE Std 1309-1996 "IEEE Standard for Calibration of Electromagnetic Field Sensor and Probes, Excluding Antennas, from 9kHz to 40GHz", Oct. 1996

4. 흡수 클램프 교정

가. 적용범위

이 교정절차는 KN 16-1-3에서 규정한 무선방해전력을 측정하기 위하여 사용하는 흡수클램프를 30 MHz에서 1 GHz까지의 주파수 범위에서 KN 16-1-3에 따라 그 삽입손실 및 보정인자를 교정하는데 적용한다.

나. 삽입손실 및 보정인자

1) 삽입손실

흡수클램프의 EUT 포트와 RF 출력 포트 사이의 입력 손실로 정의된다.

2) 보정인자

삽입손실을 IL이라 하면 보정인자 CF는 다음과 같이 정의된다.

$$CF = IL - 10 \times \log_{10}(50) = IL - 17dB \quad (4-1)$$

다. 교정절차

1) 필요장비

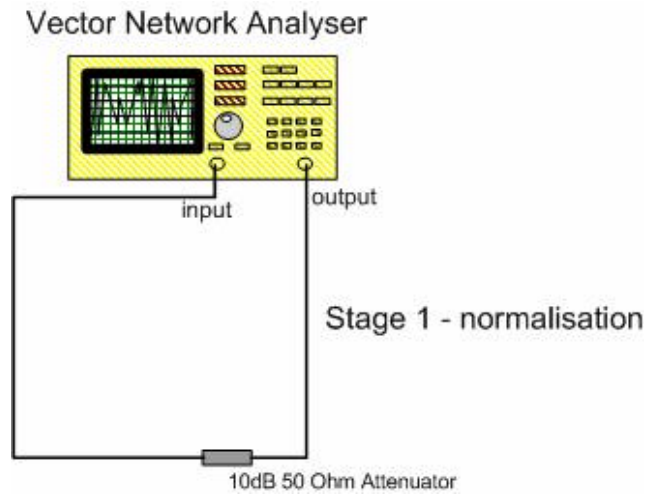
No	장비	요건
1	네트워크 분석기 및 캘리브레이션 키트	국가표준으로부터 소급
2	감쇠기	내부 교정
3	클램프 인도용 레일 및 교정용 와이어	육안점검
4	수직 접지면	육안점검
5	페라이트가 있는 보조 클램프	육안점검

2) 측정구성

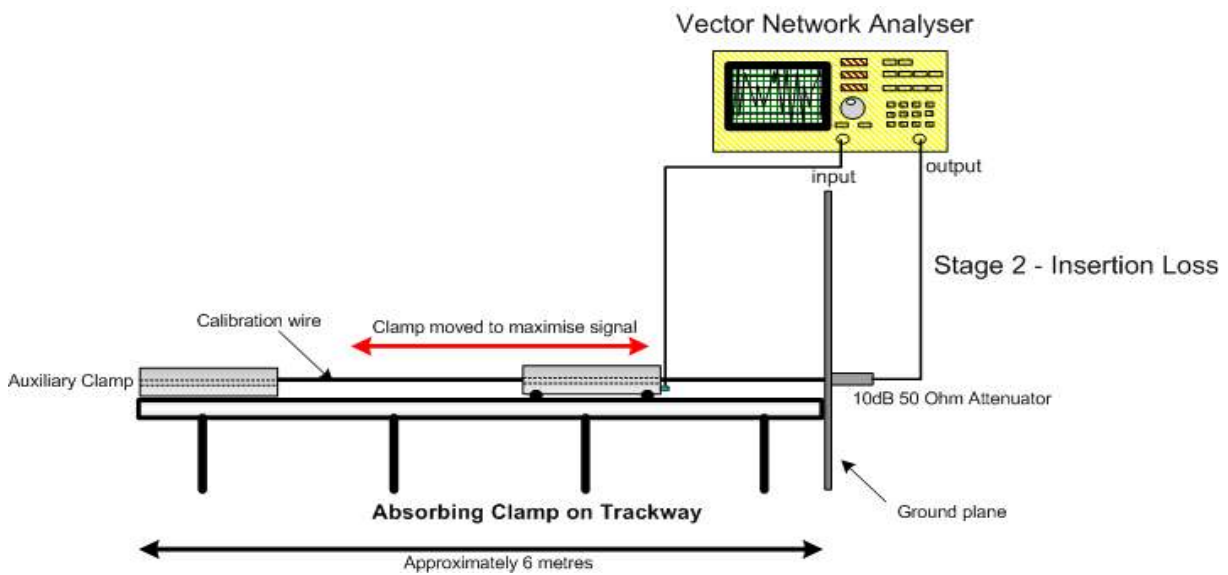
㉠ 정규화 측정구성

클램프 교정을 위한 케이블 및 정합용 감쇠기 등을 연결하여 기준치를 측정하는 절차로서 정규화 측정 구성은 [그림 4-1]과 같다.

㉡ 삽입손실 측정 구성



[그림 4-1] 정규화를 위한 측정 구성



[그림 4-2] 삽입손실 측정을 위한 장비 구성

3) 측정절차

㉠ 교정준비

네트워크 분석기는 EUT의 교정에 앞서서 적어도 1시간 동안 예열한다. 시험에 사용할 EUT 및 보조 흡수 클램프는 손상된 흔적이 있는지 확인한다.

㉡ 측정주파수 설정

측정할 주파수를 몇% 단위 증가하며 측정할 것인지 결정(보통 5%)하고 네트워크 분석기를 조건에 맞게 설정한다.

㉢ 정규화 측정

흡수 클램프의 삽입손실을 측정하기 위하여 [그림 4-1]과 같이 구성하여 ㉡에서 설정된 주파수에 대하여 0점 기준값을 측정한다.

㉣ 보조클램프 및 교정대상 흡수클램프 설치

[그림 4-2]과 같이 보조클램프 및 교정대상 흡수클램프를 인도용 레일위에서 자유로이 왕래할 수 있도록 설치하고 수직 접지면을 통과하는 교정용 와이어가 클램프 중앙 사이를 통과하도록 배치한다. 교정용 와이어는 6m 가 되어야 한다.

㉤ 삽입손실 측정

교정대상 흡수 클램프를 수직 접지면 가까이에 놓고 흡수 클램프의 EUT 포트와 RF 출력 커넥터 사이의 삽입손실을 측정한다. 교정대상 흡수클램프를 수직 접지면에서부터 보조클램프 사이에서 log 눈금 단위로 거리를 증가시키면서 삽입손실을 측정한다.

㉥ 보정인자

방정식 (4-1)과 ㉤에서 측정한 삽입손실을 이용하여 보정인자를 산출한다.

라. 측정불확도

불확도 요인	주파수에 따른 불확도 \pm dB	
	30 MHz ~ 100 MHz	100 MHz ~ 1000 MHz
네트워크분석기 선형성	0.2309	0.2309
네트워크분석기 분해능	0.0144	0.0144
네트워크분석기 잡음 오차	0.02	0.02
누설	0.006	0.006
부정합	0.1	0.1
랜덤불확도	0.05	0.07
주위환경 영향	0.5	0.5
합성표준불확도	0.56	0.56
확장불확도 (k=2)	1.13	1.13

바. 참고문헌

- [1] 전자파장해방지기준, 전파연구소고시 제2011-5호, 2011년 1월 19일
- [2] KN 16-1-3, 전자파장해 및 내성 측정기구와 방법에 대한 규정, 1-3:전자파장해 및 내성 측정기구 - 장해전력 측정용 보조장비-, 2008년 5월

5. 전자기 클램프 교정검사

가. 적용범위

이 교정절차는 KN 61000-4-6에서 규정한 전도성 RF 전자기장 내성 시험에 필요한 전자기클램프를 150 kHz에서 230 MHz까지의 주파수 범위에서 KN 61000-4-6에 따라 삽입손실(결합 또는 감결합인자)를 교정하는데 적용한다.

나. 삽입손실

[그림 5-2]에서 전자기클램프 AE 포트와 EUT 포트 사이의 감쇠량으로 정의한다.

다. 교정절차

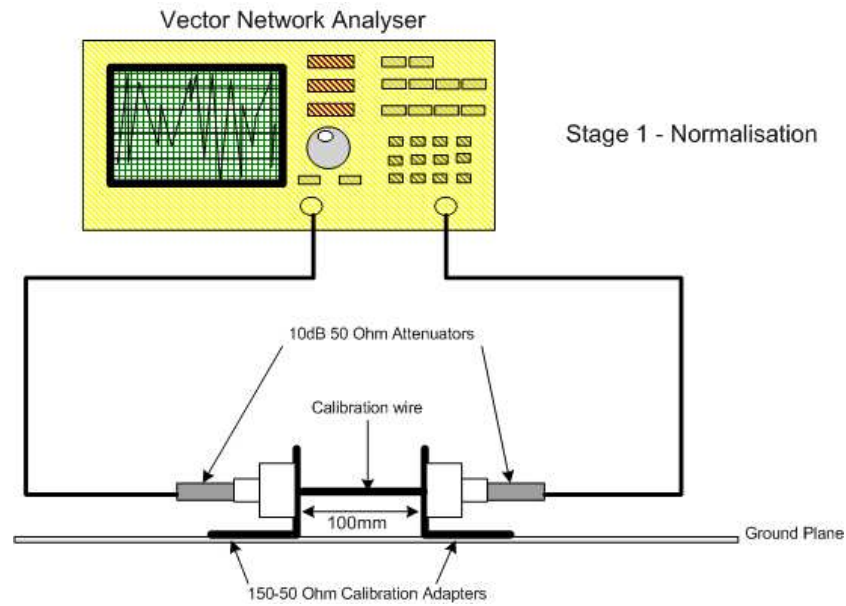
1) 필요장비

No:	장비	요건
1	네트워크분석기 및 캘리브레이션 키트	국가표준으로 소급
2	RF 로드	국가표준으로 소급
3	감쇠기 (2 off)	내부 교정
4	150Ω-50Ω 교정용 어댑터	육안점검
5	금속 접지판넬	어댑터로부터 최소한 20cm 연장된 금속판

2) 측정구성

가) 정규화 측정구성

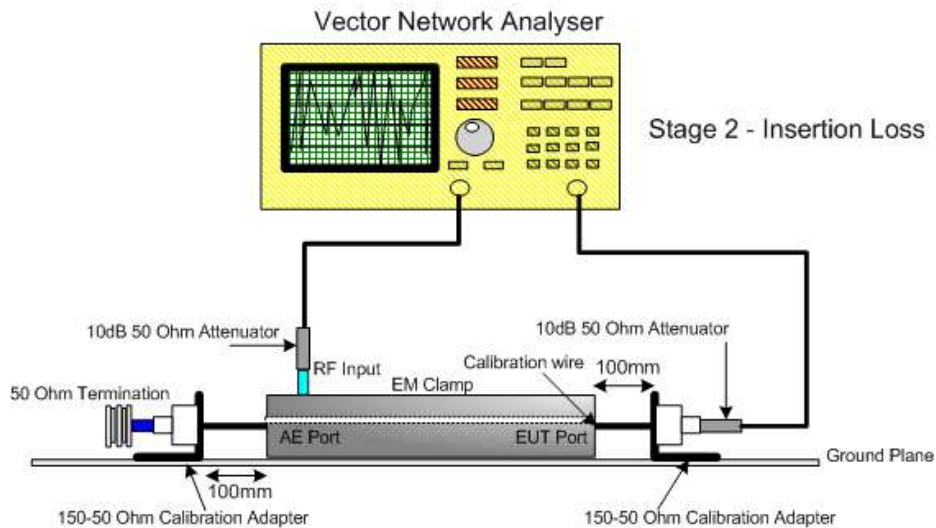
클램프 교정을 위한 케이블 및 정합용 감쇠기 등을 연결하여 기준치를 측정하는 절차로서 정규화 측정 구성은 [그림 5-1]과 같다.



[그림 5-1] 결합인자 정규화 측정을 위한 장비 배치

나) 삽입손실 측정 구성

클램프의 삽입손실을 측정하기 위한 구성은 [그림 5-2]와 같다.



[그림 5-2] 결합인자 측정을 위한 장비 배치

3) 측정절차

가) 교정준비

네트워크 분석기는 EUT의 교정에 앞서서 적어도 1시간 동안 예열한다. 시

험에 사용할 전자기클램프는 손상된 흔적이 있는지 확인한다.

나) 접지판넬 및 클램프의 접지

접지판넬 및 클램프는 접지가 충분히 잘되도록 접지면과 좋은 전기 접촉을 유지해야 한다.

다) 정규화 측정

클램프의 삽입손실을 측정하기 위하여 [그림 5-1]과 같이 구성하여 설정된 주파수에 대하여 0점 기준값을 측정한다.

라) 삽입손실

① 결합인자

교정대상 전자기 클램프를 [그림 5-2]과 같이 구성하여 다)에서 설정된 주파수에 대하여 클램프의 RF 포트와 EUT 포트 사이의 삽입손실을 측정한다.

② 감결합인자

교정대상 전자기 클램프를 [그림 5-2]과 같이 구성하여 다)에서 설정된 주파수에 대하여 클램프의 RF 포트와 클램프 보조장비 포트 사이의 삽입손실을 측정한다.

라. 측정불확도

불확도 요인	주파수에 따른 불확도 \pm dB			
	150 kHz~1 MHz	1 MHz~10 MHz	10 MHz~100 MHz	100 MHz~ 230 MHz
네트워크분석기 선형성	0.2309	0.2309	0.2309	0.2309
네트워크분석기 분해능	0.0144	0.0144	0.0144	0.0144
네트워크분석기 잡음 오차	0.02	0.02	0.02	0.02
누설	0.006	0.006	0.006	0.006
부정합	0.1	0.1	0.1	0.1
랜덤불확도	0.02	0.05	0.05	0.07
주위환경 영향	0.05	0.1	0.2	0.3
합성표준불확도	0.26	0.28	0.33	0.40
확장불확도 (k=2)	0.52	0.55	0.65	0.80

바. 참고문헌

[1] 전파보호기준, 전파연구소고시 제2011-6호, 2011.1월 19일

[2] KN 61000-4-6, 전도성 RF 전자기장 내성 시험방법, 2008년 5월

6. 전계강도를 측정하는 기기의 교정검사

가. 적용범위

이 교정절차는 KN16-1-1에서 규정된 주파수 9kHz에서 18GHz 범위에서 전자파장해에 의해 유기되는 전압, 전류 그리고 전자기장의 세기를 측정하는 기기의 교정검사에 적용한다.

나. 적용대상에 따른 교정검사 항목

측정수신기별 교정검사항목은 [표 6.1]과 같다.

측정 수신기 교정항목	1GHz 이하 대역의 경우 검파모드	1GHz 이상 대역의 경우 검파모드
1)정현파전압 정확도	준첨두치, 평균치, 첨두치	첨두치
2)전압정재파비	준첨두치 또는 첨두치	첨두치
3)펄스에대한 응답-진폭관계(절대교정)	준첨두치	-
4)펄스에 대한 응답-반복 주파수 응답(상대교정)	준첨두치	-
5)선택도(대역통과)	평균치	
6)중간주파수 제거비		
7)영상주파수 제거비		
8)스퓨리어스 감도		
9)랜덤잡음		
※ 1GHz 이하 대역의 정현파전압 정확도는 준첨두치, 평균치 및 첨두치에 대하여 각각 측정한다. ※ 1GHz 이하 대역의 전압정재파비는 준첨두치 또는 첨두치 검파기중 하나를 선택하여 측정할 수 있다. ※ 5) ~ 9)는 공통검사항목으로 평균치를 사용하여 측정한다.		

[표 6.1] 적용대상에 따른 교정검사항목

다. 항목별 교정검사 방법

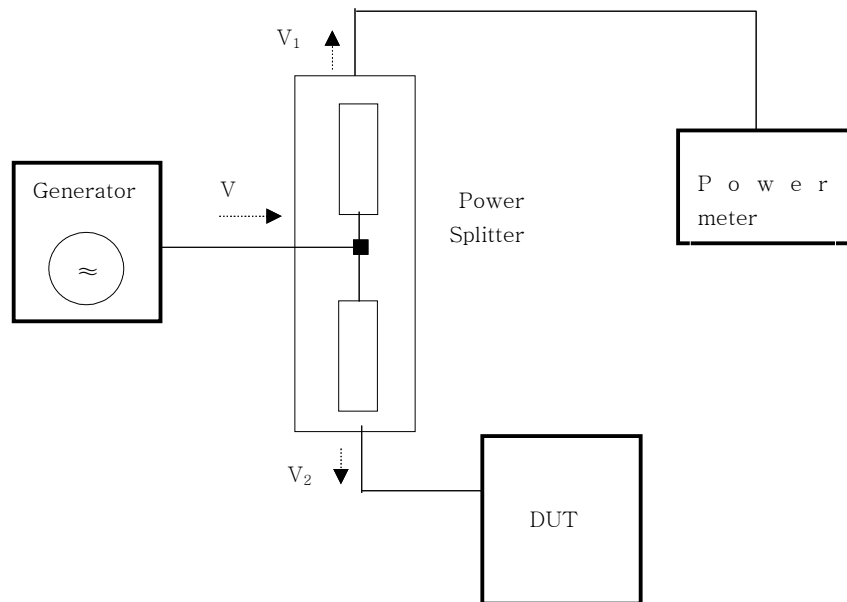
1) 정현파전압 정확도

가) 교정검사 장비 및 구성

① 교정검사 장비

신호발생기(Signal Generator), 전력분배기(Power Splitter), 파워미터(Power Meter)

② 장비 구성은 [그림 6-1]과 같다.



[그림 6-1] 정현파전압 정확도 교정검사를 위한 장비 구성도

나) 교정검사 방법

① 정현파전압정밀도는 피측정장비(DUT)에 기준신호인 정현파를 공급하여 각 검출기에 따라 측정하여야 한다. 주파수 범위 0.15MHz-1GHz(B,C,D 밴드)중 KN16-1-1에서 규정하는 시험주파수(24개 주파수 포인트)의 기준신호가 전력분배기(Power Splitter)에 입력되면 똑같은 크기의 파워가 DUT와 Power Meter에 분기되어 각각 읽히게 된다. 이때 DUT가 지시한 값과 표준기인 Power Meter가 지시한 값을 비교함으로써 DUT의 전압정밀도를 평가한다. KN16-1-1에서 DUT의 지시값과 표준기의 지시값의 차이가 $\pm 2\text{dB}$ 를 넘지 않도록 규정되어 있다.

다) 측정불확도

확장불확도는 [표 6.2]과 같다

	X_i	c_i	$u(x_i)$ dB	확률분포	$c_i u(x_i)$ dB
전력분배기 전압편차	δV_{split}	1	0.0141	직각분포	0.0141
전력분배기과 위센서부정합	δV_{split}^{match}	1	0.0884	U형분포	0.0884
확장불확도		k=2		0.1790dB	

[표 6.2] 정현파전압정밀도 교정검사에 대한 측정불확도

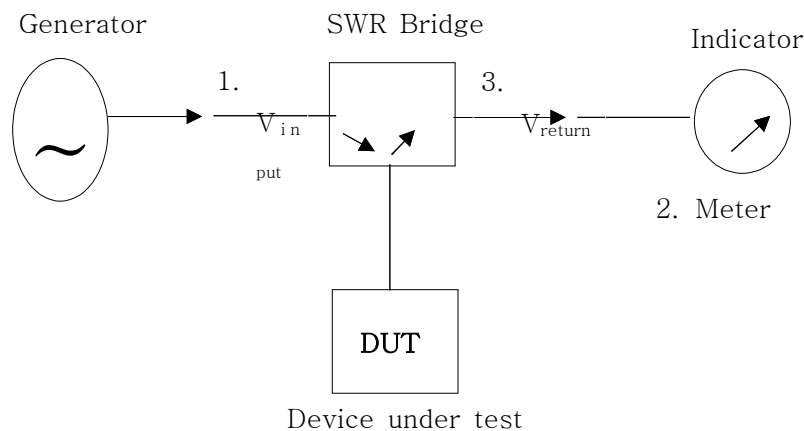
2) 전압정재파비

가) 교정검사 장비 및 구성

① 교정검사 장비

신호발생기, 스텝감쇠기, SWR Bridge, 파워미터

② 장비 구성은 [그림 6-2]와 같다.



[그림 6-2] 전압정재파비 교정검사를 위한 장비 구성도

나) 교정검사 방법

① 정재파비(SWR)는 DUT의 입력단자에 인가된 신호가 반사되어 나오는 Return Loss를 측정하면 산출할 수 있다. DUT의 입력단자에 SWR Bridge를 연결하여 입력단에서의 정재파비와 반사손실을 측정한다.

② 반사계수가 Γ 일 때 정재파비는

$$s = \frac{1+\Gamma}{1-\Gamma}$$

로 주어지며, 반사계수 $\Gamma = \frac{V_{return}}{V_{input}}$ 으로 정의 된다.

다) 측정불확도

확장불확도 $U = 0.00890$ 이다.

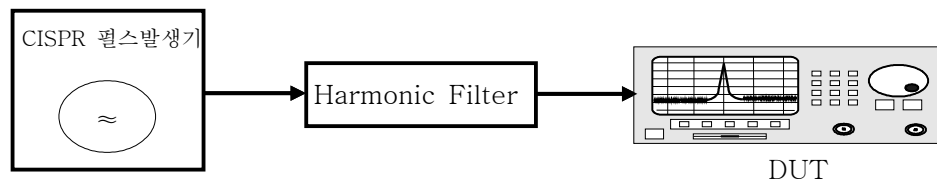
3) 펄스에 대한 응답 - 진폭관계(절대교정)

가) 교정검사 장비 및 구성

① 교정검사 장비

CISPR 펄스발생기, 하모닉 필터(Harmonic Filter)

② 장비 구성은 [그림 6-3]과 같다.



[그림 6-3] 펄스에 대한 응답(진폭관계) 교정검사를 위한 장비 구성도

나) 교정검사 방법

① KN16-1-1의 규정에 맞게 제작한 CISPR 펄스발생기로 기준펄스를 DUT의 입력측에 공급하여 해당모드에서 펄스증폭에 대한 정확성을 측정하여야 한다.

② 펄스발생기의 출력레벨은 밴드 A 및 B는 66dB μ V이고 밴드 C는 60dB μ V 그리고 D밴드는 58dB μ V이다. 또한 출력펄스의 주파수는 밴드 A에서는 25Hz이고 밴드 B, C, D에서는 100Hz이다.

다) 측정불확도

펄스진폭반응의 측정불확도(펄스주파수 100Hz)			
		불확도성분($\text{dB}\mu\text{V}$)	확률분포
펄스진폭반응의 확장불확도	B 밴드	0.35	k=2
	C 밴드	0.39	
	D 밴드	0.39	

[표 6.3] 펄스진폭반응 교정검사에 대한 측정불확도

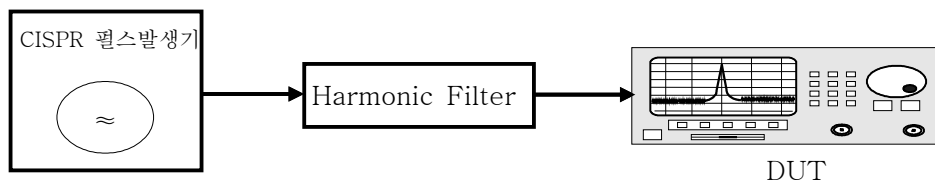
4) 펄스에 대한 응답 - 반복주파수 응답(상대교정)

가) 교정검사 장비 및 구성

① 교정검사 장비

CISPR 펄스발생기, 하모닉 필터

② 장비 구성은 [그림 6-4]와 같다.



[그림 6-4] 펄스에 대한 응답(반복주파수 응답) 교정검사를 위한 장비 구성도

나) 교정검사 방법

① KN16-1-1의 규정에 맞게 제작한 CISPR 펄스발생기로 펄스에 대한 반복주파수를 변화시켜 레벨변화에 대한 DUT의 정확성을 측정한다.

② 펄스발생기에서 발생시키는 펄스반복주파수 100Hz(B, C, D 대역)에 대한 레벨을 기준으로 하여 펄스반복주파수를 1000Hz, 20Hz, 10Hz, 2Hz 및 1Hz에 대한 상대레벨을 측정한다. DUT의 측정주파수는 각각의 밴드 B, C, D에 따라 10MHz, 150MHz, 500MHz 등 적정한 주파수를 선택하여 측정할 수 있다.

③ A 대역에서는 펄스반복주파수 25Hz에 대한 레벨을 기준으로 하여 펄스반복주파수를 100Hz, 60Hz, 10Hz, 5Hz, 2Hz 및 1Hz에 대한 상대레벨을 측정한다. DUT의 측정주파수는 주파수대역에 맞는 적정한 주파수를 선택할 수 있다.

다) 측정불확도

4. 1Hz, 2Hz, 10Hz, 20Hz에 대한 펄스레벨 합성불확도			
5. $u_i = \sqrt{u_A^2 + u_{ESIB26}^2}$	B밴드	C밴드	D밴드
6. u_{20}	0.173240	0.174354	0.175349
7. u_{10}	0.174341	0.174524	0.174644
8. u_2	0.173853	0.220129	0.175273
9. u_1	0.177624	0.225055	0.176166

[표 6.4] 펄스반복률반응 $\Delta V = V_{100} - V_i$ 의 확장불확도

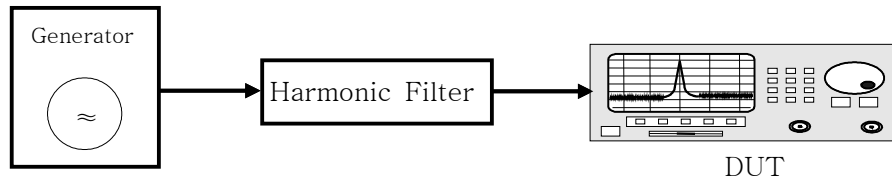
5) 선택도

가) 교정검사 장비 및 구성

① 교정검사 장비

신호발생기, 하모닉 필터

② 장비 구성은 [그림 6-5]와 같다.



[그림 6-5] 선택도 교정검사를 위한 장비 구성도

나) 교정검사 방법

① 선택도는 DUT의 측정주파수를 일정한 주파수 f_0 로 고정해 놓고 신호발생기의 출력주파수 f_0 를 중심으로 한 일정범위의 주파수($f_0 - k\Delta \leq f \leq f_0 + k\Delta$)로 하여 특정된 신호의 세기 V_0 를 출력할 때 수신기 DUT가 S/G 출력주파수 f_0 일 때 측정하는 값(기준값)과 f 일 때 측정하는 값의 상대적인 크기를 측정하여 기준값을 만족하는지를 측정한다.

② DUT의 측정주파수 f_0 는 B대역 1MHz, C/D대역 100MHz 로 한다.

다) 측정불확도

확장불확도 $U = 0.07997\text{dB}$ 이다.

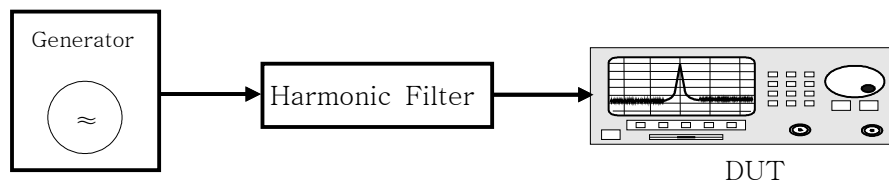
6) 중간주파수 제거비

가) 교정검사 장비 및 구성

① 교정검사 장비

신호발생기, 스텝감쇠기, 하모닉 필터

② 장비 구성은 [그림 6-6]과 같다.



[그림 6-6] 중간주파수 제거비 교정검사를 위한 장비 구성도

나) 교정검사 방법

① DUT에 측정할 주파수 f 를 설정하고 신호발생기(S/G)로부터 주파수 f 이고 전압레벨이 V_0 인 신호가 출력될 때 그 $V_{DUT}^{Read}(S/G:f)$ 를 dB 단위로 측정하고 다시 신호발생기로부터 중간주파수 f_m 이고 전압레벨이 V_0 인 신호가 출력될 때 그 $V_{DUT}^{Read}(S/G:f_m)$ 를 측정하여 그 차이를 구하면 DUT의 중간주파수 제거비를 구할 수 있다.

② 측정할 수파수 f 는 가능한 중간주파수 f_m 의 1/3배 또는 3배로 설정한다.

③ 중간주파수가 다수 있을 경우 각각에 대하여 모두 측정하여 한다.

다) 측정불확도

확장불확도 $U = 0.07997\text{dB}$ 이다.

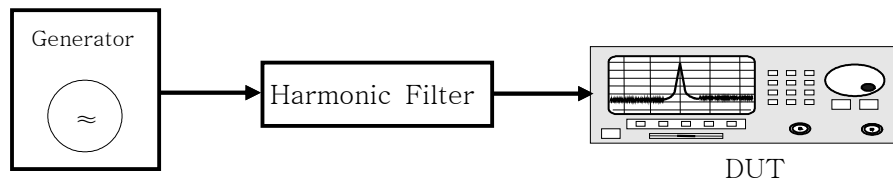
7) 영상주파수 제거비

가) 교정검사 장비 및 구성

① 교정검사 장비

신호발생기, 하모닉 필터

② 장비 구성은 [그림 6-7]과 같다.



[그림 6-7] 영상주파수 제거비 교정검사를 위한 장비 구성도

나) 교정검사 방법

① 영상주파수제거비는 신호발생기의 출력주파수가 DUT의 제1중간주파수나 제2중간주파수로 일정수준의 전압레벨 V_0 를 DUT로 공급하고 측정주파수가 제1중간주파수나 제2중간주파수로 설정된 DUT가 지시한 값을 기준값으로 한다.

② 신호발생기의 출력주파수를 영상주파수로 가변하여 전압레벨 V_0 로 DUT에 공급할 때 측정주파수가 제1중간주파수나 제2중간주파수로 설정된 DUT가 측정 한 값과 기준값과의 차이가 영상주파수 제거비가 된다.

③ 측정할 수파수 f 는 가능한 중간주파수 f_m 의 1/3배 또는 3배로 설정한다.

다) 측정불확도

확장불확도도 $U = 0.07997\text{dB}$ 이다.

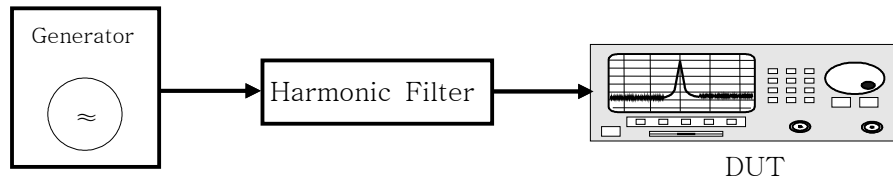
8) 스퓨리어스 감도

가) 교정검사 장비 및 구성

① 교정검사 장비

신호발생기, 하모닉 필터

② 장비 구성은 [그림 6-8]와 같다.



[그림 6-8] 스퓨리어스 응답 교정검사를 위한 장비 구성도

나) 교정검사 방법

- ① 스퓨리어스응답의 측정은 중간주파수 f_m 의 정수배의 주파수 f 를 DUT의 측정주파수로 고정한다. 고정된 주파수와 똑같은 주파수 f 를 출력주파수로 하여 신호발생기에서 일정 출력전압 V_0 를 출력하여 DUT가 측정한 값을 기준값으로 한다.
- ② 그리고, 신호발생기의 출력전압을 V_0 로 하고 출력주파수를 $\frac{n}{m}f_m$ (n 은 홀의정수, m 은 짝의정수)로 하여 측정주파수 f 의 DUT로 측정하여 기준값과의 차이를 구한다.

다) 측정불확도

확장불확도 $U = 0.07997\text{dB}$ 이다.

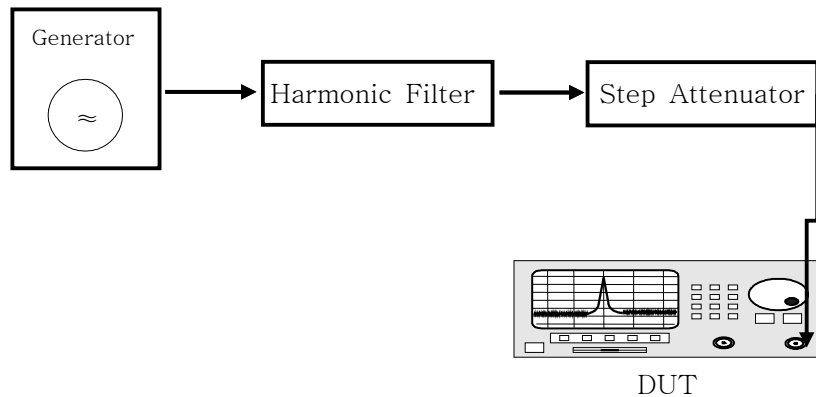
9) 랜덤잡음

가) 교정검사 장비 및 구성

① 교정검사 장비

신호발생기, 스텝감쇠기, 하모닉 필터,

② 장비 구성은 [그림 6-9]와 같다.



[그림 6-9] 랜덤잡음 교정검사를 위한 장비 구성도

나) 교정검사 방법

- ① DUT에 측정하고자하는 임의의 주파수 f 를 설정하고 그것을 신호발생기의 출력주파수로 하여 DUT의 지시값이 $60\text{dB}\mu\text{V}$ 가 되도록 신호발생기의 레벨을 조정하고 그 값 V_0 를 기록한다.
- ② 그리고, IF 감쇠값 V_{att} 을 10dB로 설정하고 다시 DUT의 지시값이 $60\text{dB}\mu\text{V}$ 가 되도록 S/G의 레벨을 조정하고 그 값 V 를 측정하면 두 측정값의 차이가 랜덤잡음이 된다. 즉 $V_{random} = V - (V_0 + V_{att})$ 이 DUT의 랜덤잡음이 된다.

다) 측정불확도

확장불확도는 $U = 0.3524\text{dB}$ 이다.

바. 참고문헌

- [1] 전자파장해방지기준, 전파연구소고시 제2011-5호, 2011년 1월 19일
- [2] KN 16-1-1, 전자파장해 및 내성 측정기구와 방법에 대한 규정, 1-1:전자파장해 및 내성 측정기구 - 측정기구-, 2008년 5월

7. 전원 안정화 회로망 교정검사

가. 적용범위

이 교정절차는 KN 16-1-2에서 규정한 전도성장해 측정용 보조장비 중 9 kHz에서 30MHz 주파수 범위의 전원안정화회로망(의사전원회로망)이 KN 16-1-2에서 규정한 요건에 맞는지를 확인하는 교정검사에 적용한다.

나. 측정량

1) 임피던스

2) 전압분배인자

[그림 7-2]에서와 같이 EUT 포트의 삽입손실 값을 기준으로 EUT 포트와 수신기 포트사이의 삽입손실 값의 차이로 정의한다.

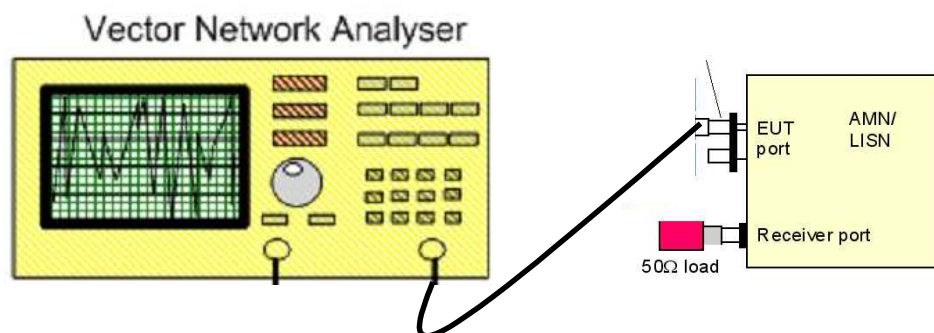
다. 교정절차

1) 필요장비

No:	설 명	검교정 혹은 다른 요구사항들
1	네트워크분석기 및 캘리브레이션 키트	국가표준으로 소급
2	RF load	국가표준으로 소급
3	BNC 감쇠기 (2 off)	내부교정
4	BNC 'T' 어댑터	육안점검
5	Mains Socket to BNC Adapters	육안점검

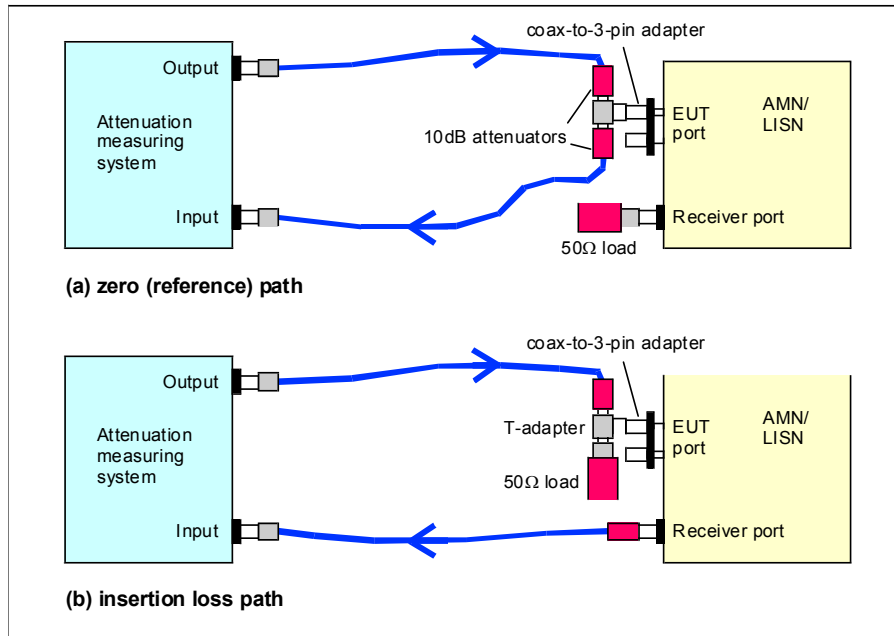
2) 측정구성

가) 임피던스 측정



[그림 7-1] 임피던스 측정 구성

나) 전압분배인자 측정



[그림 7-2] LISN 검교정들의 측정 배열

3) 측정절차

가) 교정준비

네트워크 분석기는 EUT의 교정에 앞서서 적어도 1시간 동안 예열한다. 시험에 사용할 전원안정화회로망은 전기적 안전검사를 포함하여 손상된 흔적이 있는지 확인한다.

나) 임피던스 측정

① 네트워크분석기의 1-포트 캘리브레이션

S 파라미터인 S11을 측정하기 위하여 네트워크분석기의 1-포트 캘리브레이션을 실시한다.

② [그림 7-1]과 같이 구성하고 전원안정화 회로망의 종류에 따라 2-line 또는 4-line을 선택하고 임피던스를 측정한다.

나) 전압분배인자 측정

① 기준값 측정

기준값을 측정하기 위하여 [그림 7-1]의 a와 같이 EUT 포트에 3-pin 어댑터와 네트워크분석기를 연결하고 삽입손실을 측정한다.

② 삽입손실

[그림 7-1]의 b와 같이 3-pin 어댑터 한 쪽 끝은 네트워크분석기 출력포트에 연결하고 다른 한 쪽 끝은 RF load를 단다. 전원안정화회로망의 수신기포트에 네트워크분석기 입력포트에 연결하고 삽입손실을 측정한다.

라. 적부 판정

임피던스 측정값이 별표 1의 측정설비 교정검사 세부기준에서 정한 허용값에 범위에 있는지 확인하고 적합 및 부적합에 대하여 판단한다.

마. 측정불확도

1) 임피던스 측정

불확도 요인	주파수범위에 따른 불확도 %		
	9 kHz-1 MHz	1 MHz-10 MHz	10 MHz-30 MHz
	임피던스 범위		
	2 Ω-50 Ω	10 Ω-100 Ω	40 Ω-60 Ω
측정기기 읽음값 오차	1.5	1.5	1.5
교정어댑터 오차	0.5	1.0	1.5
측정의 랜덤	0.2	0.2	0.2
합성불확도	1.6	1.8	2.1
확장불확도 (k=2)	3.2	3.6	4.3

2) 전압분배인자 측정

불확도 요인	주파수범위에 따른 불확도 dB		
	9 kHz-1 MHz	1 MHz-10 MHz	10 MHz-30 MHz
네트워크분석기 선형성 오차	0.2309	0.2309	0.2309
네트워크분석기 분해능	0.0144	0.0144	0.0144
네트워크분석기 잡음 오차	0.02	0.02	0.02
누설	0.006	0.006	0.006
부정합	0.1	0.1	0.1
측정의 랜덤	0.02	0.05	0.05
교정 어댑터	0.05	0.1	0.2
합성불확도	0.26	0.28	0.33
확장불확도 (k=2)	0.52	0.55	0.65

바. 참고문헌

- [1] 전파보호기준, 전파연구소고시 제2011-6호, 2011.1월 19일
- [2] 전자파장해 및 내성 측정기구와 방법에 대한 규정, 1-2:전자파장해 및 내성 측정기구 - 전도성장해 측정용 보조장비-, 2008년 5월

8. 결합·감결합 회로망(CDN) 교정검사

가. 적용범위

이 교정검사절차는 KN 61000-4-6에서 규정한 전도성 RF 전자기장 내성 시험에 사용하기 위한 150 kHz에서 230 MHz까지의 주파수를 가지는 결합·감결합 회로망이 KN 61000-4-6에서 규정한 요건에 부합 여부를 확인하는 교정검사에 적용한다.

나. 측정량

1) 임피던스

2) 결합인자

[그림 8-2]에서와 같이 RF 입력단자와 EUT 포트 사이의 삽입손실로 정의한다.

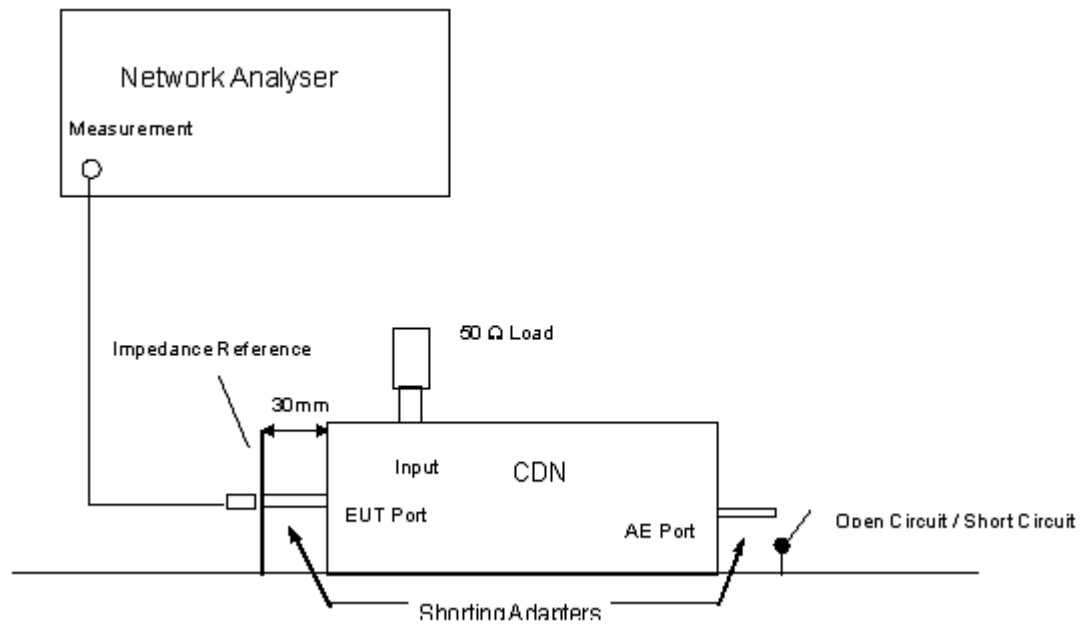
다. 교정절차

1) 필요장비

No	장 비	요건
1	네트워크분석기 및 캘리브레이션 키트	국가표준으로 소급
2	RF load	국가표준으로 소급
3	감쇠기 (2 off)	내부교정
4	Shorting 어댑터	육안 점검
5	임피던스 기준 평면	육안 점검
6	150 Ω-50 Ω 교정어댑터	육안점검
7	접지 금속평면	육안 점검

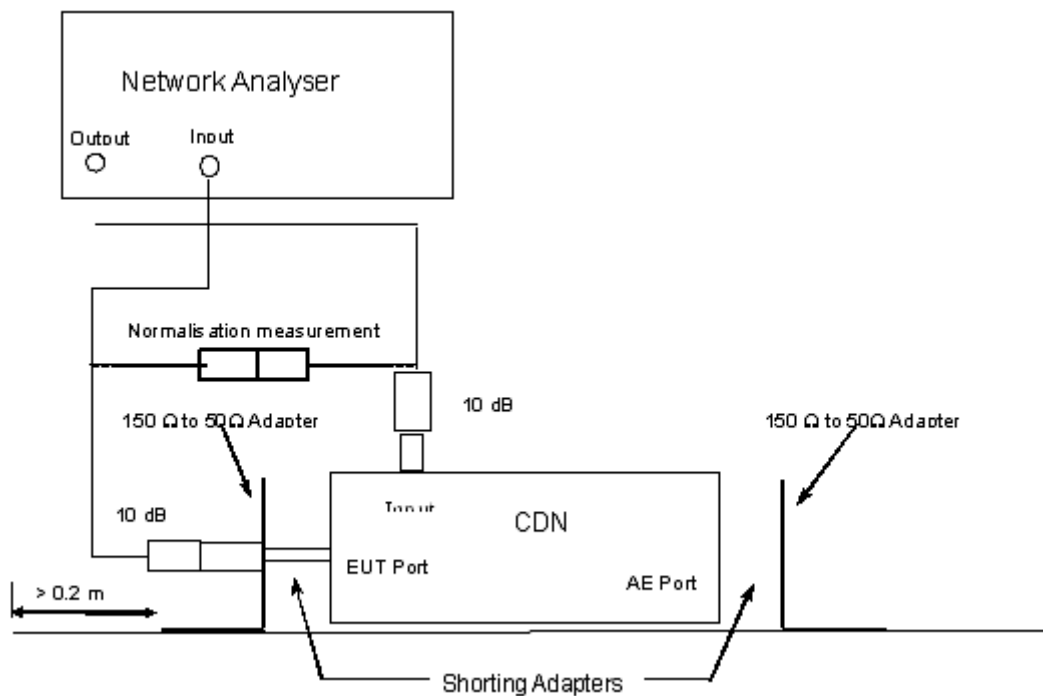
2) 측정구성

가) 임피던스 측정



[그림 8-1] 임피던스 측정을 위한 장비 설계도

나) 결합인자 측정



[그림 8-2] Coupling factor 측정을 위한 장비 설계도

3) 측정절차

가) 교정준비

네트워크 분석기는 EUT의 교정에 앞서서 적어도 1시간 동안 예열한다. 시험에 사용할 전원안정화회로망은 전기적 안전검사를 포함하여 손상된 흔적이 있는지 확인한다.

나) 임피던스 측정

① 네트워크분석기의 1-포트 캘리브레이션

S 파라미터인 S_{11} 을 측정하기 위하여 네트워크분석기의 1-포트 캘리브레이션을 실시한다.

② [그림 8-1]과 같이 shorting 어댑터들을 CDN의 EUT와 AE 포트에 연결하고 EUT 라인들을 공통으로 모두 연결한다. AE 라인도 공통으로 연결해야 한다. CDN은 CDN 및 어댑터들을 놓을 때 최소 0.2m의 여유가 있는 접지 판넬에 둔 후 임피던스를 측정한다.

주의) 표준 규격에서 요구되는 30mm의 공간을 유지하는 동안 CDN EUT의 연결 형태를 적합하게 하기 위해 Impedance Reference Plane이 쓰여야 한다. 이러한 방법으로 몇몇의 커넥터 형태는 적합하지 않을 수 있으나 거리는 가능한 한 30mm만큼 가깝게 두어야 한다. 필요하다면 전도성 있는 구리 테이프를 사용하여 접지 평판과 임피던스 평판 사이 및 접지 평판과 CDN 본체 사이에 좋은 전도성 접촉을 만들어 준다.

나) 결합인자 측정

① 기준값 측정

[그림 8-1]과 같이 네트워크분석기를 연결하고 S_{21} 을 측정함으로써 측정의 기준을 잡는다.

② 삽입손실

[그림 8-2]과 같이 CDN과 측정 장비를 연결한다. Shorting adaptor들을 CDN의 EUT와 AE 포트에 연결한다. EUT 라인들이 공통으로 모두 연결한다. 마찬가지로 AE 라인도 공통으로 연결되어야 한다. CDN은 CDN과 결합된 어댑터들을 놓았을 때 최소 0.2m의 여유가 있는 접지판넬에 두고 삽입손실을 측정한다.

다. 적부 판정

임피던스 측정값이 KN 61000-4-6(별표 1 측정설비 교정검사 세부기준)에서 정한 허용값에 범위에 있는지 확인하고 적합 및 부적합에 대하여 판단한 후 교정 성적서에 기록한다.

라. 측정불확도

1) 임피던스 측정

Source of Uncertainty	주파수범위에 따른 불확도 \pm dB			
	150 kHz-1 MHz	1 MHz-10 MHz	10 MHz-100 MHz	100 MHz-230 MHz
	임피던스 범위			
	130 Ω -170 Ω	130 Ω -170 Ω	105 Ω -210 Ω	105 Ω -210 Ω
계측기의 읽음값 오차	1.5	1.5	1.5	1.5
교정용 어댑터 오차	0.5	1.0	1.5	2.5
측정의 랜덤 오차	0.2	0.2	0.2	0.2
합성불확도	1.6	1.8	2.1	2.9
확장불확도 (k=2)	3.2	3.6	4.3	5.8

2) 결함인자 측정

불확도 요인	주파수범위에 따른 불확도 \pm dB			
	150 kHz-1 MHz	1 MHz-10 MHz	10 MHz-100 MHz	100 MHz-230 MHz
네트워크분석기 선형성 오차	0.2309	0.2309	0.2309	0.2309
네트워크분석기 분해능	0.0144	0.0144	0.0144	0.0144
네트워크분석기 잡음 오차	0.02	0.02	0.02	0.02
누설	0.006	0.006	0.006	0.006
부정합	0.1	0.1	0.1	0.1
측정의 랜덤	0.02	0.05	0.05	0.07
교정 어댑터	0.05	0.1	0.2	0.3
합성불확도	0.26	0.28	0.33	0.40
확장불확도 (k=2)	0.52	0.55	0.65	0.80

마. 참고문헌

[1] 전파보호기준, 전파연구소고시 제2011-6호, 2011.1월 19일

[2] KN 61000-4-6, 전도성 RF 전자기장 내성 시험방법, 2008년 5월

9. 정전기발생기의 교정검사

가. 적용범위

이 교정검사절차는 KN 61000-4-2의 정전기방전 내성 시험에 사용하는 정전기발생기가 KN 61000-4-2에에서 규정한 요건에 부합하는지 여부를 확인하기 위한 교정검사에 적용한다.

나. 측정량

- 1) 상승시간 t_r (정전기 펄스에서 상승시 최대전류 10%와 90% 지점 사이의 시간간격, [그림 9-3] 참조)
- 2) 최대 전류
- 3) 30ns에서 전류
- 4) 60ns에서 전류

다. 환경조건

1) 전원

기존전압의 전압변동률이 5 %를 초과하지 않아야 되며, 전압 변동률이 5 % 이상일 경우에는 전압 안정기를 갖출 것.

2) 온도 및 습도

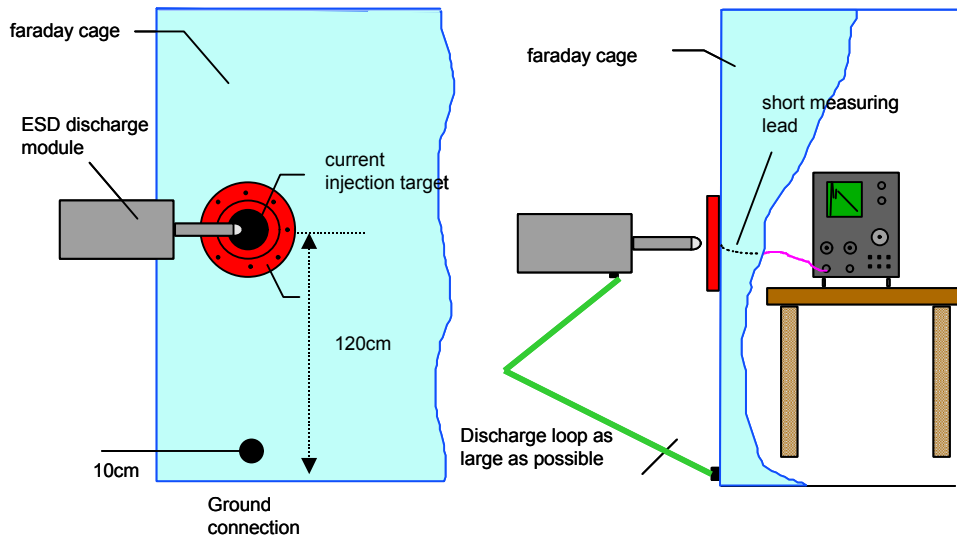
온도는 (23±2 °C) 범위에서 만족해야 하며, 습도는 55 % R.H. 이하가 되어야 한다.

라. 교정절차

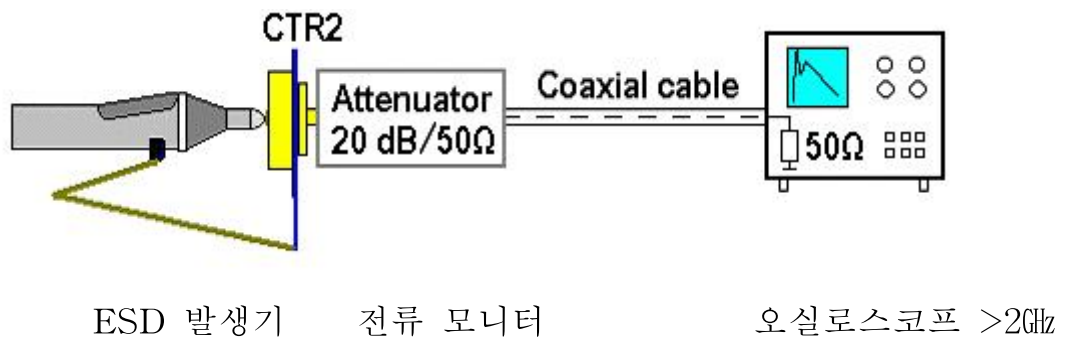
1) 필요장비

NO	장 비	규 격	요 건
1	오실로스코프	10 G sample/s	국가표준소급
2	ESD 타겟	2 ohm	내부교정 점검
3	패러데이 케이지		
4	RF 감쇠기	3dB, 6dB, 10dB, 20dB, 40dB	내부교정 점검
5	Power Splitter	Frequency: DC ~ 18 GHz Max level: 1 W	내부교정 점검

2) 측정구성



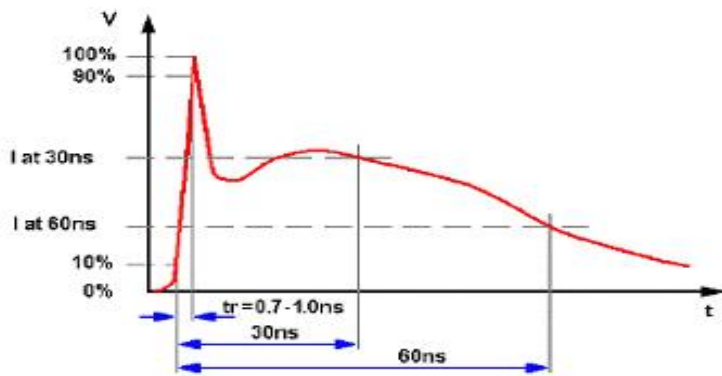
[그림 9-1] 정전기 발생기 교정 전체 구성도



[그림 9-2] 정전기 발생기 교정 세부 구성도

3) 기준 규격

나) 정전기발생기 파형



[그림 9-3] KN 61000-4-2의 정전기 파형 규격

나) 허용범위(KN 61000-4-2)

시험전압	2kV	4kV	6kV	8kV
상승시간	0.7 - 1.0ns	0.7 - 1.0ns	0.7 - 1.0ns	0.7 - 1.0ns
최대전류 I	7.5A ±10%	15.0A ±10%	22.5A ±10%	30.0A ±10%
30ns에서 전류I	4.0A ±10%	8.0A ±10%	12.0A ±10%	16.0A ±10%
60ns에서 전류I	2.0A ±10%	4.0A ±10%	6.0A ±10%	18.0A ±10%

3) 측정절차

가) 교정준비

- ①전원을 공급하거나 연결하기 전에 모든 장비의 설정은 적절한 위치에 놓는다.
- ②모든 시험장비는 전원을 확인한 후 전원을 인가하고 충분한 예열시간을 갖는다.
- ③제작회사, Model, 기기명, 기기번호, 온도, 습도 등 계측기 관련정보를 Data Sheet에 기록한다.
- ④ 정전기발생기 파라미터 설정

	파라미터의 설정값	세부내용
V	2000/4000/6000/8000	시험전압레벨 1~4
Mode	CD	접촉방전
Trigger	AUTO	트리거 모드
Rep	1s	반복률
Count	10 ↓	펄스의 갯수
+/-	Positive, Negative	극성선택

⑤ 조정

조정이 필요한 경우 조정을 실시하고 측정 모델마다 조정 점이 다르므로 해당 매뉴얼을 참조하여 조정하고, 조정전후의 값을 반드시 Data Sheet 및 교정 성적서에 표기하도록 한다.

나) 측정

- ① 정전기발생기에 접촉방전을 위한 시험용 팁을 장착한다.
- ② 정전기발생기의 전원 스위치를 켜다.
- ③ 정전기발생기의 파라미터를 아래표의 조건으로 설정한다.
- ④ 전류모니터(2Ω Target)의 출력을 오실로스코프의 측정 포트에 연결한다. 이때 오실로스코프의 입력임피던스는 반드시 50Ω 으로 설정하여야 한다.
- ⑤ 파형의 교정을 위해 정전기발생기의 시험용 팁을 전류 모니터에 접촉시키고 임펄스를 발생시킨다.
- ⑥ 시험전압은 2kV, 4kV, 6kV, 8kV 따라 측정전압을 바꾸어 가며 실시한다.
- ⑦ KN 61000-4-2의 규격에 따라 상승시간, 최대전류, 30ns 시점의 전류, 60 ns 시점의 전류를 오실로스코프를 이용하여 측정한다.
- ⑧ 측정값은 KN 61000-4-2에서 요구하는 기준에 만족하는지 확인하고 Data Sheet에 기록한다.

마. 적부 판정

교정검사값이 KN 61000-4-2(별표 1 측정설비 교정검사 세부기준)에서 정한 허용값에 범위에 있는지 확인하여 적합 및 부적합에 대하여 판단한 후 측정 전압 별 적부 여부를 교정성적서에 기록한다.

바. 참고문헌

- [1] 전파보호기준, 전파연구소고시 제2011-6호, 2011.1월 19일
- [2] KN 61000-4-2, 정전기방전 내성 시험방법, 2008년 5월

10. 과도전압/버스트 발생기의 교정검사

가. 적용범위

이 교정검사절차는 KN 61000-4-4의 전기적 빠른 과도현상/버스트 내성 시험에 사용하는 과도전압/버스트 발생기가 KN 61000-4-4에서 규정한 요건에 부합하는지 여부를 확인하는 교정검사에 적용한다.

나. 측정량

- 1) 펄스의 최대전압 V_{peak}
- 2) 상승시간 t_r (한 펄스에 대해 상승시 최대전압의 10%와 90% 사이의 시간간격, [그림 10-3]참조)
- 3) 지속시간 또는 펄스폭 t_d (한 펄스에서 상승시 최대전압의 50%와 하강시 최대전압의 50% 가 되는 지점 사이의 시간간격, [그림 10-3]참조)
- 4) 버스트 반복 주파수

다. 환경조건

1) 전압

기존전압의 전압변동률이 5 %를 초과하지 않아야 되며, 전압 변동률이 5 % 이상 일 경우에는 전압 안정기를 갖추어야 한다.

2) 온도 및 습도

온도는 $(23 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C})$ 범위에서 만족해야 하며, 습도는 55 % R.H. 이하가 되어야 한다.

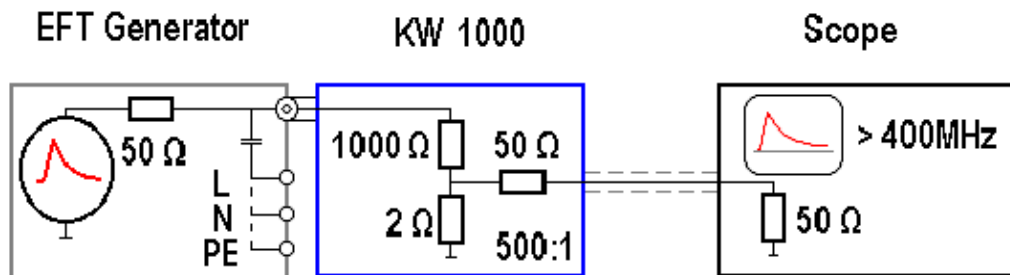
라. 교정절차

1) 필요장비

NO	품 명	규 격	요 건
1	오실로스코프	10 G sample/s	국가표준 소급
2	EFT 감쇠기	50 ohm Matching resistor 100 :1 Attenuation	내부 교정
3	전압프로브 세트		육안점검
4	시험용 케이블 세트		육안점검
5	Power Source Adaptor		육안점검

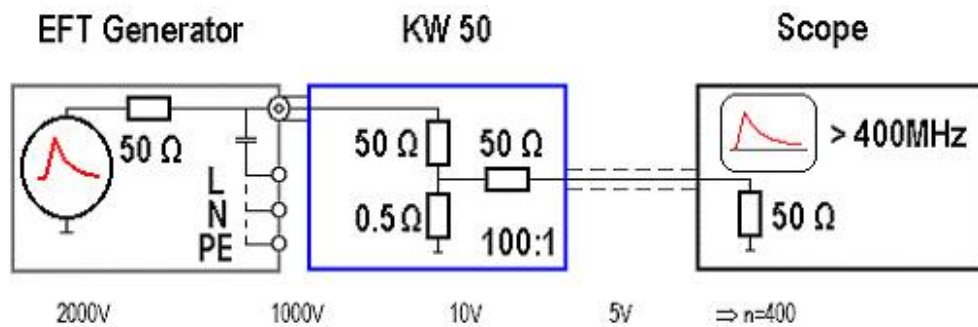
2) 측정구성

가) 1000Ω



[그림 10-1] 버스트 교정을 위한 측정 구성도(1000Ω)

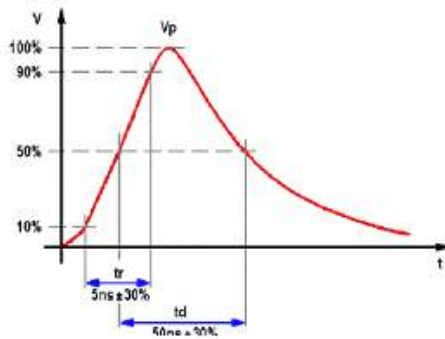
나) 50Ω



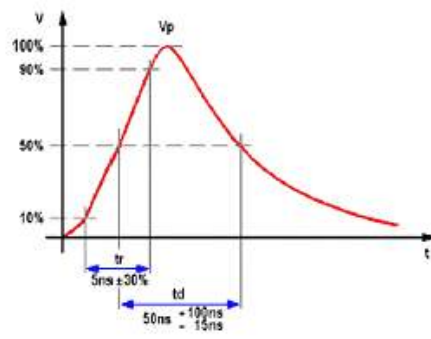
[그림 10-2] 버스트 교정을 위한 측정 구성도(50Ω)

3) 기준 규격

가) EFT/BURST 펄스 파형



50Ω의 파형 정의



1000Ω의 파형 정의

[그림 10-3] KN 61000-4-4의 EFT/BURST 펄스 파형의 규격

나) 허용범위(KN 61000-4-4)

구분	최대전압 V_p	상승시간 t_r	지속시간 t_d
50Ω	$V_p \pm 20\%$	5ns $\pm 30\%$	50ns $\pm 30\%$
100Ω	$V_p \pm 20\%$	5ns $\pm 30\%$	50ns -15/+100ns

설정전압 V_s [kV]	V_p (개방회로) [kV]	V_p (100Ω) [kV]	V_p (50Ω) [kV]	반복주파수 $\pm 20\%$ [kHz]
0.25	0.25	0.24	0.125	5 또는 100
0.5	0.5	0.48	0.25	5 또는 100
1	1	0.95	0.5	5 또는 100
2	2	1.9	1	5 또는 100
4	4	3.8	2	5 또는 100

3) 측정절차

가) 교정준비

- ① 전원을 공급하거나 연결하기 전에 모든 장비의 설정은 적절한 위치에 놓는다.
- ② 모든 시험장비는 전원을 확인한 후 전원을 인가하고 충분한 예열시간을 갖는다.
- ③ 제작회사, Model, 기기명, 기기번호, 온도, 습도 등 계측기 관련정보를 Data Sheet에 기록한다.
- ④ 버스트 발생기 파라미터 설정

파라미터의 설정값		세부내용
V	250/500/1000/2000/4000	시험전압설정
f	5kHz	시험주파수
t _d	15ms	버스트 주기
t _r	300ms	반복률, 두버스트간의 시간
cpl	/	동축형 출력포트에서 측정
+/-	Positive, Negative	극성선택
T	End	시험주기

주의) 각 제작사마다 감쇠량이 다른 감쇠기를 제공함으로 반드시 감쇠량이 얼마인지 확인하고 교정을 하여야 한다.

⑤조정

조정이 필요한 경우 조정을 실시하고 측정 모델마다 조정 점이 다르므로 해당 메뉴얼을 참조하여 조정하고, 조정전후의 값을 반드시 Data Sheet 및 교정 성적서에 표기하도록 한다.

나) 측정

①EFT/BURST 장비의 전원을 켜다.

② EUT 공급용 라인 전원을 장비의 뒷면으로부터 제거한다.

③ 오실로스코프의 입력 임피던스를 50Ω으로 설정한다.

④ 버스트 발생기의 파라메타를 조건에 따라 설정을 바꾸어가며 시험을 실시한다.

⑤ 1000Ω의 시험의 경우

시험을 위하여 1000:1 고 임피던스 감쇠기를 이용하여 EFT /BURST 발생기의 출력을 오실로스코프에 연결한다.

⑥ 50Ω의 시험의 경우

교정을 위하여 50Ω 동축 임피던스 감쇠기를 이용하여 EFT/BURST 발생기의 출력을 오실로스코프에 연결한다.

⑦ KN 61000-4-4 규격에 따라 상승시간(t_r), 지속시간(t_d), 최대 전압, Burst 주파수를 오실로스코프를 이용하여 측정한다.

⑧ 측정된 값을 교정 성적서에 기록한다

마. 적부 판정

교정검사값이 KN 61000-4-4(별표 1 측정설비 교정검사 세부기준)에서 정한 허

용값에 범위에 있는지 확인하여 적합 및 부적합에 대하여 판단한 후 측정 전압
별 적부 여부를 교정성적서에 기록한다.

바. 참고문헌

[1] 전파보호기준, 전파연구소고시 제2011-6호, 2011.1월 19일

[2] KN 61000-4-4, 전기적 빠른 과도현상/버스트 내성 시험방법, 2008년 5월

11. 서지 발생기의 교정검사

가. 적용범위

이 교정검사절차는 KN 61000-4-5의 서지 내성 시험에 사용하는 서지발생기가 KN 61000-4-5에서 규정한 요건에 부합하는지 여부를 확인하는 교정검사에 적용한다.

나. 측정량

1) 개방회로

- ① 서지 최대 전압 V_{Peak}
- ② 전반시간 T_1 (펄스 상승시 최대전압의 30%와 90% 지점 사이의 시간간격에 가중치 1.67를 곱한 시간간격, [그림 11-3] 참조)
- ③ 반치시간 T_2 ([그림 11-3] 참조)

2) 단락회로

- ① 서지 최대 전류 I_{Peak}
- ② 전반시간 T_1 (펄스 상승시 최대전압의 10%와 90% 지점 사이의 시간간격에 가중치 1.25를 곱한 시간간격, [그림 11-5] 참조)
- ③ 반치시간 T_2 ([그림 11-5] 참조)

다. 환경조건

1) 전압

기준전압의 전압변동률이 5 %를 초과하지 않아야 되며, 전압 변동률이 5 % 이상일 경우에는 전압 안정기를 갖추어야 한다.

2) 온도 및 습도

온도는 $(23 \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C})$ 범위에서 만족해야 하며, 습도는 55 % R.H. 이하가 되어야 한다.

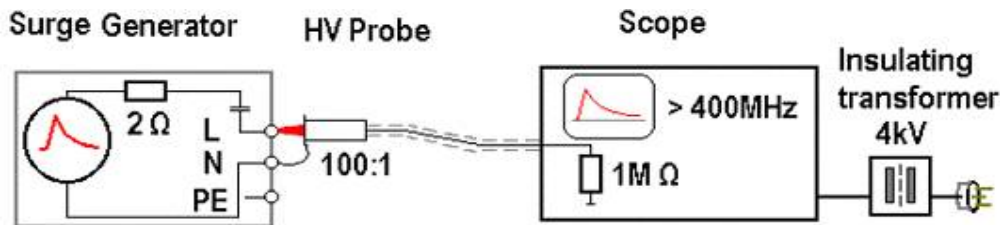
라. 교정절차

1) 필요장비

NO	품 명	규 격	요 건
1	오실로스코프	10 G sample/s	국가표준 소급
2	고 전압프로브		육안점검
3	전압프로브 세트		육안점검
4	시험용 케이블 세트		육안점검
5	Power Source Adaptor		육안점검

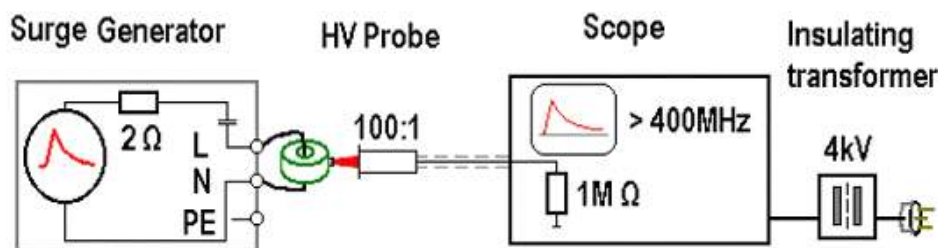
2) 측정구성

가) 개방회로 측정



[그림 11-1] 서지의 개방회로 전압 측정을 위한 구성도 (전압 파형)

가) 단락회로 측정

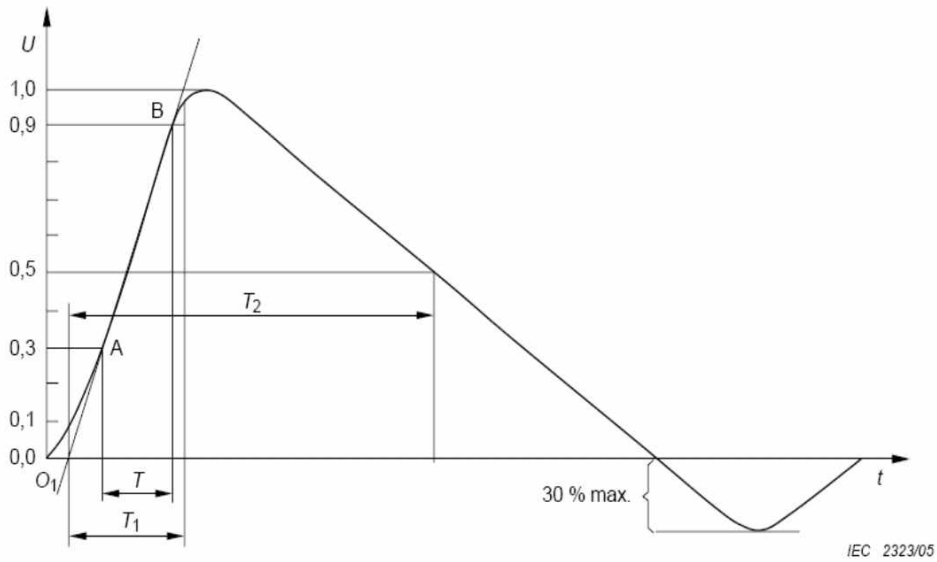


[그림 11-2] 서지의 단락회로 전류 측정을 위한 구성도 (전류 파형)

3) 기준 규격

가) 서지 전압 파형

① 1.2/50μs 파형

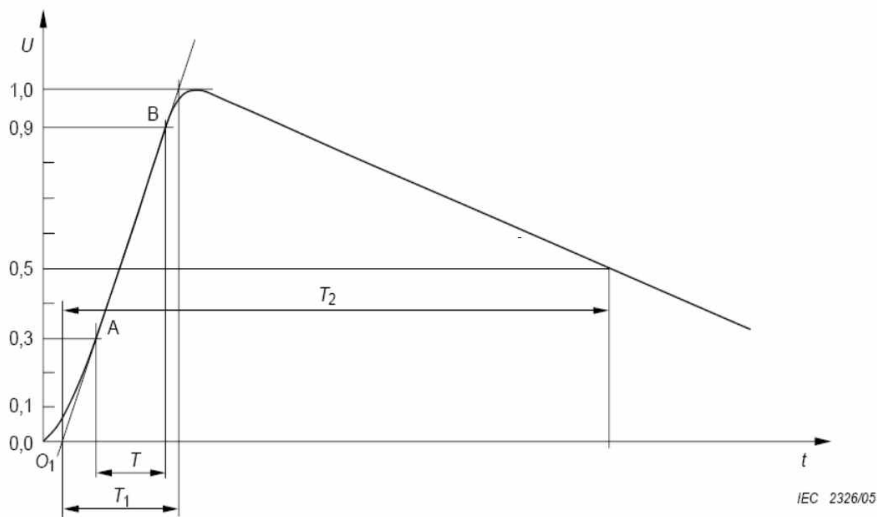


전반시간 : $T_1 = 1.67 \times T = 1.2 \mu s \pm 30\%$

반치시간 : $T_2 = 50 \mu s \pm 20\%$

[그림 11-3] 서지의 개방회로 1.2/50 μs 파형

② 10/700 μs 파형



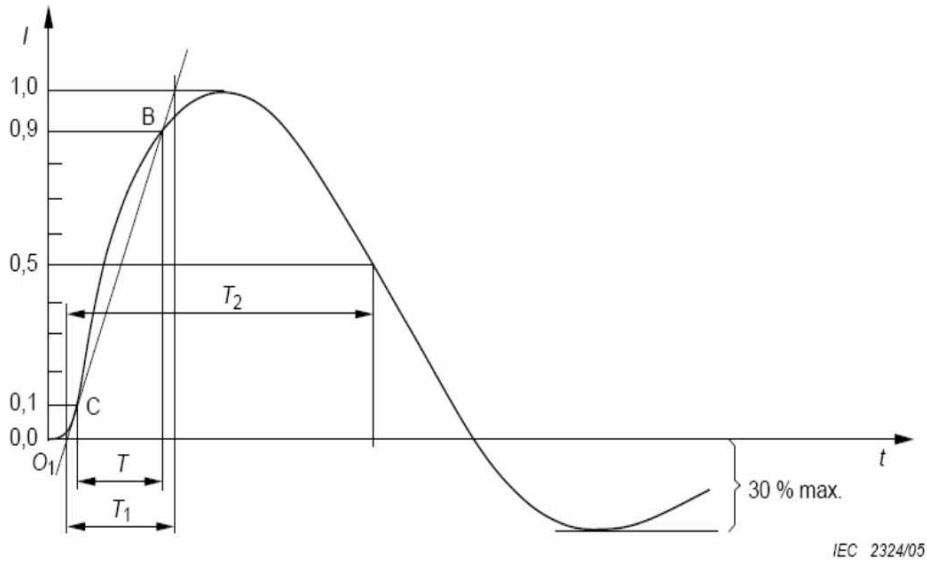
전반시간 : $T_1 = 1.67 \times T = 10 \mu s \pm 30\%$

반치시간 : $T_2 = 700 \mu s \pm 20\%$

[그림 11-4] 서지의 개방회로 10/700 μs 파형

나) 서지 전류 파형

① 8/20 μ s 전류

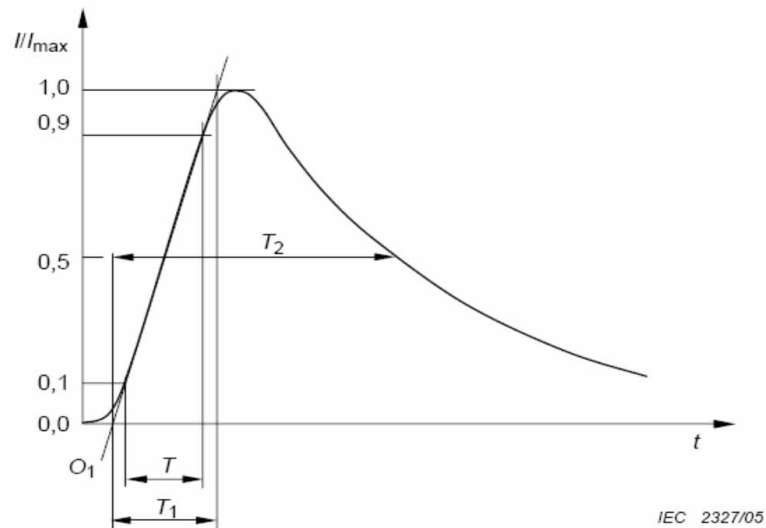


전반시간 : $T_1 = 1.25 \times T = 8\mu\text{s} \pm 20\%$

반치시간 : $T_2 = 20\mu\text{s} \pm 20\%$

[그림 11-5] 서지의 단락회로 8/20 μ s 파형

② 5/320 μ s 서지전류



전반시간 : $T_1 = 1.25 \times T = 5\mu\text{s} \pm 20\%$

반치시간 : $T_2 = 320\mu\text{s} \pm 20\%$

[그림 11-6] 서지의 단락회로 5/320 μ s 파형

나) 허용범위(KN 61000-4-5)

① 개방회로 전압측정

㉠ 1.2/50 μ s

개방회로 첨두전압 $\pm 10\%$	전반시간 [μ s]	반치시간 [μ s]
0.5kV	$1.2 \pm 30\%$	$50 \pm 20\%$
1.0kV		
2.0kV		
4.0kV		

㉡ 10/700 μ s

개방회로 첨두전압 $\pm 10\%$	전반시간 [μ s]	반치시간 [μ s]
0.5kV	$10 \pm 30\%$	$700 \pm 20\%$
1.0kV		
2.0kV		
4.0kV		

① 단락회로 전류측정

㉠ 8/20 μ s

개방회로 첨두전류 $\pm 10\%$	전반시간 [μ s]	반치시간 [μ s]
0.25kA	$8 \pm 30\%$	$20 \pm 20\%$
0.5kA		
1.0kA		
2.0kA		

㉡ 5/320 μ s

개방회로 첨두전류 $\pm 10\%$	전반시간 [μ s]	반치시간 [μ s]
12.5kA	$5 \pm 20\%$	$320 \pm 20\%$
25kA		
50kA		
100kA		

3) 측정절차

가) 교정준비

- ① 전원을 공급하거나 연결하기 전에 모든 장비의 설정은 적절한 위치에 놓는다.
- ② 모든 시험장비는 전원을 확인한 후 전원을 인가하고 충분한 예열시간을 갖는다.
- ③ 제작회사, Model, 기기명, 기기번호, 온도, 습도 등 계측기 관련정보를 Data Sheet에 기록한다.

④ 서지 발생기 파라미터 설정

	파라메타의 설정값	세부내용
V	500/1000/2000/4000	시험전압설정
Rep	10s	반복률, 두 펄스간의 시간
cpl	L-N	출력포트 L-N 사이에서 측정
+/-	Positive, Negative	극성선택
T	Endl	시험주기

⑤조정

조정이 필요한 경우 조정을 실시하고 측정 모델마다 조정 점이 다르므로 해당 메뉴얼을 참조하여 조정하고, 조정전후의 값을 반드시 데이터 쉬트 및 교정 성적서에 표기하도록 한다.

나) 측정

① 개방회로 전압파형 측정

㉠ 서지 장비의 전원을 켜다.

㉡ EUT 공급용 라인 전원을 장비의 뒷면으로부터 제거한다.

㉢ 오실로스코프의 입력 임피던스를 $1M\Omega$ 으로 설정한다.

㉣ 서지 발생기의 파라메타를 측정 조건에 따라 설정한다.

㉤ 100:1 고전압 프로브를 이용하여 L과 N 출력을 오실로스코프에 연결하고 KN 1000-4-5의 규격에 따라 시험레벨을 변경해 가며 전반시간(T_1), 반치시간(T_2), 최대전압(V_{peak})을 측정하여 기록한다.

② 단락회로 전류파형 측정

㉠ 서지 장비의 전원을 켜다.

㉡ EUT 공급용 라인 전원을 장비의 뒷면으로부터 제거한다.

㉢ 오실로스코프의 입력 임피던스를 $1M\Omega$ 으로 설정한다.

㉣ 서지 발생기의 파라메타를 측정 조건에 따라 설정한다.

㉤ 단락회로의 전류

L과 N 사이에 루프를 만들고 전류 프로브를 삽입하여 그출력을 100:1 프로브를 이용하여 오실로스코프에 연결하고 KN 61000-4-5의 규격에 따라 시험 레벨을 변경해 가며 전반시간(T_1), 반치시간(T_2), 최대전류(I_{peak})을 측정하여 기록한다.

마. 적부 판정

교정검사값이 KN 61000-4-5(별표 1 측정설비 교정검사 세부기준)에서 정한 허용값에 범위에 있는지 확인하여 적합 및 부적합에 대하여 판단한 후 적부 여부를 교정성적서에 기록한다.

바. 참고문헌

[1] 전파보호기준, 전파연구소고시 제2011-6호, 2011.1월 19일

[2] KN 61000-4-5, 서지 내성 시험방법, 2008년 5월

12. 전원전압변동장치의 교정검사

가. 적용범위

이 교정검사절차는 KN 61000-4-11의 전압강하, 순간정전 내성 시험에 사용하는 전원전압변동장치가 KN 61000-4-11에서 규정한 요건에 부합하는지 여부를 확인하는 교정검사에 적용한다.

나. 측정량

- 1) 전압 강하
- 2) 순간정전

다. 환경조건

1) 전압

기준전압의 전압변동률이 5 %를 초과하지 않아야 되며, 전압 변동률이 5 % 이상 일 경우에는 전압 안정기를 갖추어야 한다.

2) 온도 및 습도

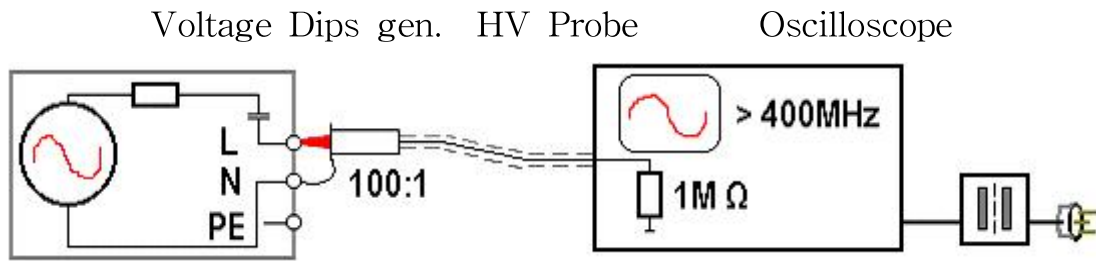
온도는 (23 ± 2 °C) 범위에서 만족해야 하며, 습도는 55 % R.H. 이하가 되어야 한다.

라. 교정절차

1) 필요장비

NO	품 명	규 격	요 건
1	오실로스코프	10 G sample/s	국가표준 소급
2	고 전압프로브		육안점검
3	전압프로브 세트		육안점검
4	시험용 케이블 세트		육안점검
5	Power Source Adaptor		육안점검

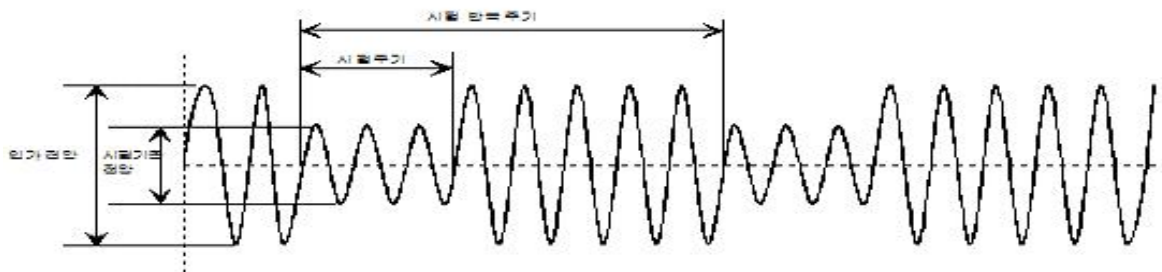
2) 측정구성



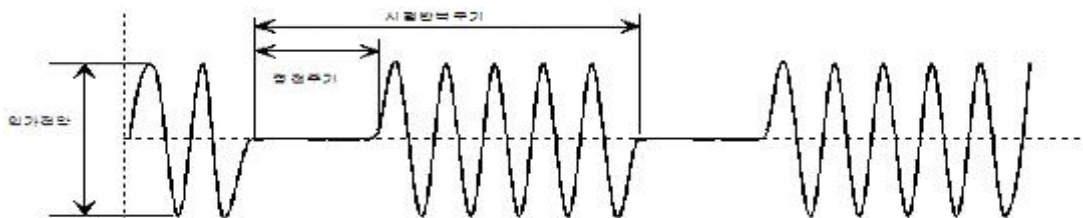
[그림 12-1] 전압강하 및 순간정전 측정 구성

3) 기준 규격

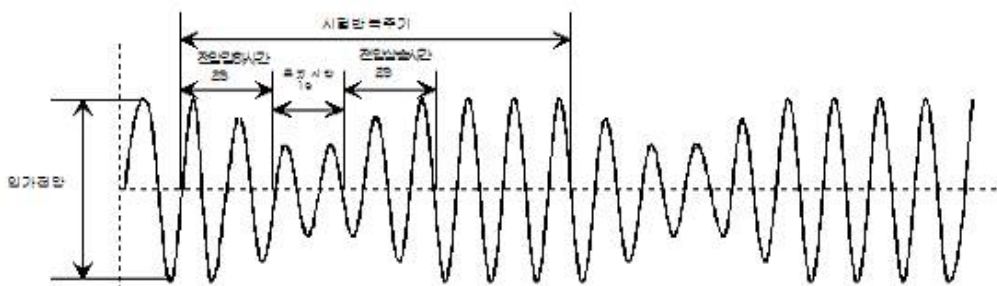
가) 시험파형



전압강하 시험 파형 (DIP)



순간정전 시험 파형(INTERRUPTION)



전압변동 시험파형(VARIATIONS)

나) 허용범위(KN 61000-4-5)

시험레벨[% U_T]	전압강하와 순간정전[% U_T]	허용범위[%]
0	100	$\pm 5\%$
40	60	
70	30	

3) 측정절차

가) 교정준비

- ① 전원을 공급하거나 연결하기 전에 모든 장비의 설정은 적절한 위치에 놓는다.
- ② 모든 시험장비는 전원을 확인한 후 전원을 인가하고 충분한 예열시간을 갖는다.
- ③ 제작회사, Model, 기기명, 기기번호, 온도, 습도 등 계측기 관련정보를 Data Sheet에 기록한다.
- ④ 전압전원변동장치 파라미터 설정
- ⑤ 조정

조정이 필요한 경우 조정을 실시하고 측정 모델마다 조정 점이 다르므로 해당 매뉴얼을 참조하여 조정하고, 조정전후의 값을 반드시 Data Sheet 및 교정 성적서에 표기하도록 한다.

나) 측정

① 전압강하(Dip)

- ㉠ 장비의 전원을 켜다.
- ㉡ 장비에서 위상에 대한 에러가 있는지 확인한다. 만일 위상에러가 있다면 전원라인을 반대로 바꾸어 주어야 한다.
- ㉢ 오실로스코프의 입력 임피던스를 $1M\Omega$ 으로 설정한다.
- ㉣ 발생기의 파라메타를 교정하고자 하는 환경으로 설정한다.
- ㉤ L과 N 라인에 100:1 프로브를 삽입하여 그 출력을 오실로스코프에 연결하고 KN6 1000-4-11의 규격에 따라 시험 레벨을 변경해 가며 교정을 진행한다.
- ㉥ 전원전압변동 발생장치에서 원하는 전압강하(Dip)을 선택하고 전원전압변동 발생기를 동작 시킨다.
- ㉦ 이때 측정된 전원변동 파형은 Oscilloscope에 나타나며 이 교정결과를 교정 성적서에 첨부한다.

② 순간정전(Interruption)

전압강하의 측정절차와 같으며 다만 ㉮의 전압강하 대신 순간정전을 선택하여 측정한다

③ 전압변동(Variaton)

전압강하의 측정절차와 같으며 다만 ㉮의 전압강하 대신 전압변동을 선택하여 측정한다

마. 적부 판정

교정검사값이 KN 61000-4-11(별표 1 측정설비 교정검사 세부기준)에서 정한 허용값에 범위에 있는지 확인하여 적합 및 부적합에 대하여 판단한 후 적부 여부를 교정성적서에 기록한다.

바. 참고문헌

[1] 전파보호기준, 전파연구소고시 제2011-6호, 2011.1월 19일

[2] KN 61000-4-11, 전압강하, 순간정전 내성 시험방법, 2008년 5월

■[별지 제1호서식] <전자파적합측정설비의 교정검사 기준 및 방법(국립전파연구원공고 제2013-8호)>

교정검사신청서

※ [] 에는 해당되는 곳에 √ 표를 합니다. (이 서식은 전자신청이 가능한 서식입니다)

접수번호		접수일		처리기간 <input type="checkbox"/> 10일	
신청인	상호(명칭)				사업자등록번호
	대표자				
	주 소	전화번호			
	담당자	성명)	연락처)	팩스)	이메일)
교정대상 설비	품명			모델명 (형식명)	
	기기번호			용 도	
제조사	상호(명칭)				
안테나 교정 세부사항	[] 1 m 거리 안테나인자, [] 3 m 거리 안테나인자, [] 10 m 거리 안테나인자 기타사항 ()				

「방송통신기자재등 시험기관의 지정 및 관리에 관한 고시」 제14조에 따라 위와 같이 교정검사를 신청합니다.

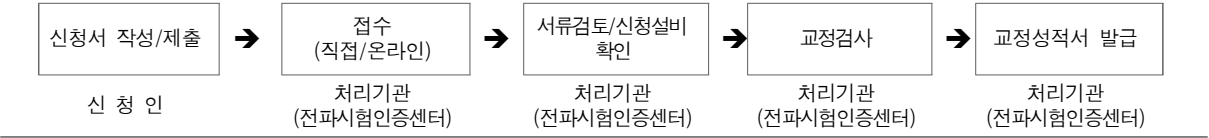
년 월 일

신청인(대표자) (서명 또는 인)

전파시험인증센터장 귀하

제출서류	없음	수수료
		제23조에 따른 해당 수수료

처리절차



교 정 검 사 성 적 서 Certificate of Calibration		교정번호(Certificate No.) :	
		쪽 중 쪽	Page of Pages
① 신청인 (Applicant)	-명칭(Name) : -주소(Address) : -전화번호(Telephone) :		
② 측정기기 Calibration Item	-품명(Description) : -제조사(Manufacturer) : -형식(model) : -기기번호(Serial No.) :		
③ 접수일자 (Date of Receipt)		④ 교정일자 (Date of calibration)	
⑤ 교정장소 (Calibration Site)			
⑥ 교정환경 (Environment)	-온도(Temperatur, °C) : -습도(Humidity, % R.H.) :		
⑦ 교정방법 (Calibration Method)			
⑧ 교정에 사용한 기준기의 소급성(Calibration Traceability)			
사용장비 Standard	형식 Model	기기번호 Serial Number	교정유효일자 Recall Date
⑨ 교정검사결과 (Calibration Result)			
⑩ 불확도 Uncertainty			
⑪ 교정자(Calibrated by) -성명(Name) : -서명(Signature) :		⑫ 교정책임자(Approved by) -성명(Name) : -서명(Signature) :	
위의 교정검사결과는 전파법 제58조의 5에 따라 고시된 방송통신기자재등 시험기관의 지정 및 관리에 관한 고시 제14조의 규정에 의하여 교정검사한 성적서임을 증명합니다. (We certify that this certificate is based on the calibration and the inspection in accordance with the provision of Article 14 of the Rules on Designation and Management of Testing Laboratories for Broadcasting and Communication Equipments according to the provision of Article 58-5 of Radio Law.)			
년 월 일			
전파시험인증센터장		<div style="border: 2px solid red; padding: 5px; display: inline-block;">직인</div>	
Director, Communications Conformity Assessment Center			

[별지 제3호 서식]<전자파적합측정설비의 교정검사 기준 및 방법(국립전파연구원공고 제2013-8호)>

<u>교정검사필증</u> <u>CERTIFICATE OF CALIBRATION</u>	
<u>교정번호</u> <u>Calibration Number.</u>	
<u>교정일자</u> <u>Date of calibration</u>	
<u>전파시험인증센터장</u> 직인 <u>Director, Communications Conformity Assessment Center</u>	

35mm×30mm(스티커용지)

■[별지 제4호서식] <전자파적합측정설비의 교정검사 기준 및 방법(국립전파연구원공고 제2013-8호)>

교정검사성적서 재발급 신청서

※ [] 에는 해당되는 곳에 √ 표를 합니다.

(이 서식은 전자신청이 가능한 서식입니다)

접수번호		접수일		처리기간 <input type="checkbox"/> 즉시	
신청인	상호(명칭)				사업자등록번호
	대표자				
	주 소	전화번호			
	담당자	성명)	연락처)	팩스)	이메일)
교정대상 설비	품명			모델명 (형식명)	
	기기번호			교정검사 필증번호	
재발급 사유					

「전자파적합측정설비의 교정검사 기준 및 절차와 방법에 관한 공고」 제9조 제2항에 따라 위와 같이 교정검사성적서의 재발급을 신청합니다.

년 월 일

신청인(대표자)

(서명 또는 인)

전파시험인증센터장 귀하

제출서류	없음	수수료
		없음

처리절차

