

# 제 출 문

본 보고서를 「CISPR16-1의 EMC수신기 측정항목별 측정 불확도 산출 및 분석연구」 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2002 . 1. .

연구책임자 : 김종학 ( 이천분소 기술과 )

연 구 원 : 박석주 ( 이천분소 기술과 )

박정규 ( 이천분소 기술과 )

장경승 ( 이천분소 기술과 )

박종렬 ( 이천분소 기술과 )

## 요 약 문

1. 과제명 : CISPR16-1의 EMC수신기 측정항목별 측정불확  
도 산출 및 분석연구
2. 연구 기 간 : 2002.1 - 2002.12
3. 연구책임자 : 이천분소 기술과장 김종학
4. 계획 대 진도  
가. 월별 추진내용

세부내용	연구자	월별 추진계획												비 고
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
o 논문 및 관련 국내·외 자료 조사·분석	박정규													
o 전자파 측정기기 및 측정 불확도 관련 법령 및 국제 동향 비교 연구														
- 전파법 관련 부분 분석	박석주													
- CISPR16-1 분석	박정규													
- CISPR16-3 분석	박정규													
- ISO/IEC 불확도 지침서 분석	박정규													
o EMC 수신기 측정 항목별 측정 불확도 산출 연구														
- CISPR16-1의 각 교정 항목별 불확도 요인 분석	박정규													
- CISPR16-1의 각 교정 항목별 측정 불확도에 대한 수학적 모델 연구	박정규													
- B형 불확도 산출 연구	박정규													
- CISPR16-1의 각 교정 항목별 반복 측정 및 A형 불확도 산출	박종렬 장경승													
o 교정 절차서 작성 및 검증	박정규													
o 최종 보고서 작성	박정규													
분기별 수행진도(%)		20		30		30		20		100				

#### 나. 세부 과제별 추진사항

##### ☐ 전자파측정기기 및 측정불확도 관련 법령 및 국제동향 비교

- CISPR16-1의 최근동향 수집 및 분석
- 측정불확도 관련 국내외 문헌 수집 및 동향 분석
  - ISO/IEC 측정불확도 지침서
  - CISPR16-3
  - CISPR16-4
  - 관련 국내외 논문
- 전파법의 관련 부분 분석

##### ☐ CISPR16-1 및 전파법의 관련규정의 EMC수신기 측정항목별 측정 불확도 산출 및 절차 연구

- CISPR16-1의 각 교정 항목별 불확도 추정에 관한 수학적 모델연구
- CISPR16-1의 각 교정 항목별 불확도 인자를 추출하기 위한 측정시스템의 분석
  - 측정시스템 구성에 관한 분석
  - 측정시스템 구성 요소별 불확도 요인 분석
- CISPR16-1의 각 교정 항목별 측정불확도 산출

#### 5. 연구 결과

- EMC수신기 및 관련 규정의 국내외 동향연구
  - 2005년 5월 출판 CISPR16-4 수집
  - CISPR16-4 번역
  - CISPR16-4 규정 전자파장해 측정 불확도요인 분석
  - 전자파장해 측정시 EMC수신기 불확도 항목 연구

- EMC수신기 항목별 교정 수학적모델 및 측정불확도 산출 연구
  - 정현파전압
  - 펄스진폭반응
  - 펄스반복률반응
  - 랜덤잡음
  - VSWR
  - 중간주파수제거비
  - 영상주파수제거비
  - 스퓨리어스감도
  - 선택도
- 보고서 작성 및 고시안 마련

## 6. 기대효과

- 측정의 신뢰성과 소급성을 담보하기 위하여 측정불확도 표시를 의무시 하는 국제추세에 적극적 동참
- EMI의 국가교정기관으로서의 위상 확립
- 국가간상호인정협정(MRA)에 대비
- EMI의 국가교정기관으로서의 서비스 질의 향상

## 7. 기자재 사용 내역

시설·장비명	규격	수량	용도	보유현황	확보방안	비고
Multimeter	UDS5	1	전압레벨	보유		
Voltmeter	URE3	1	피크전압	보유		
Scanner	UVZ	1	전압스캔	보유		
Power sensor	NRVZ5	1	전압센서	보유		
Power splitter	RVZ	1	전압분배	보유		
Pulsgenerator	TS-CISP	1	펄스발생	보유		
Receiver	ESIB26	1	신호수신	보유		
SWR Bridge	ZRC	1	정재파비	보유		
Signal Gen.	SMHU	1	신호발생	보유		

## 8. 기타사항

없음

# SUMMARY

Until recent via period of years, the measurement uncertainty have been argued deeply as the unity task evaluating and expressing them in order to trust the measurement result to be achieved in different nation or engine. Also CISPR managing the EMC problems published CISPR16-4 「Uncertainty in EMC Measurements」 in May 2002.

In this reports we are guided to CISPR16-4 to produce measurement uncertainty for items of EMC receiver according to CISPR16-1. We produce measurement uncertainties of the sine wave voltage accuracy, SWR, pulse amplitude response, pulse repetition response, overall selectivity, intermediate frequency rejection ratio, image frequency rejection ratio, spurious and random noise.

# 목 차

제 1 장 서 론 .....	397
제 2 장 CISPR16-1과 EMC수신기 .....	398
제 3 장 CISPR16-4와 EMC 측정불확도 .....	403
제 1 절 서 언 .....	403
제 2 절 CISPR16-4의 범위 .....	403
제 3 절 EMC 측정불확도와 측정의 적합성 판단 .....	403
제 4 절 전자파장해 측정불확도 인자와 CISPR 측정불확도 .....	405
제 5 절 전자파장해 측정시 EMC수신기에 대해 반드시 고려되어야할 불확도인자 항목 .....	411
제 4 장 CISPR16에 따른 EMC의 측정항목별 측정불확도 .....	412
제 1 절 EMC수신기 교정시스템의 구성 .....	412
제 2 절 EMC수신기의 정현파전압정밀도 측정불확도 ..	413
제 3 절 EMC수신기의 정재파비 측정불확도 .....	418
제 4 절 EMC수신기의 펄스진폭반응 측정불확도 .....	421
제 5 절 EMC수신기의 펄스주파수반응 측정불확도 .....	425
제 6 절 EMC수신기의 선택도, 중간주파수 및 영상주파수 제거비, 스퓨리어스감도, 랜덤잡음 측정불확도 ..	428
제 5 장 결 어 .....	434
* 참고문헌 .....	439



## 제 1 장 서 론

최근에 국내외적으로 측정과 관련된 분야에서 다른 국가나 기관에서 이루어지는 측정결과를 신뢰하고 그 측정결과를 평가하고 표현하는 통일작업으로서 측정불확도 문제를 깊이 논의하였는데 1993년도에 국제표준화 기구 ISO가 BIPM, IEC, IFCC, IUPAC, IUPAP 및 OIML 등의 국제기구와 합동으로 측정불확도 지침인 「Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement」를 출판함으로써 측정불확도의 문제가 국제무대에 본격적으로 등장하게 되었다.

EMC 문제를 관장하는 국제무선장해특별위원회(CISPR)도 2000년 5월에 CISPR 16-3의 초판인 「Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods」를 출판하여 EMC 측정의 통계적 접근 방법 등을 규정하였고 2002년 5월에는 CISPR16-1에서 언급하고 있는 EMI 측정 분야에 대해 CISPR subcommittee A 전파장해측정과 통계적방법을 연구하는 위원회에서 CISPR16-4 「Uncertainty in EMC Measurements」준비함으로 해서 EMC 측정불확도 산출의 기준 근거 및 적합성 판단방법을 제시하여 EMC 측정불확도 산출의 지침 역할을 하게 되었다.

본 보고서는 CISPR16-1을 근간으로 하는 전파연구소고시 제141호 「전자파적합측정설비의 교정검사기준및절차」 제3조 및 제4조에서 규정하는 전계강도를측정하는기기(이하 EMC수신기)에 대한 측정의 소급성과 신뢰성을 확보하기 위하여 EMC수신기 측정항목에 따라 측정불확도에 영향을 미치는 시스템을 분석하고 불확도 인자를 찾아내어 각 측정의 수학적 모델을 세움으로 해서 측정불확도를 산출하였다. 이로서 전자파장해를 측정하는 필수적이고 핵심적인 기기인 EMC 수신기의 교정성적서에 측정불확도를 기재하여 전자파장해 측정에 있어서 소급성과 신뢰성을 확립하는 발판을 마련하게 되었다.

## 제 2 장 CISPR16-1과 EMC수신기

CISPR16은 2002년 5월까지 네 개의 파트가 출판되었는데 다음과 같다.

CISPR 16-1 전파장해 및 내성의 측정기기 및 측정방법에 대한 규정

- Part 1 : 전자파장해 및 내성측정기기

• 1999년 10월 2판

CISPR 16-2 전파장해 및 내성의 측정기기 및 측정방법에 대한 규정

- Part 2 : 전자파장해 와 내성의 측정방법

• 1998년 8월 1.1판

CISPR 16-3 전파장해 및 내성의 측정기기 및 측정방법에 대한 규정

- Part 3 : CISPR의 권고 및 보고사항

• 2000년 5월 초판

CISPR 16-4 전파장해 및 내성의 측정기기 및 측정방법에 대한 규정

- Part 4 : EMC 측정에 있어서 불확도 문제

• 2002년 5월 초판

CISPR 16-1의 Part 1은 주파수 범위 9kHz에서 18GHz 범위에서 전파장해에 의해 유기되는 전압, 전류 그리고 전자기장의 세기를 측정하는 기기의 성능과 특성을 규정하는데 그중 EMC수신기가 한 부분을 차지하고 있다. CISPR 16-1의 Part 1의 1장에서 규정하는 기기와 특수설비는 다음과 같다.

### ① 수신기

a) 준첨두치 측정 수신기

b) 첨두치 측정 수신기

c) 평균치 측정 수신기

d) r.m.s 측정 수신기

### ②위의 수신기이외에 추가 기기

• 스펙트럼분석기

• 스캐닝수신기

• 오디오 주파수 볼트미터

## ②보조측정기구

- artificial mains networks
- current and voltage probes
- absorbing clamp
- 안테나와 측정시험장
- coupling units for current injection on cables
- TEM cell
- reverberating chamber

전파연구소고시 제141호 「전자파적합측정설비의 교정검사기준및절차」 제3조에서 규정하는 전계강도를측정하는기기에는 ①의 기능을 모두 갖추고 있는 기기와 ②에서 ①의 기능을 모두 갖춘 스펙트럼분석기 포함하며 총칭하는 의미로 사용되며 통상 EMC수신기라고 부른다. CISPR 16-1의 Part 1에서 규정하는 EMC수신기가 갖추어야 할 측정항목 다음과 같다.

### ☐ 9kHz - 1000MHz의 준침두치 측정 수신기

- 입력 임피던스
  - ① 0dB 감쇠일 때 2:1를 초과해서는 안됨
  - ② 10dB 감쇠일 때 1.2:1를 초과해서는 안됨
- 기본특성에 대한 규정
- sine-wave voltage accuracy
  - ±2dB이내
- response to pulse
  - amplitude relationship(absolute calibration)
    - ±1.5dB이내
  - variation with repetition(relative calibration)
- 선택도
  - ① A밴드(대역폭 : 200Hz, 중심주파수 : 100kHz)
  - ② B밴드 (대역폭 : 9kHz, 중심주파수 : 1MHz)
  - ② C,D밴드 (대역폭 : 120kHz, 중심주파수 : 100MHz)
    - 중간주파수 제거비 →40dB이상
    - 영상주파수 제거비 →40dB이상

- 스푸리어스 반응 →40dB이상
- 내부변조 효과의 제한
  - 36dB이상
- 수신기잡음과 내부생성 스푸리어스 신호의 제한
  - 랜덤잡음 →1dB이하
  - continuous wave
- 차폐효과
  - 측정수신기로부터 나오는 방사전파의 제한
    - conducted emission
    - radiated emission
- 불연속 전파방해 분석기의 연결용 설비

#### □ 9kHz - 1000MHz의 첨두치 측정 수신기

- 입력 임피던스
  - ① 0dB 감쇠일 때 2:1를 초과해서는 안됨
  - ② 10dB 감쇠일 때 1.2:1를 초과해서는 안됨
- 기본특성
  - bandwidth
  - 충전 및 방전 시정수 비율
  - overloaded factor
- sine-wave voltage accuracy
  - ±2dB이내
- response to pulse
  - ±1.5dB이내
- 선택도
  - 중간주파수 제거비
    - 40dB이상
  - 영상주파수 제거비
    - 40dB이상
  - 스푸리어스 반응
    - 40dB이상
- 수신기잡음과 내부생성 스푸리어스 신호의 제한
  - 랜덤잡음
    - 1dB이하

- continuous wave
- 차폐효과
  - 측정수신기로부터 나오는 방사전파의 제한
    - conducted emission
    - radiated emission
- 9kHz - 1000MHz의 평균치 측정 수신기
  - 입력 임피던스
    - ① 0dB 감쇠일 때 2:1를 초과해서는 안됨
    - ② 10dB 감쇠일 때 1.2:1를 초과해서는 안됨
  - 기본특성
    - bandwidth
    - overloaded factor
  - sine-wave voltage accuracy
    - ±2dB이내
  - response to pulses
    - amplitude relationship
      - ±1.5dB이내(1993.8 초판)
      - ⇒ 2.5dB ~ -0.5dB (1999.10 2판)로 개정
    - variation with repetition
      - 3dB ~ -1dB
  - 선택도
    - 중간주파수 제거비 →40dB이상
    - 영상주파수 제거비 →40dB이상
    - 스푸리어스 반응 →40dB이상
  - 내부변조 효과의 제한
    - 36dB이상
  - 수신기잡음과 내부생성 스푸리어스 신호의 제한
    - 랜덤잡음
      - 1dB이하
    - continuous wave
  - 차폐효과
    - 측정수신기로부터 나오는 방사전파의 제한
      - conducted emission

▸ radiated emission

□ 9kHz - 1000MHz의 RMS 측정 수신기

○ 입력 임피던스

→ ① 0dB 감쇠일 때 2:1를 초과해서는 안됨

② 10dB 감쇠일 때 1.2:1를 초과해서는 안됨

○ 기본특성

-bandwidth

-overloaded factor

○ sine-wave voltage accuracy

→±2dB이내

○ response to pulse

-amplitude relationship

-variation with repetition

○ 선택도

-중간주파수 제거비

→40dB이상

-영상주파수 제거비

→40dB이상

-스푸리어스 반응

→40dB이상

○ 수신기잡음과 내부생성 스푸리어스 신호의 제한

-랜덤잡음

→1dB이하

-continuous wave

○ 차폐효과

-측정수신기로부터 나오는 방사전파의 제한(신설)

▸ conducted emission

▸ radiated emission

위의 EMC 수신기 중에 전파연구소고시 제141호 「전자파적합측정설비의 교정검사기준및절차」에서 채택하여 고시한 수신기형태는 준침두치 측정 수신기와 평균치 측정 수신기이고 교정 및 성능검사 기준은 그대로 적용하였다.

## 제 3 장 CISPR 16-4와 EMC 측정불확도

### 제 1 절 서 언

다년간의 준비기간을 거쳐 2002년 5월에 출판된 CISPR 16-4는 측정기기에 대한 내용을 담고있는 CISPR16-1, 측정방법 규정인 CISPR16-2, 전자파장해에 대한 더 많은 정보 및 불확도에 대한 고려사항 등을 규정한 CISPR16-3을 근간으로 하여 EMC 측정시 측정불확도를 산출하는 기준과 근거를 마련하고 측정의 적합성의 판단방법을 제시함으로써 EMC 측정불확도의 지침이 되는 것을 목적으로 하고 있다. 이는 측정불확도 지침의 최상위에 있는 ISO 지침 「Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement」에 대한 특정분야인 전자파장해(EMC) 측정의 지침이 된다는 것에 그 의미가 있다.

### 제 2 절 CISPR 16-4의 범위

CISPR16-4는 표준기본문서로서, 측정된 량이 CISPR가 규정하는 한계에 적합한가를 결정하는데 측정불확도를 고려해야 함을 규정한다. 어떠한 EMC 시험도 측정결과나 결론에는 시험중에 사용된 계측시스템에 의하여 영향을 받기 때문에 CISPR가 규정하는 전자파장해 측정시 측정불확도의 값을 뒷받침 할 수 있는 실체적인 내용을 포함해야 하며, 측정의 연결고리에서 CISPR16-4에서 예시한 개개의 불확도를 반드시 고려하여 측정불확도를 산출하여 측정의 적합성을 판단해야 한다.

### 제 3 절 EMC측정 불확도와 측정의 적합성 판단

측정결과가 전자파장해의 한계치에 적합한가 또는 적합하지 않은가를 결정할 때, 측정기기의 불확도를 반드시 고려하여야만 한다. 측정을 담당하는 현장 시험실에서 평가하는 측정기기의 불확도는 CISPR16-4의 4장에 따라 평가되어야 하고 각각에서 나열하고 있는 측정 물리량 또는 평가량을 반드시 고려하여야 한다. dB 단위로 표현한 표준불확도  $u(x_i)$ 와 감도계수  $c_i$ 는 추정량  $x_i$  각각에 대해 평가되어야 한다. 측정량의 추정량  $y$ 의 합성표준불확도는 다음과 같은 불확도 전파법칙에 따라 계산한다.

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_i c_i^2 u^2(x_i)}$$

측정을 담당하는 현장 시험실에서 평가한 확장불확도는  $u_{lab} = 2u_c(y)$  이고, 이는 시험보고서에서 반드시 기술되어야 한다.

측정결과가 전자파장해 한계치에 적합한가 또는 적합하지 않은가는 다음과 같은 방법으로 결정한다.

만일, 현장 시험실에서 평가한 확장불확도 값  $u_{lab}$ 이 표 1에서 제시하는 CISPR의 확장불확도 값  $u_{cisp}$  이하일 때 :

- 측정된 값이 CISPR에서 규정하는 전자파장해 한계값을 초과하지 않는다면 그 측정의 결과는 적합하다.
- 만일 측정된 값이 CISPR에서 규정하는 전자파장해 한계값을 초과한다면 그 측정의 결과는 부적합하다.

만일, 현장 시험실에서 평가한 확장불확도 값  $u_{lab}$ 이 표 1에서 보여주는 CISPR의 확장불확도 값  $u_{cisp}$  을 초과하면 :

- 측정값에서  $u_{lab} - u_{cisp}$ 를 더한값이 CISPR에서 규정하는 전자파장해 한계값을 초과하지 않는다면 그 측정의 결과는 적합하다.
- 측정값에서  $u_{lab} - u_{cisp}$ 를 더한값이 CISPR에서 규정하는 전자파장해 한계값을 초과한다면 그 측정의 결과는 부적합하다.

측정종류		$u_{cisp}$
전도방해	9kHz-150kHz	4.0 dB
	150kHz-30MHz	3.6 dB
방해파 파워	30MHz-300MHz	4.5 dB
방사방해(야외시험장 또는 대안시험장에서의 전계강도)	30MHz-1000MHz	5.2 dB
그 외		고려중

표 3.3.1 - CISPR의 확장불확도 값  $u_{cisp}$



## 제 4 절 전자파장해 측정 불확도인자와 CISPR 측정불확도

CISPR 측정불확도  $u_{cisp}$ 는 각각의 전자파장해 측정시 고려하고 있는 수학적모델과 측정에 영향을 미치는 불확도인자를 분석하여 각 측정에서 나타날 수 있는 최악의 불확도를 산출하여 제시함으로써 현장의 시험실에서 측정한 측정값과 불확도를 비교하여 EMC 측정의 적합성을 판단하도록 지침을 제시하였다.

### 1. 전원부 포트에서 전도 장해 측정

측정량  $V$ 는 다음 식과 같이 계산한다.

$$V = V_r + L_c + L_{amn} + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta M + \delta Z$$

입력량	$X_i$	$x_i$ 의 불확도		$u(x_i)$ (dB)	$c_i$	$c_i u(x_i)$ (dB)
		dB	확률분포			
수신기 읽은값	$V_r$	$\pm 0.1$	k=1	0.10	1	0.10
AMN수신기감쇠	$L_c$	$\pm 0.1$	k=2	0.05	1	0.05
AMN전압분배팩터	$L_{amn}$	$\pm 0.2$	k=2	0.10	1	0.10
수신기보정	정현파전압	$\delta V_{sw}$	$\pm 1.0$	k=2	0.50	0.50
	펄스진폭반응	$\delta V_{pa}$	$\pm 1.5$	사각분포	0.87	0.87
	펄스반복률반복	$\delta V_{pr}$	$\pm 1.5$	사각분포	0.87	0.87
	바닥잡음	$\delta V_{nf}$	$\pm 0.0$		0.00	0.00
	AMN수신기부정압	$\delta M$	+0.7/-0.8	U형분포	0.53	0.53
	AMN 임피던스	$\delta Z$	+3.1/-3.6	삼각분포	1.37	1.37
확장불확도 : $U = 2u_c(V) = 3.60dB$						

표 3.4.1.1 50Ω/50μH+5Ω AMN을 이용하여 9kHz-150kHz 범위의 전도장해 측정에 대한 불확도 인자표

입력량	$X_i$	$x_i$ 의 불확도		$u(x_i)(dB)$	$c_i$	$c_i u(x_i)(dB)$
		dB	확률분포			
수신기 읽은값	$V_r$	$\pm 0.1$	k=1	0.10	1	0.10
AMN수신기감쇠	$L_c$	$\pm 0.1$	k=2	0.05	1	0.05
AMN전압분배팩터	$L_{amn}$	$\pm 0.2$	k=2	0.10	1	0.10
수신기보정	정현파전압	$\delta V_{sw}$	$\pm 1.0$	k=2	0.50	0.50
	펄스진폭반응	$\delta V_{pa}$	$\pm 1.5$	사각분포	0.87	0.87
	펄스반복률반응	$\delta V_{pr}$	$\pm 1.5$	사각분포	0.87	0.87
	바닥잡음	$\delta V_{nf}$	$\pm 0.0$		0.00	0.00
AMN수신기부정압	$\delta M$	$+0.7/-0.8$	U형분포	0.53	1	0.53
AMN 임피던스	$\delta Z$	$+2.6/-2.7$	삼각분포	1.08	1	1.08
확장불확도 : $U = 2u_c(V) = 3.97dB$						

표 3.4.1.2 50Ω/50μH AMN을 이용하여 150kHz-30MHz 범위의 전도장해 측정에 대한 불확도 인자표

## 2. 장해파워 측정

측정량 P는 다음 식과 같이 계산된다.

$$P = V_r + L_c + L_{ac} - 10 \log_{10} 50 + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta M + \delta MD + \delta E$$

입력량	$X_i$	$x_i$ 의 불확도		$u(x_i)(dB)$	$c_i$	$c_i u(x_i)(dB)$
		dB	확률분포			
수신기 읽은값	$V_r$	$\pm 0.1$	k=1	0.10	1	0.10
흡수클램프수신기 감쇠	$L_c$	$\pm 0.1$	k=2	0.05	1	0.05
흡수클램프삽입손실	$L_{ac}$	$\pm 3.0$	k=2	1.50	1	1.50
수신기보정	정현파전압	$\delta V_{sw}$	$\pm 1.0$	k=2	0.50	0.50
	펄스진폭반응	$\delta V_{pa}$	$\pm 1.5$	사각분포	0.87	0.87
	펄스반복률반응	$\delta V_{pr}$	$\pm 1.5$	사각분포	0.87	0.87
	바닥잡음	$\delta V_{nf}$	$\pm 0.0$		0.00	0.00
흡수클램프수신기 부정압	$\delta M$	$+0.7/-0.8$	U형분포	0.53	1	0.53
전원부장해영향	$\delta MD$	$\pm 0.0$		0.00	1	0.00
주위환경영향	$\delta E$	$\pm 0.8$	k=1	0.80	1	0.80
확장불확도 : $U = 2u_c(V) = 4.45dB$						

표 3.4.2 30MHz-300MHz 범위의 장해파워 측정에 대한 불확도 인자표

### 3. 야외시험장 또는 대안시험장에서 방사전계장해 측정

측정량 E는 다음 식과 같이 계산된다.

$$P = V_r + L_c + AF + \delta V_{sw} + \delta V_{pa} + \delta V_{pr} + \delta V_{nf} + \delta M \\ + \delta AF_f + \delta AF_h + \delta A_{dir} + \delta A_{ph} + \delta A_{cp} + \delta A_{bal} + \delta SA + \delta d + \delta h$$

입력량		$X_i$	$x_i$ 의 불확도		$u(x_i)$ (dB)	$c_i$	$c_i u(x_i)$ (dB)
			dB	확률분포			
수신기 읽은값		$V_r$	±0.1	k=1	0.10	1	0.10
안테나수신기감쇠		$L_c$	±0.1	k=2	0.05	1	0.05
Biconical안테나팩터		AF	±2.0	k=2	1.00	1	1.00
수신기보정	정현파전압	$\delta V_{sw}$	±1.0	k=2	0.50	1	0.50
	펄스진폭반응	$\delta V_{pa}$	±1.5	사각분포	0.87	1	0.87
	펄스반복률반응	$\delta V_{pr}$	±1.5	사각분포	0.87	1	0.87
	바닥잡음	$\delta V_{nf}$	±0.0		0.00	1	0.00
안테나수신기부정압		$\delta M$	+0.9/-1.0	U형분포	0.67	1	0.67
바이코니칼안테나보정	AF주파수내삽	$\delta AF_f$	±0.3	사각분포	0.17	1	0.17
	AF높이편차	$\delta AF_h$	±0.5	사각분포	0.29	1	0.29
	지향성편차 3m	$\delta A_{dir}$	±0.0		0.00	1	0.00
		$\delta A_{dir}$	±0.0		0.00	1	0.00
		$\delta A_{dir}$	±0.0		0.00	1	0.00
	위상중심 3m	$\delta A_{ph}$	±0.0		0.00	1	0.00
		$\delta A_{ph}$	±0.0		0.00	1	0.00
		$\delta A_{ph}$	±0.0		0.00	1	0.00
	교차편파	$\delta A_{cp}$	±0.0		0.00	1	0.00
	밸런스	$\delta A_{bal}$	±0.3	사각분포	0.17	1	0.17
시험장보정	시험장불완전	$\delta SA$	±4.0	삼각분포	1.63	1	1.63
	분리거리 3m	$\delta d$	±0.3	사각분포	0.17	1	0.17
		$\delta d$	±0.1	사각분포	0.06	1	0.06
		$\delta d$	±0.0		0.00	1	0.00
	탁자높이 3m	$\delta h$	±0.1	k=2	0.05	1	0.05
		$\delta h$	±0.1	k=2	0.05	1	0.05
$\delta h$		±0.1	k=2	0.05	1	0.05	
확장불확도 : $U = 2u_c(V) = 4.95dB$ (거리 3m)							
$U = 2u_c(V) = 4.94dB$ (거리 10m)							
$U = 2u_c(V) = 4.94dB$ (거리 30m)							

표 3.4.3.1 3m, 10m, 30m 거리에서 바이코니칼 안테나를 사용하여주파수범위 30MHz-200MHz 범위의 수평편파의 방사장해 측정에 대한 불확도 인자표

입력량		$X_i$	$x_i$ 의 불확도		$u(x_i)$ (dB)	$c_i$	$c_i u(x_i)$ (dB)	
			dB	확률분포				
수신기 읽은값 <sup>1)</sup>		$V_r$	±0.1	k=1	0.10	1	0.10	
안테나수신기감쇠 <sup>2)</sup>		$L_c$	±0.1	k=2	0.05	1	0.05	
Biconical안테나팩터 <sup>12)</sup>		AF	±2.0	k=2	1.00	1	1.00	
수신기보정	정현파전압 <sup>4)</sup>	$\delta V_{sw}$	±1.0	k=2	0.50	1	0.50	
	펄스진폭반응 <sup>5)</sup>	$\delta V_{pa}$	±1.5	사각분포	0.87	1	0.87	
	펄스반복률반응 <sup>5)</sup>	$\delta V_{pr}$	±1.5	사각분포	0.87	1	0.87	
	바닥잡음 <sup>6)</sup>	$\delta V_{nf}$	±0.5	k=2	0.25	1	0.25	
안테나수신기부정압 <sup>7)</sup>		$\delta M$	+0.9/-1.0	U형분포	0.67	1	0.67	
바이코니칼안테나보정	AF주파수내삽 <sup>13)</sup>	$\delta A_f$	±0.3	사각분포	0.17	1	0.17	
	AF높이편차 <sup>14)</sup>	$\delta A_h$	±0.3	사각분포	0.17	1	0.17	
	지향성편차 <sup>15)</sup>	3m	$\delta A_{dir}$	+1.0/-0.0	사각분포	0.29	1	0.29
		10m	$\delta A_{dir}$	+1.0/-0.0	사각분포	0.29	1	0.29
		30m	$\delta A_{dir}$	+0.5/-0.0	사각분포	0.14	1	0.14
	위상중심 <sup>16)</sup>	3m	$\delta A_{ph}$	±0.0		0.00	1	0.00
		10m	$\delta A_{ph}$	±0.0		0.00	1	0.00
		30m	$\delta A_{ph}$	±0.0		0.00	1	0.00
	교차편파 <sup>17)</sup>	$\delta A_{cp}$	±0.0		0.00	1	0.00	
	밸런스 <sup>18)</sup>	$\delta A_{bal}$	±0.9	사각분포	0.52	1	0.52	
시험장보정	시험장불완전 <sup>19)</sup>	$\delta SA$	±4.0	삼각분포	1.63	1	1.63	
	분리거리 <sup>20)</sup>	3m	$\delta d$	±0.3	사각분포	0.17	1	0.17
		10m	$\delta d$	±0.1	사각분포	0.06	1	0.06
		30m	$\delta d$	±0.0		0.00	1	0.00
	탁자높이 <sup>21)</sup>	3m	$\delta h$	±0.1	k=2	0.05	1	0.05
		10m	$\delta h$	±0.1	k=2	0.05	1	0.05
30m		$\delta h$	±0.1	k=2	0.05	1	0.05	
확장불확도 : $U=2u_c(V)=5.06dB$ (거리 3m)								
$U=2u_c(V)=5.04dB$ (거리 10m)								
$U=2u_c(V)=5.02dB$ (거리 30m)								

표 3.4.3.2 3m, 10m, 30m 거리에서 바이코니칼 안테나를 사용하여 주파수 범위 30MHz-200MHz 범위의 수직편파의 방사장해 측정에 대한 불확도 인자표

입력량		$X_i$	$x_i$ 의 불확도		$u(x_i)$ (dB)	$c_i$	$c_i u(x_i)$ (dB)	
			dB	확률분포				
수신기 읽은값 <sup>1)</sup>		$V_r$	±0.1	k=1	0.10	1	0.10	
안테나수신기감쇠 <sup>2)</sup>		$L_c$	±0.1	k=2	0.05	1	0.05	
Biconical안테나팩터 <sup>12)</sup>		AF	±2.0	k=2	1.00	1	1.00	
수신기보정	정현파전압 <sup>4)</sup>	$\delta V_{sw}$	±1.0	k=2	0.50	1	0.50	
	펄스진폭반응 <sup>5)</sup>	$\delta V_{pa}$	±1.5	사각분포	0.87	1	0.87	
	펄스반복률반응 <sup>5)</sup>	$\delta V_{pr}$	±1.5	사각분포	0.87	1	0.87	
	바닥잡음 <sup>6)</sup>	$\delta V_{nf}$	±0.5	k=2	0.25	1	0.25	
안테나수신기부정압 <sup>7)</sup>		$\delta M$	+0.9/-1.0	U형분포	0.67	1	0.67	
로그주기안테나보정	AF주파수내삽 <sup>13)</sup>	$\delta A_{f_i}$	±0.3	사각분포	0.17	1	0.17	
	AF높이편차 <sup>14)</sup>	$\delta A_{f_h}$	±0.3	사각분포	0.17	1	0.17	
	지향성편차 <sup>15)</sup>	3m	$\delta A_{dir}$	+1.0/-0.0	사각분포	0.29	1	0.29
		10m	$\delta A_{dir}$	+1.0/-0.0	사각분포	0.29	1	0.29
		30m	$\delta A_{dir}$	+0.5/-0.0	사각분포	0.14	1	0.14
	위상중심 <sup>16)</sup>	3m	$\delta A_{ph}$	±1.0	사각분포	0.58	1	0.00
		10m	$\delta A_{ph}$	±0.3	사각분포	0.17	1	0.00
		30m	$\delta A_{ph}$	±0.1	사각분포	0.06	1	0.00
	교차편파 <sup>17)</sup>	$\delta A_{cp}$	±0.9	사각분포	0.52	1	0.52	
	밸런스 <sup>18)</sup>	$\delta A_{bal}$	±0.0		0.00	1	0.00	
시험장보정	시험장불완전 <sup>19)</sup>	$\delta SA$	±4.0	삼각분포	1.63	1	1.63	
	분리거리 <sup>20)</sup>	3m	$\delta d$	±0.3	사각분포	0.17	1	0.17
		10m	$\delta d$	±0.1	사각분포	0.06	1	0.06
		30m	$\delta d$	±0.0		0.00	1	0.00
	탁자높이 <sup>21)</sup>	3m	$\delta h$	±0.1	k=2	0.05	1	0.05
		10m	$\delta h$	±0.1	k=2	0.05	1	0.05
30m		$\delta h$	±0.1	k=2	0.05	1	0.05	
확장불확도 : $U=2u_c(V)=5.19dB$ (거리 3m)								
$U=2u_c(V)=5.06dB$ (거리 10m)								
$U=2u_c(V)=5.02dB$ (거리 30m)								

표 3.4.3.3 3m, 10m, 30m 거리에서 로그주기 안테나를 사용하여 주파수범위 200MHz-1GHz 범위의 수평편파의 방사장해 측정에 대한 불확도 인자표

입력량		$X_i$	$x_i$ 의 불확도		$u(x_i)$ (dB)	$c_i$	$c_i u(x_i)$ (dB)	
			dB	확률분포				
수신기 읽은값 <sup>1)</sup>		$V_r$	±0.1	k=1	0.10	1	0.10	
안테나수신기감쇠 <sup>2)</sup>		$L_c$	±0.1	k=2	0.05	1	0.05	
Biconical안테나팩터 <sup>12)</sup>		AF	±2.0	k=2	1.00	1	1.00	
수신기보정	정현파전압 <sup>4)</sup>	$\delta V_{sw}$	±1.0	k=2	0.50	1	0.50	
	펄스진폭반응 <sup>5)</sup>	$\delta V_{pa}$	±1.5	사각분포	0.87	1	0.87	
	펄스반복률반응 <sup>5)</sup>	$\delta V_{pr}$	±1.5	사각분포	0.87	1	0.87	
	바닥잡음 <sup>6)</sup>	$\delta V_{nf}$	±0.5	k=2	0.25	1	0.25	
안테나수신기부정압 <sup>7)</sup>		$\delta M$	+0.9/-1.0	U형분포	0.67	1	0.67	
로그주기안테나보정	AF주파수내삽 <sup>13)</sup>	$\delta A F_f$	±0.3	사각분포	0.17	1	0.17	
	AF높이편차 <sup>14)</sup>	$\delta A F_h$	±0.1	사각분포	0.06	1	0.06	
	지향성편차 <sup>15)</sup>	3m	$\delta A_{dir}$	+1.0/-0.0	사각분포	0.29	1	0.29
		10m	$\delta A_{dir}$	+1.0/-0.0	사각분포	0.29	1	0.29
		30m	$\delta A_{dir}$	+0.5/-0.0	사각분포	0.14	1	0.14
	위상중심 <sup>16)</sup>	3m	$\delta A_{ph}$	±1.0	사각분포	0.58	1	0.58
		10m	$\delta A_{ph}$	±0.3	사각분포	0.17	1	0.17
		30m	$\delta A_{ph}$	±0.1	사각분포	0.06	1	0.06
	교차편파 <sup>17)</sup>	$\delta A_{cp}$	±0.9	사각분포	0.52	1	0.52	
	밸런스 <sup>18)</sup>	$\delta A_{bal}$	±0.0		0.00	1	0.00	
시험장보정	시험장불완전 <sup>19)</sup>	$\delta SA$	±4.0	삼각분포	1.63	1	1.63	
	분리거리 <sup>20)</sup>	3m	$\delta d$	±0.3	사각분포	0.17	1	0.17
		10m	$\delta d$	±0.1	사각분포	0.06	1	0.06
		30m	$\delta d$	±0.0		0.00	1	0.00
	타자높이 <sup>21)</sup>	3m	$\delta h$	±0.1	k=2	0.05	1	0.05
		10m	$\delta h$	±0.1	k=2	0.05	1	0.05
30m		$\delta h$	±0.1	k=2	0.05	1	0.05	
확장불확도 : $U=2u_c(V)=5.18dB$ (거리 3m)								
$U=2u_c(V)=5.05dB$ (거리 10m)								
$U=2u_c(V)=5.01dB$ (거리 30m)								

표 3.4.3.4 3m, 10m, 30m 거리에서 로그주기 안테나를 사용하여 주파수범위 200MHz-1GHz 범위의 수직편파의 방사장해 측정에 대한 불확도 인자표

## 제 5 절 전자파장해 측정시 EMC수신기에 대해 반드시 고려되어야 하는 불확도 항목

CISPR16-4에 따르면 전자파 장해측정에 대하여 고려해야할 불확도 측정량 및 방법은 다음과 같이 정리할 수가 있다.

-전원부 포트(mains port)에서 전도방해의 측정

- $50\Omega/50\mu H+5\Omega$  AMN을 이용하여 9kHz-150kHz 범위의 전도장해 측정에 대한 수학적 모델 및 불확도인자
- $50\Omega/50\mu H$  AMN을 이용하여 150kHz-30MHz 범위의 전도장해 측정에 대한 수학적 모델 및 불확도인자

-방해파 파워 측정

- 30MHz-300MHz 범위 장해파워 측정에 대한 수학적 모델 및 불확도인자

-야외시험장이나 대안시험장에서 방사장해전계 측정

- 3m, 10m, 30m 거리에서 바이코니칼 안테나를 사용하여 30MHz-200MHz 범위의 수평편파의 방사장해 측정에 대한 수학적 모델 및 불확도 인자
- 3m, 10m, 30m 거리에서 바이코니칼 안테나를 사용하여 30MHz-200MHz 범위의 수직편파의 방사장해 측정에 대한 수학적 모델 및 불확도 인자표
- 3m, 10m, 30m 거리에서 로그주기 안테나를 사용하여 200MHz-1GHz 범위의 수평편파의 방사장해 측정에 대한 수학적 모델 및 불확도 인자
- 3m, 10m, 30m 거리에서 로그주기 안테나를 사용하여 200MHz-1GHz 범위의 수직편파의 방사장해 측정에 대한 수학적 모델 및 불확도 인자

위와같은 내용을 살펴보면 전자파장해 측정시 EMC수신기로부터 영향을 받는 측정불확도는 4가지로 정리되는데 다음과 같다.

-정현파전압

-펄스진폭반응

-펄스반복률반응

-바닥잡음

시험기관에서 EMC 측정불확도를 산출하기 위하여 위의 네가지 항목에 대한 불확도를 알아야 하기 때문에 교정기관에서 전자파장해 측정용 EMC수신기를 교정할 때 그 값을 반드시 보고해야하는 사항이다.

## 제 4 장 CISPR에 따른 EMC수신기의 측정항목별 측정불확도

### 제 1 절 EMC수신기 교정시스템의 구성

EMC수신기가 CISPR16-1에 규정에 따른 성능을 만족하는지를 검사 교정하는 시스템의 구성은 다음의 그림 4.1.1과 같다. 여기서 루비듐원기(XSRM)는 신호발생기(SMHU), 예비신호발생기(SMH) 그리고 스펙트럼분석기(FSAS)의 주파수기준을 제공한다. 측정항목별 표준기는 다음과 같다.

- 입력임피던스 : 신호발생기(SMHU), 스텝감쇠기(RSP), SWR Bridge, 디지털멀티미터(NRV), RMS peak Voltmeter(URE)
- 정현파전압정밀도 :신호발생기(SMHU),스텝감쇠기(RSP), Power splitter, 디지털멀티미터(NRV), MS peak Voltmeter(URE)
- 펄스감도 : CISPR 펄스발생기(TS909C6)
- 선택도, 중간주파수제거, 영상주파수 제거, 스푸리어스, 랜덤잡음 : 신호발생기(SMHU), 스텝감쇠기(RSP)

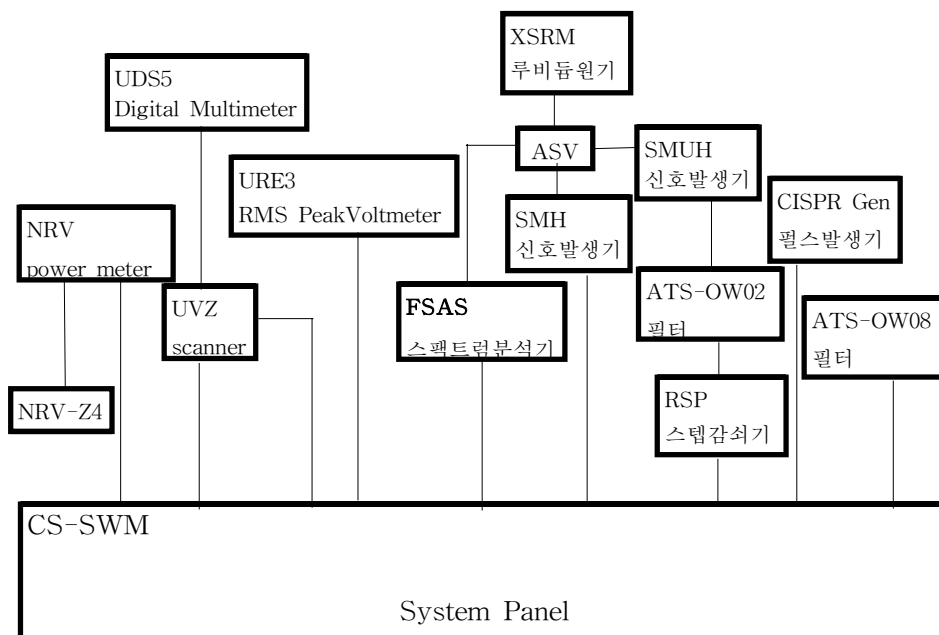


그림 4.1 EMC 수신기 교정시스템의 구성도



## 제 2 절 EMC수신기의 정현파전압정밀도 측정불확도

정현파전압정밀도를 교정하는 시스템은 그림 4.2와 같이 구성되어있다.

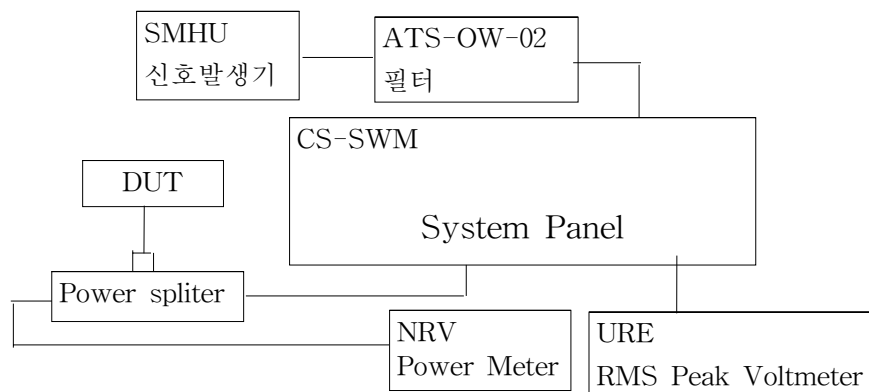


그림 4.2.1 Sinewave Voltage accuracy  
측정시스템 구성도

정현파전압정밀도는 대상장비(DUT)에 기준신호인 정현파를 공급하여 각 해당모드(첨두치, 준첨두치, 평균치, 실효치)에 따라 측정하게 되어있는데 주파수 범위 0.15MHz-1GHz(B,C,D 밴드)중 CISPR16-1에서 규정하는 시험주파수(24개 주파수 포인트)의 기준신호가 전력분배기(Power Splitter)에 입력되면 똑같은 크기의 파워가 DUT와 Power Meter에 분기되어 각각 읽히기 된다. 이때 DUT가 지시한 값과 표준기인 Power Meter가 지시한 값을 비교함으로써 DUT의 전압정밀도를 평가한다. CISPR16-1에서 DUT의 지시값과 표준기의 지시 값의 차이가  $\pm 2\text{dB}$ 를 넘지 않도록 규정되어 있다. 준첨두치에 대한 측정결과의 예는 표 4.2에서 보여준다.

준 침두치 정현파 전압 정밀도(QP Sine-Wave Voltage Accuracy)					
주파수 (MHz)	허용치 (dB)	기준 레벨	측 정 값	편차 (dB)	적부(P/F)
0.150	±2.0	99.91	99.10	-0.81	P
0.500	±2.0	99.98	99.70	-0.28	P
1.000	±2.0	99.94	99.50	-0.44	P
2.000	±2.0	99.90	99.30	-0.60	P
5.000	±2.0	100.00	99.60	-0.40	P
10.000	±2.0	99.91	99.50	-0.41	P
20.000	±2.0	100.00	99.60	-0.40	P
30.000	±2.0	100.01	99.50	-0.51	P
30.000	±2.0	99.99	100.20	0.21	P
50.000	±2.0	99.99	100.10	0.11	P
80.000	±2.0	99.99	100.00	0.01	P
100.000	±2.0	100.01	100.00	-0.01	P
150.000	±2.0	99.98	100.10	0.12	P
200.000	±2.0	100.00	100.10	0.10	P
250.000	±2.0	99.99	100.10	0.11	P
300.000	±2.0	100.00	100.10	0.10	P
300.000	±2.0	100.00	100.10	0.10	P
400.000	±2.0	99.99	100.00	0.01	P
500.000	±2.0	100.00	100.30	0.30	P
600.000	±2.0	99.99	100.00	0.01	P
700.000	±2.0	100.01	100.10	0.09	P
800.000	±2.0	99.99	100.20	0.21	P
900.000	±2.0	100.01	100.20	0.19	P
1000.000	±2.0	99.96	100.10	0.14	P

표 4.2.1 준 침두치 정현파 전압 정밀도 측정결과의 예

정현파전압정밀도의 측정불확도를 평가하기 위하여 그림 4.2.2를 고려하자.

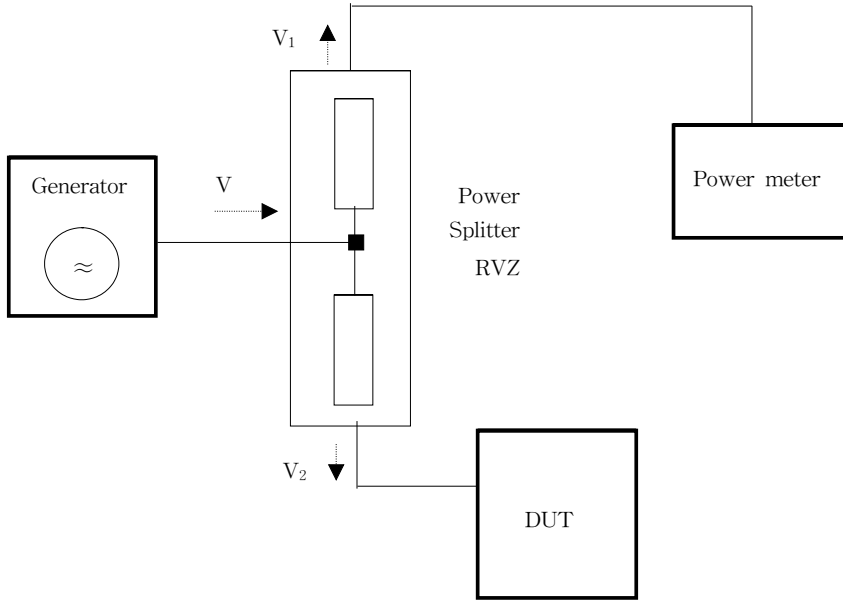


그림 4.2.2 Test setup for sinewave accuracy

S/G로부터 전압  $V$ 가 전력분배기로 입력되면 이상적인 전력분배기에 대하여 표준기와 DUT로 출력되는 전압은  $V_1 = V_2 = V/2$ 이 될 것이다. 그러나 실제로 전력분배기는 완전할수도 없고 표준기가 지시한 값도 표준기의 분해능이나 표준기와 전력분배기의 부정합등에 의하여  $V_1$ 과  $V_2$ 는 차가 생긴다. 그러므로  $\Delta V = V_1 - V_2 = \delta V_{split} + \delta V_{splnrv}^{match} + \delta V_{nrv}^{read}$ 로 가정할 수 있다 여기서

$\delta V_{split}$  : 전력분배기가 표준기와 DUT로 분배할 때 일어나는 전압의 편차 및 위상차에 의하여 야기되는 오차

$\delta V_{splnrv}^{match}$  : 표준기 센서인 NRV와 전력분배기 표준기쪽 출력단자 사이의 부정합에 의하여 야기되는 오차

그러므로 합성표준불확도는 불확도 전과법칙에 따라

$$u_{\Delta V}^2 = \left( \frac{\partial \Delta V}{\partial \delta V_{split}} \right)^2 u_{\delta V_{split}}^2 + \left( \frac{\partial \Delta V}{\partial \delta V_{splnrv}^{match}} \right)^2 u_{\delta V_{splnrv}^{match}}^2$$

$= u_{\delta V_{split}}^2 + u_{\delta V_{match}^{split}}^2$ 로 표현된다.

전력분배기의 분배전압 차이를  $d$ 라하고 위상차를  $\Phi$ 라 하고 DUT쪽으로 분배되는 전압을  $V_0 e^{jk\beta}$ 라 하면 표준기쪽의 전압은  $(V_0 + d)e^{jk\beta + \phi}$ 이다. 그러므로 표준기쪽 출력과 DUT 쪽의 전압차는  $(V_0 + d)e^{jk\beta + \phi} - V_0 e^{jk\beta}$ 이 된다. 이 전압차의 최대값은

$$V_{\max} = \sqrt{(V_0 + d)^2 + V_0^2 - 2V_0(V_0 + d)\cos\phi} = \sqrt{d^2 + 2dV_0(1 - \cos\phi)}$$

이고 최소값은

$V_{\min} = \sqrt{(V_0 + d)^2 + V_0^2 - 2V_0(V_0 + d)} = d$  이다. 이 전압차의 분포는 직각 분포로 가정되고 불확도는

$$u_{\delta V_{split}} = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{2\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{d^2 + 2dV_0(1 - \cos\phi)} - d}{2\sqrt{3}} \text{ 이 된다.}$$

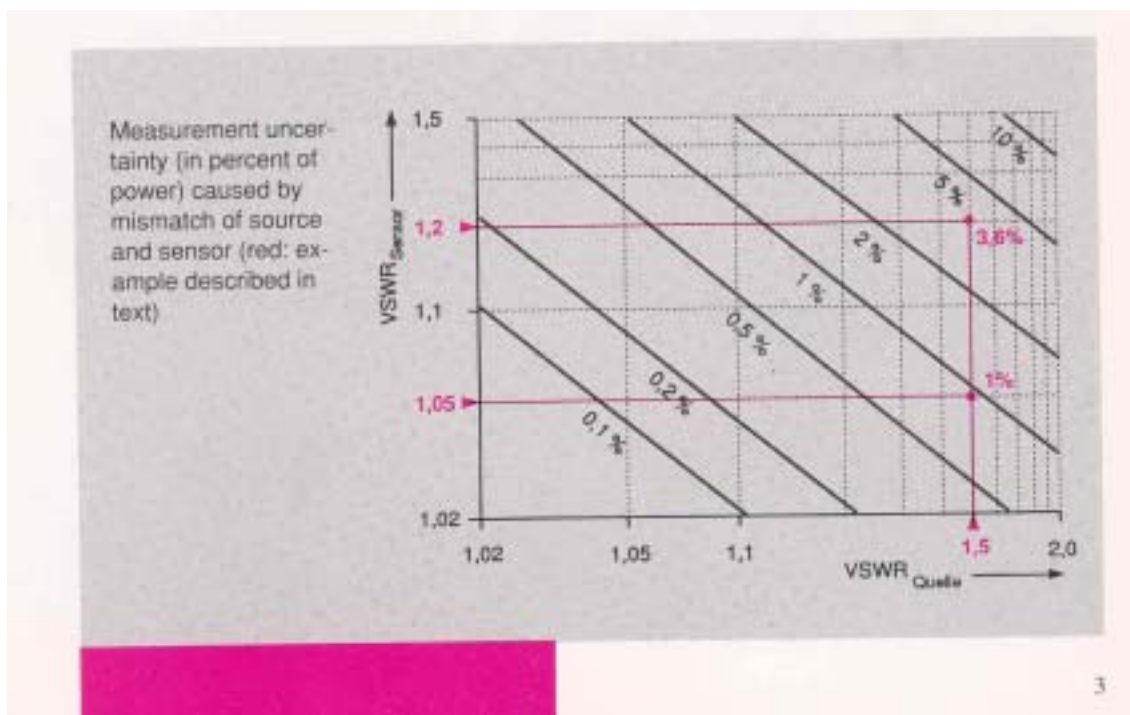
분배기의 전압편차에 따른 불확도를 구하기 위한 독일 R&S사의 Splitter RVZ의 스펙일부가 표 4.2.2에 나타나있다. 이것에 의하여 계산한 불확도는 0.0141dB이다.

Specifications of Power Splitter RVZ	
Input VSWR	$\leq 1.1$
Outputs VSWR	$\leq 1.1$
Level deviation of outputs	$d \leq 0.1\text{dB}$
Phase deviation of outputs	$\Phi \leq 2^\circ$

표 4.2.2 Spec. of R/S Power Splitter RVZ

한편 표준기인 파워미터의 파워센서인 NRV-Z5와 전력분배기 입력부와 출력단자의 부정합에 의한 불확도는 NRV-Z5의 매뉴얼에서 보여주는 파워센서의 SWR과 전력분배기의 SWR과의 상관관계에 의한 오차를 나타내는 그래프 4.2로부터 찾아낼 수 있다. 전력분배기 SWR 1.1과 파워센서의 SWR 1.05값으로부터 그래프상의 나타난 오차는 입력전압의 약 0.25%이다. 입력전압이 100dBμV임으로 오차는 0.25dB가 되고 부정합에 의한 불확도의 확률

분포는 U자형분포임으로  $\frac{0.25dB}{2\sqrt{2}} = 0.0884dB$  이다. 그러므로 95%신뢰수준의 확장불확도 U는  $U=2 \times \sqrt{0.0141^2 + 0.0884^2} dB = 0.1790dB$  이다.



그래프 4.2 파워센서의 SWR과 전력분배기의 SWR과의 상관관계 오차

	$X_i$	$c_i$	$u(x_i)$ dB	확률분포	$c_i u(x_i)$ dB
전력분배기 전압편차	$\delta V_{split}$	1	0.0141	직각분포	0.0141
전력분배기와 센서부정합	$\delta V_{split}^{match}$	1	0.0884	U형분포	0.0884
확장불확도		k=2		0.1790dB	

표 4.2,3 정현파전압정밀도 측정불확도

### 제 3 절 EMC수신기의 정재파비 측정불확도

정재파비(SWR)는 신호발생기로부터 입력된 신호가 DUT에서 반사되어 나오는 Return Loss를 파워미터로 측정함으로써 산출하는데 이때 정확한 입력신호와 반사신호를 측정할수 있도록 증개역활을 하는 장비가 SWR Bridge이다. 측정시스템의 구성은 그림 4.3.1과 같다.

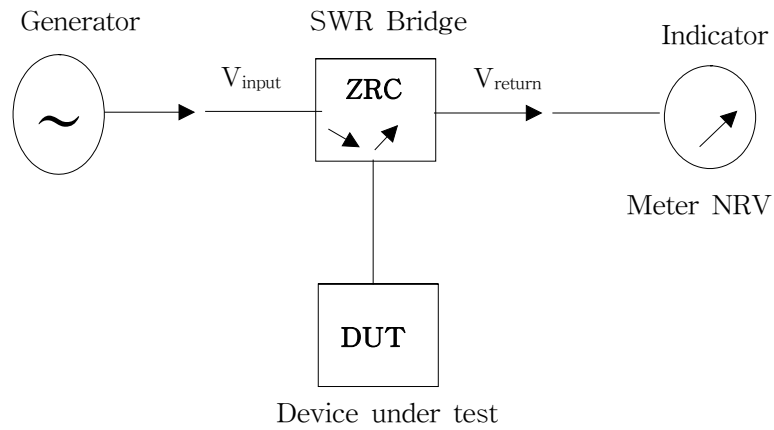


그림 4.3.1 Typical test setup for measuring the reflection coefficient of a DUT

반사계수가  $\Gamma$ 일 때 정재파비는

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

로 주어진다. 반사계수  $\Gamma$ 는 그림 4.3.1에서  $\Gamma = \frac{V_{return}}{V_{input}}$ 으로 정의 된다. 그러나 다음의 그림 4.3.2처럼 SWR Bridge의 directivity와 표준기인 NRV의 분해능력의 오차로 반사되어 나오는 파의 값이 실제반사파보다 더 크게 읽히게 되어 오차를 유발하게 된다.

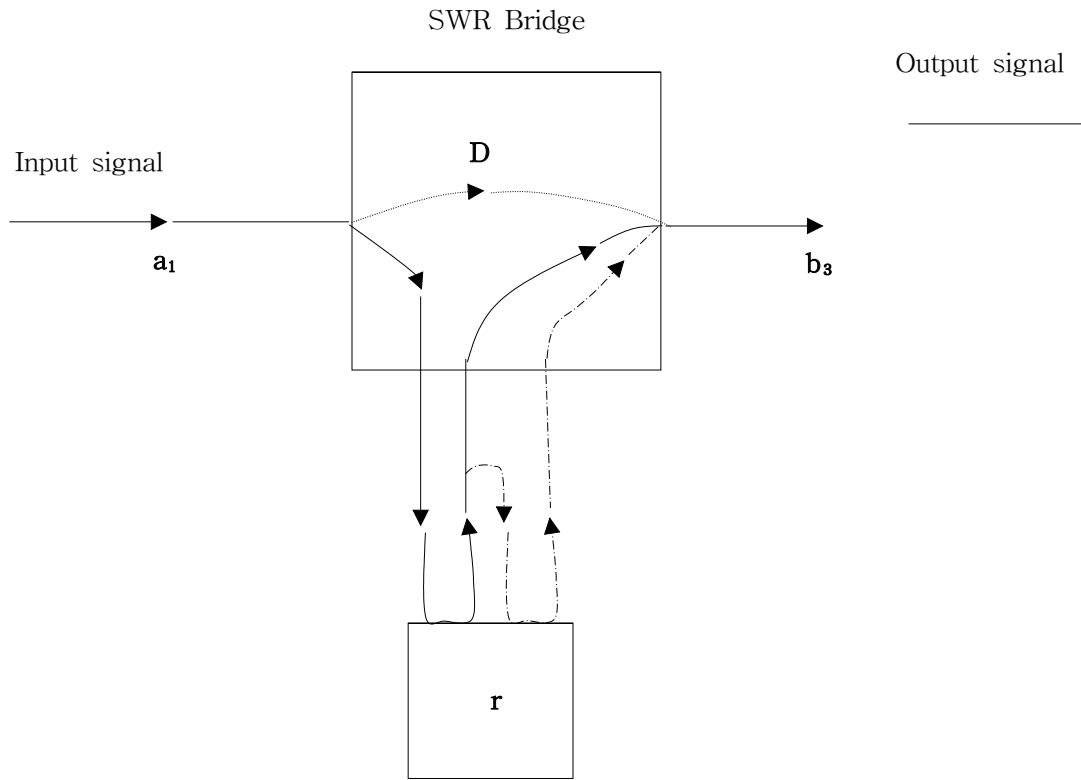


그림 4.3.2 Causes of measurement errors

그러므로 측정에서 계산되는 반사계수는

$$\Gamma' = \frac{V_{return} + \delta V_{dir} + \delta V_{nrV}}{V_{input}} = \Gamma + \frac{\delta V_{dir} + \delta V_{nrV}}{V_{input}} = \Gamma + \delta \Gamma$$

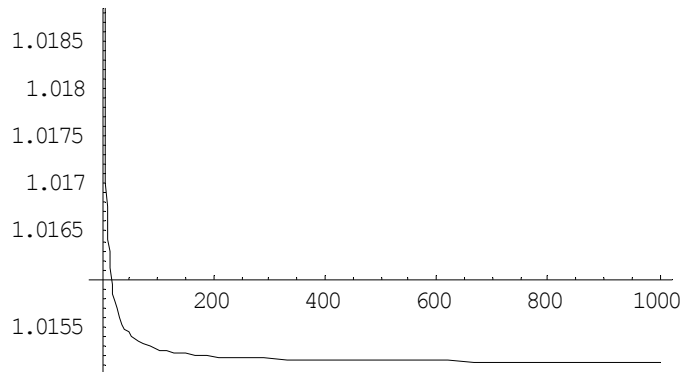
이다. 여기서  $\delta V_{dir}$ 은 SWR Bridge의 directivity에 의한 전압변동값이고  $\delta V_{nrV}$ 는 표준기 NRV의 오차에 의한 전압 변동값이다.

입력 파워가 100dB $\mu$ W일 때 위의 표의 데이터로 계산하면  $\delta \Gamma = 0.015$ 이다. 한편 새롭게 정의되는 정재파비  $s'$ 은

$$s' = \frac{1 + \Gamma + \delta \Gamma}{1 - \Gamma - \delta \Gamma} = \frac{s(2 + \delta \Gamma) + \delta \Gamma}{s(2 - \delta \Gamma) - \delta \Gamma}$$

로 정의된다.  $s'$ 을  $s$ 에 대한 함수로서 다음과 같은 그래프 4.3이 된다.

표 4.3 NRV 측정오차 및 SWR directivity



그래프 4,3 SWR의 최대 및 최소값을 구하기 위한  $s'$ 의  $s$ 에 대한 함수그래프

그러므로  $s'$ 의 최대값은  $s=1$ 일 때  $s_{\max}' = \frac{1+\delta\Gamma}{1-\delta\Gamma} = 1.0305$ 이고 최소값은  $s = \infty$ 일 때  $s_{\min}' = \frac{2+\delta\Gamma}{2-\delta\Gamma} = 1.0151$ 이 된다. 그러므로 정재파비  $s$ 는 최대값 1.0305와 최소값 1.0151 간격을 가진 직각분포이다.

불확도  $u(s)$ 는  $u(s) = \frac{s_{\max} - s_{\min}}{2\sqrt{3}} = 0.00445$  이고 확장불확도는  $1.64 \times u(s) = 0.00890$ 이다.

NRV 측정오차	5nW
SWR directivity	$\geq 40\text{dB}$



## 제 4 절 EMC수신기의 펄스진폭반응 측정불확도

CISPR16-1의 규정에 맞게 제작한 펄스발생기(CISPR 발진기)로 기준펄스를 DUT의 입력측에 공급하여 해당모드에서 펄스증폭에 대한 정확성을 측정하며 측정의 구성은 그림 4.4와 같다.

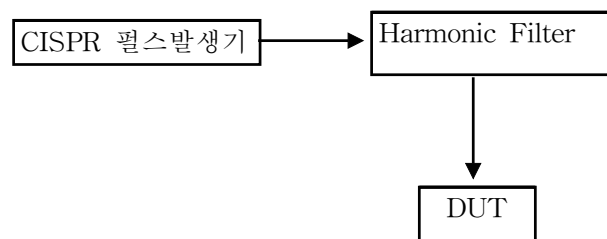


그림 4.4 펄스증폭반응 구성도

펄스발생기의 출력레벨은 밴드 A 및 B는  $66\text{dB}\mu\text{V}$ 이고 밴드 C는  $60\text{dB}\mu\text{V}$  그리고 D밴드는  $58\text{dB}\mu\text{V}$ 이다. 또한 출력펄스의 주파수는 밴드 A에서는  $25\text{Hz}$ 이고 밴드 B, C, D에서는  $100\text{Hz}$ 이다. EMC수신기의 펄스진폭반응을 측정한 예는 표 4.4.1에서 볼수 있다.

준 침두치 펄스증폭감도(QP Pulse Amplitude Sensibility)				
주파수(MHz)	허용치(dB)	기준치(dBμV)	측정값(dBμV)	적부(P/F)
0.150	± 1.5	66.0	66.3	P
0.500	± 1.5	66.0	66.3	P
1.000	± 1.5	66.0	66.4	P
2.000	± 1.5	66.0	66.1	P
5.000	± 1.5	66.0	66.0	P
10.000	± 1.5	66.0	66.0	P
20.000	± 1.5	66.0	66.1	P
30.000	± 1.5	66.0	66.3	P
30.000	± 1.5	60.0	60.2	P
50.000	± 1.5	60.0	60.0	P
80.000	± 1.5	60.0	59.8	P
100.000	± 1.5	60.0	59.8	P
150.000	± 1.5	60.0	59.7	P
200.000	± 1.5	60.0	59.7	P
250.000	± 1.5	60.0	59.1	P
300.000	± 1.5	60.0	59.1	P
300.000	± 1.5	58.0	57.2	P
400.000	± 1.5	58.0	56.9	P
500.000	± 1.5	58.0	57.1	P
600.000	± 1.5	58.0	56.6	P
700.000	± 1.5	58.0	56.6	P
800.000	± 1.5	58.0	56.7	P
900.000	± 1.5	58.0	56.6	P
1000.000	± 1.5	58.0	57.0	P

표 4.4.1 준 침두치 펄스증폭감도 측정예

펄스진폭반응의 측정불확도를 산출하기 위하여 CISPR 펄스발생기 교정성적서를 이용한다. 제작사인 R/S에서 제공한 교정성적서의 관련 데이터는 4.4.2에서 부터 4.4.4까지의 표에서 보여준다.

Pulse repetition frequency			
Frequency	F <sub>min</sub>	F <sub>max</sub>	actual Frequency
Hz	Hz	Hz	Hz
1	0,485	1,515	0,998
2	1,470	2,530	2,000
10	9,350	10,650	9,991
20	19,200	20,800	19,976
100	99,500	100,500	99,912

표 4.4.2 펄스주파수에 대한 교정성적서

Band B		
Pulse repetition frequency		100Hz
Voltage		63,88 V / 6 ns
Nominal level		60 dB $\mu$ V
Frequency	deviation from the nominal level	Expanded uncertainty of measurement
kHz	dB	dB
150	0,367	0,35
500	0,146	0,35
1000	0,036	0,35
2000	-0,190	0,35
5000	-0,648	0,35
8000	-0,862	0,35
10000	-0,872	0,35
15000	-1,058	0,35
20000	-1,236	0,35
25000	-1,488	0,35
30000	-1,789	0,35

표 4.4.3 펄스레벨(밴드B)에 대한 교정성적서

Band C/D		
Pulse repetition frequency	100Hz	
Voltage	186,30 V / 0,4 ns	
Nominal level	60 dB $\mu$ V	
Frequency  MHz	deviation from the nominal level  dB	Expanded uncertainty of measurement  dB
30	0,459	0,39
50	0,117	0,39
70	0,067	0,39
100	-0,035	0,39
200	-0,115	0,39
300	-0,188	0,39
400	-0,449	0,39
500	-0,486	0,39
600	-0,282	0,39
700	-0,843	0,39
800	-1,621	0,39
900	-2,375	0,39
1000	-2,987	0,39

표 4.4.4 펄스레벨(밴드C, D)에 대한 교정성적서

위의 표에 따르면 펄스진폭반응의 측정불확도는 아래표 4.4.5와 같다.

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

표 4.4.5 펄스진폭반응의 측정불확도

## 제 5 절 EMC수신기의 펄스주파수반응 측정불확도

펄스주파수반응의 측정구성은 펄스진폭반응과 마찬가지로 그림 4.5와 같이 펄스 발생기에서 발생시키는 100Hz 주파수의 레벨을 기준으로 하여 각각 20Hz, 10Hz, 2Hz 및 1Hz 펄스신호의 상대레벨을 측정한다. 측정주파수는 각각의 밴드 B, C, D에 따라 10MHz, 150MHz, 500MHz이다. 펄스의 주파수에 따른 기준값과 허용치는 다음의 표 4.5.1과 같다.

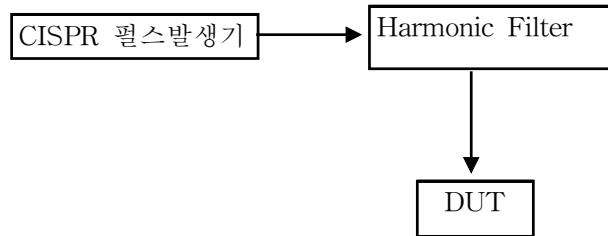


그림 4.5 펄스증폭반응 구성도

펄스반복주파수 (Hz)	밴드별 펄스의 상대등가레벨(dB)			
	A 밴드	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±1.0	+9.0±1.0	+9.0±1.0
10	+4.0±1.0	+10.0±1.5	+14.0±1.5	+14.0±1.5
5	+7.5±1.5	-	-	-
2	+13.0±2.0	+20.5±2.0	+26.0±2.0	+26.0±2.0 *
1	+17.0±2.0	+22.5±2.0	+28.5±2.0	+28.5±2.0 *
독립펄스	+19.0±2.0	+23.5±2.0	+31.5±2.0	+31.5±2.0 *
*표로된 값은 선택사항이며 필수사항은 아님.				

표 4.5.1 펄스의 주파수에 따른 기준값과 허용치

펄스발생기에서 나오는 1Hz, 2Hz, 10Hz, 20Hz 주파수의 펄스레벨에 대한 교정성적서나 매뉴얼등의 어떠한 정보도 없기 때문에 하아모닉 필터를 통하여 DUT에 도달했을 때 각주파수에 따른 신호레벨의 크기를 알아내기 위하여 측정레벨의 오차가  $\pm 0.3\text{dB}$ 이고 측정 digit가 0.01dB인 정밀하고 잘 교정된 R&S 제작 수신기 ESIB26으로 펄스레벨을 측정하였을 때 결과는 표와 4.5.2와 같다. DUT의 펄스반복률감도에 대한 교정을 수행할 때 밴드별로 1Hz, 2Hz, 10Hz, 20Hz 대하여 표의 편차만큼 보정하여야 한다. CISPR 펄스발생기의 교정성적서와 표의 데이터를 이용하고 측정의 수학적 모델로서  $\Delta V = V_{100} - V_i$  (단위는 dB)이용한다. 여기서 i 는 1, 2, 10, 20 이고 측정불확도 관계식은  $u^2(\Delta V) = u^2_{V_{100}} + u^2_{V_i}$  이 된다. 여기서  $u_{V_{100}}$ 은 제 4절의 펄스진폭반응의 밴드별 불확도이고  $u_{V_i}$  펄스주파수가 1Hz, 2Hz, 10Hz, 20Hz일 때 불확도이고 다음과 같이 산출된다.

$$u_i = \sqrt{u_A^2 + u_{ESIB26}^2}$$

여기서  $u_A$ 는 1Hz, 2Hz, 10Hz, 20Hz의 펄스가 발생기에서 발생할 때 반복측정에 의한 A형불확도이고  $u_{ESIB26}$ 는 수신기 ESIB26의 불확도로서 ESIB26의 레벨오차와 digit의 분해능에 의한 불확도 성분의 합성으로서 다음과 같이 계산한다.

$$u_{ESIB26} = \sqrt{\left(\frac{0.3}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{0.01}{2\sqrt{3}}\right)^2} = 0.1732\text{dB}$$

펄스발생기에서 1Hz, 2Hz, 10Hz, 20Hz의 펄스가 발생할 때 레벨의 평균값과 A형불확도는 표 4.5.2와 같다.

1Hz, 2Hz, 10Hz, 20Hz, 100Hz 펄스 레벨측정평균값 및 A형불확도						
펄스주파수 (Hz)	B밴드(단위 dB $\mu$ V)		C밴드(단위 dB $\mu$ V)		D밴드(단위 dB $\mu$ V)	
	평균레벨값	A형불확도	평균레벨값	A형불확도	평균레벨값	A형불확도
100	66.415	0.006708	59.305	0.040339	59.27	0.008433
20	59.704	0.003712	50.17	0.020028	50.14	0.027366
10	55.551	0.015059	45.115	0.021461	45.17	0.022410
2	44.617	0.015059	32.925	0.0135861	33.47	0.026874
1	42.669	0.039397	29.575	0.143707	32.765	0.032189

표 4.5.2 1Hz, 2Hz, 10Hz, 20Hz, 100Hz 펄스 레벨측정평균값 및 A형불확도

$u_i$ 에 대한 위의 방정식과 A형불확도 그리고  $u_{ESIB26}$ 의 값으로부터 펄스주파수 1Hz, 2Hz, 10Hz, 20Hz에 대한 펄스레벨의 각각의 합성불확도는 표 4.5.3과 같다.

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

표 4.5.3 1Hz, 2Hz, 10Hz, 20Hz에 대한 펄스레벨의 합성불확도

그러므로 펄스반복률반응  $\Delta V = V_{100} - V_i$ 의 확장불확도는 다음표 4.5.4 에서  
처럼 구할 수 있다..

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

표 4.5.4 펄스반복률반응  $\Delta V = V_{100} - V_i$ 의 확장불확도



## 제 6 절 EMC수신기의 선택도, 중간주파수, 영상주파수 제거비, 스퓨리어스감도, 랜덤잡음 측정불확도

### 1. 선택도, 중간주파수제거비, 영상주파수제거비, 스퓨리어스감도, 랜덤잡음 등의 측정 시스템 구성

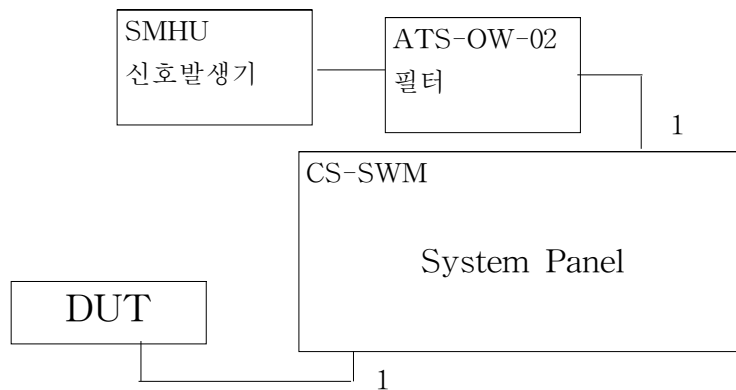


그림 4.5.1중간주파수 제거비 등의측정시스템 구성도

### 2. 선택도

선택도는 DUT의 측정주파수를 일정한 주파수  $f_0$ 로 고정해 놓고 S/G의 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 다음표의 예처럼 CISPR의 기준값을 만족하는지를 측정한다. 즉,

$$\Delta V_{read} = V_{DUT.Read}(S/G.f_0 \text{ const.outputlevel}) - V_{DUT.Read}(S/G.f \text{ const.outputlevel}) \text{ (dB)}$$

과 같이 상대적인 세기를 CISPR의 기준값과 비교한다. CISPR의 기준에 따르면 IF대역폭 9kHz, 중심주파수 1MHz, 주파수 간격 1kHz로 21개의 주파수에 대하여 측정하고, IF대역폭 120kHz, 중심주파수 100MHz, 주파수 간격 10kHz로 29개의 주파수에 대하여 측정하며 IF대역폭 9kHz에 대한 예가 표 4.5.2에서 보여준다.

선택도 (Overall Selectivity)			
(IF대역폭 : 9kHz, 중심주파수 : 1MHz)			
주파수 오프셋(kHz)	허용치(dB)	측정비(dBμV)	적부(P/F)
-10.000	> 20.0	30.30	P
-9.000	> 18.0	25.10	P
-8.000	> 15.0	20.10	P
-7.000	> 13.0	14.80	P
-6.000	> 10.0	11.10	P
-5.000	> 6.0	6.90	P
-4.000	+6.0 -1~5	3.40	P
-3.000	+4.0 -1~5	2.00	P
-2.000	± 1.5	1.10	P
-1.000	+1.0 -1~5	0.40	P
0.000	± 0.0	0.00	P
1.000	+1.0 -1~5	0.30	P
2.000	± 1.5	0.80	P
3.000	+4.0 -1~5	2.00	P
4.000	+6.0 -1~5	3.80	P
5.000	> 6.0	6.90	P
6.000	> 10.0	10.20	P
7.000	> 13.0	14.80	P
8.000	> 15.0	19.90	P
9.000	> 18.0	25.10	P
10.000	> 20.0	30.10	P
-140.000	> 20.0	24.30	P
-130.000	> 18.0	21.80	P
-120.000	> 16.0	19.40	P
-110.000	> 14.0	16.80	P
-100.000	> 12.0	14.20	P
-90.000	> 10.0	11.70	P
-80.000	> 7.5	9.70	P
-70.000	> 6.0	7.60	P

표 4.5.2 선택도 측정의 예

측정시스템과 측정과정을 살펴보면 측정불확도는 표준기인 S/G의 불확도만이 관련되어 나타남을 알수 있다. 표준기로 사용하는 S/G는 R&S 제작 SMHU이고 SMHU의 출력신호의 불확도는 출력분해능 0.1dB에 의하여 결

정되며 분해능은 직각확률분포로서 그 불확도는  $\frac{0.1}{2\sqrt{3}} = 0.02887dB$

상대적인 세기를 측정하는데 있어서 기준주파수  $f_0$ 일 때 S/G가 내보내는 신

호의 불확도와 측정주파수  $f$ 일때 S/G가 내보내는 신호의 불확도가 합성되어 선택도의 불확도가 결정된다. 그러므로 선택도 측정시 합성표준불확도는

$\sqrt{(\frac{0.1}{2\sqrt{3}})^2 + (\frac{0.1}{2\sqrt{3}})^2} = 0.0408dB$ 이다. 한편 위의 합성표준불확도는 같은 범위를 가진 직각분포의 합성임으로 그 결과는 삼각분포가 되고 95% 신뢰수준에 대한 보상계수  $k$ 는 1.90이 됨으로 선택도의 확장불확도는  $U = 1.90 \times 0.0408 = 0.07997dB$  이다.

### 3. 중간주파수제거비

수신기 DUT에 측정할 주파수  $f$ 를 설정하고 S/G로부터 주파수  $f$ 이고 전압레벨이  $V_0$ 인 신호가 출력될 때 그  $V_{DUT}^{Read}(S/G:f)$ 를 dB 단위로 측정하고 다시 S/G로부터 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 구할수 있다. 그 측정결과의 예와 기준은 표 4.5.3에서 보여준다.

중간주파수제거비의 불확도도 선택도와 마찬가지로 S/G에게 의존함으로 그 확장불확도는 똑같이  $U = 1.90 \times 0.0408 = 0.07997dB$  이다.

중간주파수 제거비(Intermediate Frequency Rejection Ratio)					
중간주파수(MHz)	시험주파수(MHz)	허용치(dB)	측정값(dB)	적부(P/F)	비고
10.700	3.600	> 40	94.90	P	
10.700	32.000	> 40	76.60	P	

표 4.5.3 중간주파수제거비 측정결과의 예

### 4. 영상주파수제거비

영상주파수제거비는 신호발생기의 출력주파수가 DUT의 제1중간주파수나 제2중간주파수로 일정수준의 전압레벨  $V_0$ 를 DUT로 공급하고 측정주파수가 제1중간주파수나 제2중간주파수로 설정된 DUT가 지시한 값을 기준값으로 한다. 신호발생기의 출력주파수를 영상주파수로 가변하여 전압레벨  $V_0$ 로 DUT에 공급할 때 측정주파수가 제1중간주파수나 제2중간주파수로 설정된

DUT가 측정한 값과 기준값과의 차이가 영상주파수 제거비가 된다. 그 측정 결과의 예와 기준은 표4.5.4에서 보여준다.

중간주파수 제거비와 마찬가지로 영상주파수제거비의 확장불확도도  $U = 1.90 \times 0.0408 = 0.07997\text{dB}$ 가 된다.

영상주파수 제거비(Image Frequency Ratio)					
중간주파수(MHz)	시험주파수(MHz)	영상주파수(MHz)	허용치(dB)	측정값(dB)	적부(P/F)
10.700	3.600	25.000	> 40	96.00	P
10.700	32.000	53.400	> 40	80.00	P

그림 4.5.4 영상주파수제거비 측정예와 기준

## 5. 스퓨리어스감도

스푸리어스감도는 중간주파수  $f_m$ 의 정수배의 주파수  $f$ 를 DUT의 측정주파수로 고정한다. 고정된 주파수와 똑같은 주파수  $f$ 를 출력주파수로 하여 S/G에서 일정 출력전압  $V_0$ 를 출력하여 DUT가 측정한 값을 기준값으로 한다. 그리고 S/G의 출력전압  $V_0$ 로 하고 출력주파수를  $\frac{n}{m}f_m$ ( $n$ 은 홀의정수,  $m$ 은 짝의정수)로 하여 측정주파수  $f$ 의 DUT로 측정하여 기준값과의 차이를 구한다. 그 측정결과의 예와 기준은 표 4.5.5에서 보여준다.

스퓨리어스감도 (Spurious Response)				
입력주파수(MHz)	시험주파수(MHz)	허용치(dB)	측정값(dB)	적부(P/F)
19.600	3.600	> 40.0	96.7	P
13.400	3.600	> 40.0	96.8	P
8.950	3.600	> 40.0	96.7	P
8.050	3.600	> 40.0	96.9	P
1.800	3.600	> 40.0	96.4	P
1.900	3.600	> 40.0	96.7	P
48.050	32.000	> 40.0	80.6	P
34.700	32.000	> 40.0	80.1	P
37.350	32.000	> 40.0	80.2	P
29.350	32.000	> 40.0	79.9	P
16.000	32.000	> 40.0	71.7	P
8.000	32.000	> 40.0	80.8	P

표 4.5.5 스퓨리어스감도의 측정예와 기준

## 6. 랜덤잡음

랜덤잡음을 측정하는 시스템의 구성은 그림 4.5.6과 같다.

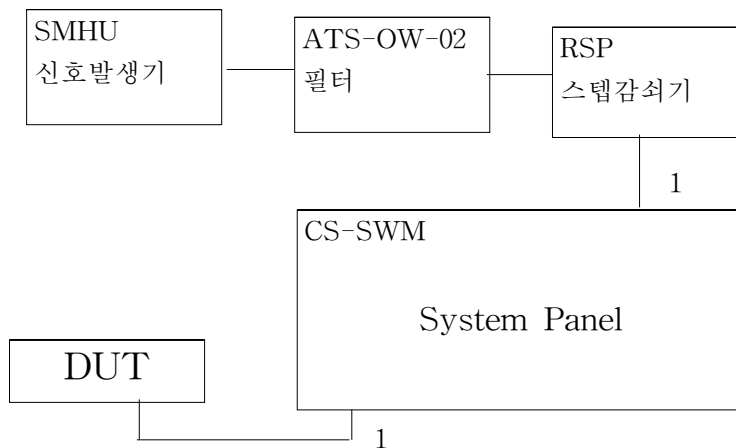


그림 4.5.6 랜덤잡음 측정 구성도

DUT의 랜덤잡음을 측정하는 과정은 다음과 같다. DUT에 측정하고자하는 임의의 주파수  $f$ 를 설정하고 그것을 S/G 출력주파수로 하여 DUT의 지시값이  $60\text{dB}\mu\text{V}$ 가 되도록 S/G의 레벨을 조정하고 그 값  $V_0$ 를 기록한다. 그리고 나서 IF 감쇠값  $V_{att}$ 을  $10\text{dB}$ 로 설정하고 다시 DUT의 지시값이  $60\text{dB}\mu\text{V}$ 가 되도록 S/G의 레벨을 조정하고 그 값  $V$ 를 측정하면 두측정값의 차이가 랜덤잡음이 된다. 즉  $V_{random} = V - (V_0 + V_{att})$  이 DUT의 랜덤잡음이 된다. 위의 식에서 랜덤잡음의 불확도는

$u_{V_{random}}^2 = u_V^2 + u_{V_0}^2 + u_{V_{att}}^2$  이 된다. 여기서  $u_V$ 와  $u_{V_0}$ 는 S/G의 불확도이고 이 값은 R&S 제작 S/G SMHU의 출력신호의 출력분해능인  $0.1\text{dB}$ 에 의하여 결정되며 직각확률분포이기 때문에 불확도는 각각  $\frac{0.1}{2\sqrt{3}} = 0.02887\text{dB}$ 이다.

$u_{V_{att}}$ 는 감쇠기의 불확도로서 R/S 제작 RF 스텝감쇠기 RSP의 스펙상에 기재하고 있는 감쇠오차 [ $f \leq 1\text{GHz}$ 에 대해  $\pm(0.2\text{ dB} + \text{설정 감쇠값의}1\%)$ ]로부터 산출하며 직각분포이다. 랜덤잡음을 측정할 때 설정된 감쇠값은  $10\text{dB}$ 이

므로 오차는  $0.3\text{dB}$ 이고 불확도는  $\frac{0.3}{\sqrt{3}} = 0.1732\text{dB}$  이다. 그러므로 랜덤잡음

측정시 합성불확도는  $\sqrt{(\frac{0.1}{2\sqrt{3}})^2 + (\frac{0.1}{2\sqrt{3}})^2 + (\frac{0.3}{\sqrt{3}})^2} = 0.1762\text{dB}$ 이다.

확장불확도는  $2 \times 0.1762\text{dB} = 0.3524\text{dB}$  이다.

## 제 5 장 결어

전자과장해를 측정하는데 있어서 안테나와 더불어 필수적인 장비인 EMC 수신기의 측정불확도를 산출하기 위하여 CISPR16-1이 규정하고 있는 EMC 수신기의 요건을 조사하고 최신 규정을 분석하였다. 또한 2002년도 5월에 출판된 CISPR16-4 「Uncertainty in EMC Measurements」를 면밀히 검토하여 EMI측정에 있어서 측정불확도 규정을 분석하여 EMC수신기의 측정항목별 불확도를 산출하는데 지침으로 삼았다. 그리고 전파연구소 이천분소에서 수행하고 있는 EMC수신기 교정시스템을 분석하여 CISPR16-1을 근간으로 하는 전파연구소고시에서 교정하도록 하고 있는 측정항목에 대하여 측정불확도를 산출하였다. 항목별 측정불확도 값은 다음 페이지에 있는 표 5에서 종합적으로 보여주고 있다.

국내외적으로 측정불확도에 대한 보고는 필수적인 사항이다. 이에따라 본 연구결과를 더 정교하게 다듬어서 EMC수신기를 교정하고 그 교정성적서를 발행할 때 본 연구에서 산출한 불확도 값이 반영될수 있도록 전파연구소 관련고시를 검토하고 적용하는 일이 향후 남은 과제라 하겠다.

EMC수신기 측정항목별 확장불확도 종합표				
측정항목	밴드종류		확장불확도	확률분포
정현파전압정밀도	모든밴드		0.1790dB	k=2(정규분포)
정재파비	모든밴드		0.007298	k=1.64(직각분포)
펄스진폭반응	B밴드		0.35dB	k=2
	C밴드		0.39dB	
	D밴드		0.39dB	
펄스주파수반응	밴드	펄스주파수(Hz)		
	B밴드	20	0.492492dB	k=2
		10	0.494044dB	
		2	0.493356dB	
		1	0.498700dB	
	C밴드	20	0.494062dB	
		10	0.494304dB	
		2	0.562494dB	
		1	0.570175dB	
	D밴드	20	0.495468dB	
		10	0.494471dB	
		2	0.495360dB	
		1	0.496626dB	
선택도	모든밴드		0.07997dB	k=1.90(삼각분포)
중간주파수제거비	모든밴드		0.07997dB	k=1.90
영상주파수제거비	모든밴드		0.07997dB	k=1.90
스플리어스감도	모든밴드		0.07997dB	k=1.90
랜덤잡음	모든밴드		0.3524dB	k=2

표 5 EMC수신기 측정항목별 확장불확도 종합표



\* 참고문헌

1. CISPR subcommittee A, "CISPR16-1 Radio disturbance and immunity measuring apparatus" Second edition 1999.10
2. CISPR subcommittee A, "CISPR16-1 Radio disturbance and immunity measuring apparatus" First edition 1993.08
3. CISPR subcommittee A, "CISPR16-3 Reports and recommendations of CISPR" First edition 2000.05
4. CISPR subcommittee A "CISPR16-4 Uncertainty in EMC Measurements" First edition 2002.05
5. "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", first edition 1993, ISO
6. "Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration" 1999.12, EA-4/02
7. David M. Pozar, "Microwave Engineering", Second edition, John Wiley & Sons, 1998.
8. C. F. Dietrich "Uncertainty, Calibration and Probability", Second edition, Adam Hilger, 1991.
9. "2002년도 EMC전문기술교육" 한국전자통신연구원, 2002.11.