

PSD 레이저 센서 광대역 방사내성 EMC 기준 개정(안)

('25. 3. 24.(월), 국립전파연구원(061-338-4522))

□ 개 요

- (필요성) 5G 이동통신 광대역 전파에 의한 승강장안전문(PSD) 레이저 센서 오동작이 발생함에 따라 전자파 방사 내성 기준 강화 필요

※ '22년 국정감사에서 김영주 의원은 국민안전을 최우선으로 과기정통부 주도로 문제 해결 요청

- (환경 조건) 승강장 내에서 5G 전파가 PSD 레이저 센서에 미치는 영향은 안테나 출력과 환경 조건(안테나와 센서 간 거리, 빔 방향·폭)에 따라 달라짐
→ 내성기준 도출을 위해서는 일반화된 실험환경 설치환경 조건 도출 필요

- (내성기준 마련) 5G 안테나에서의 출력별·거리별 전계강도를 측정하고, 측정값 이상*의 값으로 내성 기준 마련 필요

* 센서의 내성 기준이 센서가 설치되는 위치에서의 전계강도보다 낮으면 오동작 발생
→ 센서의 내성 기준은 실측 전계강도보다 높아야 함

□ 환경 조건

- (빔 폭) 실제 이통3사 종단안테나를 위 조건으로 설치한 후 세로 이격 거리별(1~4m) 전계강도 측정한 결과 빔폭 반각 36° 도출

< 빔 폭 도출 >



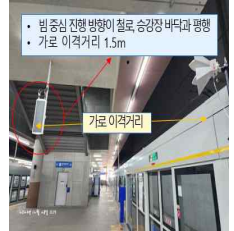
- (빔 방향·이격거리) 관련 기관* 간 협의를 통해 빔 방향, 이격거리 설정

* 과학기술정보통신부, 코레일, 한국철도연구원, KTOA 등

- 빔 방향 : 철로 및 승강장 바닥과 평행

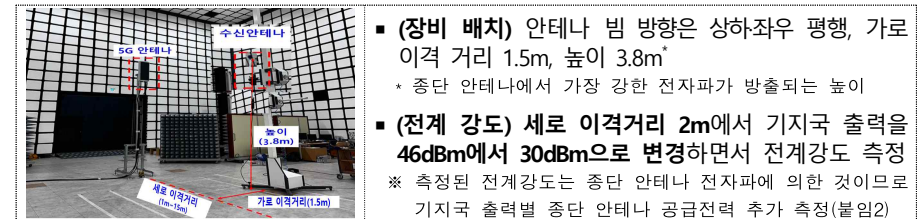
- 가로 이격거리 : 1.5m 이상

* 안테나와 승강장안전문 틀 간 최단 거리



□ 출력별 전계강도 측정

- 장비 배치 및 측정 절차



< 기타 시험 조건 >

- OCNs* 조건 및 33~46dBm의 출력으로 이통3사 광대역 신호 동시 송출**

* 5G 신호는 TDD 방식으로 데이터 수신량에 따라 출력의 강도가 달라짐. 가장으로 최대 수신 상태를 인가하여 5G 송신기에 최대 출력이 유지되는 상태

** TDD 방식으로 SKT는 3.6 ~ 3.7GHz 대역의 중계기 신호, KT는 3.5 ~ 3.6GHz 대역의 기지국 신호, LG U+는 3.4 ~ 3.5GHz 대역의 기지국 신호를 동시 송출(3.4~3.7GHz)

- 측정 데이터(세로 이격거리 2m)

종단안테나 공급전력[dBm]	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
전계강도[V/m]	13	14	16	19	20	21	24	27	32	34	37	43	47	55	62	71	79

□ 내성 기준

- (내성 기준) 5G 이동통신 기지국 종단 안테나 공급전력별로 5개의 선택적 PSD 센서 내성기준 마련

종단안테나 공급전력[dBm]	30~33	34~37	38~40	41~43	44~46
내성기준[V/m]	20	28	38	56	80

※ 내성 기준은 측정값 오차 등을 고려하여 측정된 전계강도보다 1V/m 높게 설정

- (사용자 안내) 승강장안전문(PSD)의 레이저 센서에 적용된 기준을 사용자가 알 수 있도록 제품설명서에 명시(의무 사항)
※ (예시) 광대역 방사성 RF 전자기장 적용 내성 기준 : 20V/m
- 환경 조건, 설치 권고 사항은 시험방법(부속서)에 추가

- (환경 조건) 내성 기준 도출 환경 설명

해당 기준은 다음의 실환경 조건[^①중단 안테나와 센서 간 가로 이격거리(안테나와 승강장안전문 틀 간 최단 거리) : 1.5m 이상, ^②빔 중심 진행 방향 : 철로 및 승강장 바닥과 평행, ^③빔폭 반각 : 36°]에서 기지국 중단 안테나 공급전력별(30~46dBm)로 측정된 최대 전계강도를 고려하여 산출함

중단 안테나 공급전력[dBm]	30~33	34~37	38~40	41~43	44~46
내성기준[V/m]	20	28	38	56	80

- (설치 권고) 다음 문구를 설치 권고 사항으로 안내

실환경 조건보다 악조건으로 설치되는 경우 설치되는 위치에서 전계강도를 측정하여 ^①해당 장소에 설치되는 센서에 적용된 기준보다 낮은 전계강도가 형성되도록 기지국의 출력을 조정하거나 ^②측정된 전계강도 보다 높은 기준을 만족하는 센서를 설치하는 것을 권고한다.

□ 적합성평가 대상기자재 편입(타고시 개정)

- 방송통신기자재등의 적합성평가에 관한 고시 [별표 1] 적합성평가 대상기자재(제3조 관련)

11. 전자파장해를 주거나 전자파로부터 영향을 받는 기기 / (대부류) 사. 디지털 기기류 / (중분류) 6) 승강장안전문(PSD)의 레이저 센서(또는 라이다 센서) 기기 추가

□ 승강장안전문(PSD)의 레이저 센서의 전자파적합성 기준 개정안

- 「전자파적합성 기준(고시)」 / [별표 12] 멀티미디어기기류의 전자파적합성 기준(제15조관련)
: 2. 전자파 내성 기준 / 가. 합체 포트의 전자파 내성 (추가)

시험항목	시험조건	단위	시험방법	성능평가 기준	비고
전원주파수 자기장	60 1	Hz A/m	KS C 9610-4-8	A	(주1)
방사성 RF 전자기장	80 ~ 1000 3	MHz V/m	KS C 9610-4-3	A	(주2), (주3), (주4), (주5)
방사성 RF 전자기장, Spot 시험	1 800, 2 600, 3 500, 5 000 3	MHz V/m		A	(주3), (주4), (주5)
광대역 방사성 RF 전자기장	3 400 ~ 3 700 20 28 38 56 80 100	MHz V/m V/m V/m V/m V/m MHz 5G (TM1.1)	IEC 61000-4-41 ^(주9)	A	(주6), (주7) (주8)
정전기 방전	±4 (접촉방전) ±8 (기중방전)	kV kV	KS C 9610-4-2	B	

- (주1) 자기장에 영향을 받을 수 있는 장치(CRT 모니터, 홀효과 소자, 전기 역학적 마이크론, 자기장 센서 또는 오디오 주파수 트랜스포머 등)가 포함된 기기에만 적용한다.
- (주2) 규정된 주파수 대역 전체를 스캔하면서 시험한다. 그러나 전화 통신이 주요기능인 기기는 특정한 주파수에 대해서 추가적이고 포괄적 기능 시험이 수행되어야한다. 방사성 RF 전자기장 시험을 위해 특정한 주파수는 다음과 같다. :80, 120, 145, 160, 230, 375, 435, 460, 600, 814, 835MHz(±1%).
- (주3) 각각 주파수에서의 휴지시간은 시료(EUT)의 각 면, 안테나의 위치와 편파의 배치에 적용하여야 한다.
- (주4) 방해 시험신호는 1kHz 정현파를 사용해 80% 진폭변조 신호를 적용한다.
- (주5) 외부전원 또는 충전 능력이 없는 전자식 저가 휴대형 음성방송 수신기 및 음악 재생기에는 적용하지 않는다.
- (주6) 해당 기준은 승강장안전문(PSD)의 레이저 센서(또는 라이다 센서)에 한하여 적용하며, 5개 기준 중 한 개를 선택하여 적용한다.
- (주7) 승강장안전문(PSD)의 레이저 센서(또는 라이다 센서)에 적용된 기준은 제품설명서에 명시되어야 한다. ((예시) 광대역 방사성 RF 전자기장 적용 내성 기준 : 20V/m))
- (주8) TM1.1에 대한 자세한 내용은 ETSI TS 138 141-1을 참고한다.
- (주9) 시험방법에 표기된 국제표준(IEC 61000-4-41)은 국가표준(KS C 9610-4-41) 제정시 해당 표준을 적용한다.

(비고)

- 폐쇄회로 TV, 감시 카메라, 녹화기 등 감시기기는 다음의 두 조건에서 실시되어야 하며, 만약 3V/m 시험 조건에서 아무런 이상이 없을 경우 1V/m 시험조건에서도 만족하는 것으로 간주한다.
가. 3V/m 에서는 화면에 희미한 흰줄이 가는 등 화질이 조금 떨어지는 것은 허용되나, 인식물 자체가 흔들리지 않고 인식물을 명확히 식별할 수 있어야 하며 시스템이 계속해서 동작되어야 한다.
나. 1V/m 에서는 식별 가능한 화질 손상이 없어야 한다.

○ 「멀티미디어 기기 전자파 내성 시험방법(KS C 9835)」

: 표 1 - 합체 포트에 대한 내성 허용기준 (추가)

표항	환경 현상	시험규격		단위	기본 시험방법	비고	성능평가 기준
1-1	전원주파수 자기장	주파수 자기장 세기	60 1	Hz A/m	KS C 9610-4-8	비고 1	A
1-2	방사성 RF 전자지장	주파수 범위 전자지장 세기	80 ~ 1000 3	MHz V/m			
1-3	방사성 RF 전자지장, Spot 시험	주파수(±1%)	1 800, 2 600, 3 500, 5 000	MHz	KS C 9610-4-3	변조는 4.2.2.1 참조	A
		전자지장 세기	3	V/m			
1-4	광대역 방사성 RF 전자지장	주파수	3 400 ~ 3 700	MHz	KS C 9610-4-41	부속서 K 참조	A
		전자지장 세기	20 28 38 56 80 100	V/m V/m V/m V/m V/m MHz			
1-5	정전기 방전	접촉 방전 기중방전	±4 ±8	kV kV	KS C 9610-4-2		B

(비고1) 본질적으로 자기장에 영향을 받을 수 있는 장치(CTR 모니터, 홀 효과 소자, 전기역학적 마이크 로폰, 자기장 센서 또는 저주파 트랜스포머 등)가 포함된 기기에 적용한다. EUT가 CRT 모니터를 포함하고 있는 경우 시험레벨 결정은 D.3.2를 참조한다.

(비고2) 폐쇄회로 TV, 감시 카메라, 녹화기 등 감시 기기는 다음의 두 조건에서 실시되어야 하며, 만약 3 V/m 시험 조건에서 아무런 이상이 없는 경우 1 V/m 시험 조건에서도 만족하는 것으로 간주한다.

a) 3 V/m에서는 화면의 희미한 흰줄이 가는 등 화질이 조금 떨어지는 것은 허용되나, 인식물 자체가 흔들리지 않고 인식물을 명확히 식별할 수 있어야 하며 시스템이 계속해서 동작되어야 한다.

b) 1 V/m에서는 식별 가능한 화질 손상이 없어야 한다.

※ 「멀티미디어 기기 전자파 내성 시험방법(KS C 9835)」 부속서 K 환경 조건, 설치 권고 사항 등을 포함하여 승강장안전문(PSD)의 레이저 센서 (또는 라이다 센서) 기기의 광대역 방사 내성 시험방법 추가

붙임1 신구대조표

전자파적합성 기준 [별표 12] 멀티미디어기기류의 전자파적합성 기준(제15조 관련)

현행	개 정 안																																																																		
1. 전자파 장애방지 기준 (생 략)	1. ----- (현행과 같음)																																																																		
2. 전자파 내성 기준	2. -----																																																																		
가. 합체 포트의 전자파 내성	가. -----																																																																		
<table><tr><th>시험항목</th><th>시험조건</th><th>단위</th><th>시험 방법</th><th>성능 평가 기준</th><th>비 고</th></tr><tr><td>전원주파수 자기장</td><td>60 1</td><td>Hz A/m</td><td>KS C 9610-4-8</td><td>A</td><td>(주1)</td></tr><tr><td>방사성 RF 전자지 장</td><td>80 ~ 1000 3</td><td>MHz V/m</td><td>KS C 9610-4-3</td><td>A</td><td>(주2), (주3), (주4), (주5)</td></tr><tr><td>방사성 RF 전자 지 장, Spot 시험</td><td>1 800, 2 600, 3 500, 5 000 3</td><td>MHz V/m</td><td>KS C 9610-4-3</td><td>A</td><td>(주3), (주4), (주5)</td></tr><tr><td>정전기 방 전</td><td>±4 (접촉방전) ±8 (기중방전)</td><td>kV kV</td><td>KS C 9610-4-2</td><td>B</td><td></td></tr></table> <p>(주1) 자기장에 영향을 받을 수 있는 장치(CRT 모니터, 홀효과 소자, 전기 역학적 마이크로폰, 자기장 센서 또는 오디오 주파수 트랜스포머 등)가 포함된 기기에만 적용한다.</p> <p>(주2) 규정된 주파수 대역 전체를 스캔하면서 시험한다. 그러나 전파 동선이 주요기능인 기기는 특정한 주파수에 대해서 추가 적이고 포괄적 기능 시험이 수행되어야한다. 방사성 RF 전자 지 장 시험을 위해 특정한 주파수는 다음과 같다. :80, 120, 145, 160, 230, 375, 435, 460, 600, 814, 835MHz(±1%).</p> <p>(주3) 각각 주파수에서의 유효시간은 시료(EUT)의 각 면, 안테나의 위치와 편파의 배치에 적용하여야 한다.</p> <p>(주4) 방해 시험신호는 1kHz 정현파를 사용해 80% 진폭변조 신호를 적용한다.</p> <p>(주5) 외부전원 또는 충전 능력이 없는 전자식 저가 휴대형 음성방 송 수신기 및 음악 재생기에는 적용하지 않는다.</p> <p>(비고) 1. 폐쇄회로 TV, 감시 카메라, 녹화기 등 감시기기는 다음의 두 조 건에서 실시되어야 하며, 만약 3V/m시험 조건에서 아무런 이상 이 없을 경우 1V/m 시험조건에서도 만족하는 것으로 간주한다. 가. 3V/m에서는 화면에 희미한 흰줄이 가는 등 화질이 조금 떨어 지는 것은 허용되나, 인식물 자체가흔들리지 않고 인식물을 명 확히 식별할 수 있어야 하며 시스템이 계속해서 동작되어야 한 다. 나. 1V/m에서는 식별 가능한 화질 손상이 없어야 한다.</p>	시험항목	시험조건	단위	시험 방법	성능 평가 기준	비 고	전원주파수 자기장	60 1	Hz A/m	KS C 9610-4-8	A	(주1)	방사성 RF 전자지 장	80 ~ 1000 3	MHz V/m	KS C 9610-4-3	A	(주2), (주3), (주4), (주5)	방사성 RF 전자 지 장, Spot 시험	1 800, 2 600, 3 500, 5 000 3	MHz V/m	KS C 9610-4-3	A	(주3), (주4), (주5)	정전기 방 전	±4 (접촉방전) ±8 (기중방전)	kV kV	KS C 9610-4-2	B		<table><tr><th>시험항목</th><th>시험조건</th><th>단위</th><th>시험 방법</th><th>성능 평가 기준</th><th>비 고</th></tr><tr><td>전원주파수 자기장</td><td>60 1</td><td>Hz A/m</td><td>KS C 9610-4-8</td><td>A</td><td>(주1)</td></tr><tr><td>방사성 RF 전자지 장</td><td>80 ~ 1000 3</td><td>MHz V/m</td><td>KS C 9610-4-3</td><td>A</td><td>(주2), (주3), (주4), (주5)</td></tr><tr><td>방사성 RF 전자 지 장, Spot 시험</td><td>1 800, 2 600, 3 500, 5 000 3</td><td>MHz V/m</td><td>KS C 9610-4-3</td><td>A</td><td>(주3), (주4), (주5)</td></tr><tr><td>광대역 방사성 RF 전자지 장</td><td>3 400 ~ 3 700 20 28 38 56 80 100</td><td>MHz V/m V/m V/m V/m MHz</td><td>IEC 61000-4-41 TMI1</td><td>A</td><td>(주6), (주7), (주8)</td></tr><tr><td>정전기 방 전</td><td>±4 (접촉방전) ±8 (기중방전)</td><td>kV kV</td><td>KS C 9610-4-2</td><td>B</td><td></td></tr></table> <p>(주1) 자기장에 영향을 받을 수 있는 장치(CRT 모니터, 홀효과 소자, 전기 역학적 마이크로폰, 자기장 센서 또는 오디오 주파수 트랜스포머 등)가 포함된 기기에만 적용한다.</p> <p>(주2) 규정된 주파수 대역 전체를 스캔하면서 시험한다. 그러나 전파 동선이 주요기능인 기기는 특정한 주파수에 대해서 추가 적이고 포괄적 기능 시험이 수행되어야한다. 방사성 RF 전자 지 장 시험을 위해 특정한 주파수는 다음과 같다. :80, 120, 145, 160, 230, 375, 435, 460, 600, 814, 835MHz(±1%).</p> <p>(주3) 각각 주파수에서의 유효시간은 시료(EUT)의 각 면, 안테나의 위치와 편파의 배치에 적용하여야 한다.</p> <p>(주4) 방해 시험신호는 1kHz 정현파를 사용해 80% 진폭변조 신호를 적용한다.</p> <p>(주5) 외부전원 또는 충전 능력이 없는 전자식 저가 휴대형 음성방 송 수신기 및 음악 재생기에는 적용하지 않는다.</p> <p>(주6) 해당 기준은 승강장안전문(PSD)의 레이저 센서(또는 라이다 센서)에 한하여 적용하며, 5개 기준 중 한 개를 선택하여 적용 한다.</p> <p>(주7) 승강장안전문(PSD)의 레이저 센서(또는 라이다 센서)에 적용 된 기준은 제품설명서에 명시되어야 한다. ((예시) 광대역 방 사성 RF 전자지장 적용 내성 기준 : 20V/m)</p> <p>(주8) TMI1에 대한 자세한 내용은 ETSI TS 138 141-1을 참고한 다.</p> <p>(주9) 시험방법에 표기된 국제표준(IEC 61000-4-41)은 국가표준(KS C 9610-4-41) 제정시 해당 표준을 적용한다.</p> <p>(비고) 1. 폐쇄회로 TV, 감시 카메라, 녹화기 등 감시기기는 다음의 두 조 건에서 실시되어야 하며, 만약 3V/m시험 조건에서 아무런 이상 이 없을 경우 1V/m 시험조건에서도 만족하는 것으로 간주한다. 가. 3V/m에서는 화면에 희미한 흰줄이 가는 등 화질이 조금 떨어 지는 것은 허용되나, 인식물 자체가흔들리지 않고 인식물을 명 확히 식별할 수 있어야 하며 시스템이 계속해서 동작되어야 한 다. 나. 1V/m에서는 식별 가능한 화질 손상이 없어야 한다.</p>	시험항목	시험조건	단위	시험 방법	성능 평가 기준	비 고	전원주파수 자기장	60 1	Hz A/m	KS C 9610-4-8	A	(주1)	방사성 RF 전자지 장	80 ~ 1000 3	MHz V/m	KS C 9610-4-3	A	(주2), (주3), (주4), (주5)	방사성 RF 전자 지 장, Spot 시험	1 800, 2 600, 3 500, 5 000 3	MHz V/m	KS C 9610-4-3	A	(주3), (주4), (주5)	광대역 방사성 RF 전자지 장	3 400 ~ 3 700 20 28 38 56 80 100	MHz V/m V/m V/m V/m MHz	IEC 61000-4-41 TMI1	A	(주6), (주7), (주8)	정전기 방 전	±4 (접촉방전) ±8 (기중방전)	kV kV	KS C 9610-4-2	B	
시험항목	시험조건	단위	시험 방법	성능 평가 기준	비 고																																																														
전원주파수 자기장	60 1	Hz A/m	KS C 9610-4-8	A	(주1)																																																														
방사성 RF 전자지 장	80 ~ 1000 3	MHz V/m	KS C 9610-4-3	A	(주2), (주3), (주4), (주5)																																																														
방사성 RF 전자 지 장, Spot 시험	1 800, 2 600, 3 500, 5 000 3	MHz V/m	KS C 9610-4-3	A	(주3), (주4), (주5)																																																														
정전기 방 전	±4 (접촉방전) ±8 (기중방전)	kV kV	KS C 9610-4-2	B																																																															
시험항목	시험조건	단위	시험 방법	성능 평가 기준	비 고																																																														
전원주파수 자기장	60 1	Hz A/m	KS C 9610-4-8	A	(주1)																																																														
방사성 RF 전자지 장	80 ~ 1000 3	MHz V/m	KS C 9610-4-3	A	(주2), (주3), (주4), (주5)																																																														
방사성 RF 전자 지 장, Spot 시험	1 800, 2 600, 3 500, 5 000 3	MHz V/m	KS C 9610-4-3	A	(주3), (주4), (주5)																																																														
광대역 방사성 RF 전자지 장	3 400 ~ 3 700 20 28 38 56 80 100	MHz V/m V/m V/m V/m MHz	IEC 61000-4-41 TMI1	A	(주6), (주7), (주8)																																																														
정전기 방 전	±4 (접촉방전) ±8 (기중방전)	kV kV	KS C 9610-4-2	B																																																															
가. ~ 라. (생 략)	가. ~ 라. (현행과 같음)																																																																		

붙임2 기지국 출력 대비 종단 안테나 공급전력

- (신호 전달 과정) 이통3사별 46dBm 인가 → 이통3사 출력 통합 → 케이블ロス → **종단 안테나 전력 공급** → 종단 안테나 이득 → 종단 안테나 방사(붙임3)
- (측정조건) 기지국 출력은 안테나공급전력 설정값이며 실제 측정값은 아님, 종단 안테나 공급전력은 통합기, 케이블 손실을 거친 안테나 입력 전력임
- (측정결과) 최악 상황 내성기준 도출을 위해 기지국 설정 출력이 아닌 종단 안테나 공급전력을 기준으로 내성기준 산출이 적정

기지국 출력 [dBm]	종단 안테나 공급전력[dBm]			
	1번 포트	2번 포트	3번 포트	4번 포트
46	46.89	47.28	46.63	46.96
40	41.13	41.57	40.90	41.35
30	31.72	31.98	31.64	31.55

- (결과분석) 실제 기지국 출력은 기지국의 ALC(AUTO Level Control) 기능에 의해 Cable Loss 등이 보상되어 출력됨으로 종단안테나에 공급되는 전력의 측정값은 기지국 설정값보다 높게 측정됨(+0.63~1.98dB)
※ 따라서 전계강도 측정시 기지국 설정값보다 종단안테나 공급전력이 높기 때문에 더 악조건으로 시험한 결과로 해석가능

< 측정 장비 >

기 기 명	모 델 명	제 조 사	비 고
신호발생기	MG3710E	안리쓰	100kHz - 6GHz
수신 안테나	POD 16	seibersdorf	1 - 6GHz
감쇄기	WA51-40-43	와인셀	40dB 감쇄
EMI리시버	ESR	로데슈바르츠	9kHz - 26.5GHz

붙임3 기지국에서 종단 안테나 방사까지 신호 전달 과정예시

신호전달 과정	기기 사진	기 간
기지국		각각 33dBm (이통3사 인가 전력)
↓	통합기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 통신사당 4개씩, 총12개의 신호선이 통합기로 들어가고, 4개의 신호선으로 통합되어 종단 안테나로 연결 ○ 통신3사 신호 통합과정에서 출력 증가
↓	케이블로스	<p>Cable Loss 측정 필요</p> <p>※ 이번 시험의 목적이 종단 안테나 공급전력의 출력값만을 확인하는 것이어서 Cable Loss 측정 안함</p>
↓	종단 안테나 공급전력	33dBm (측정결과)
↓	종단 안테나 이득	14dBi (이통3사 제공)
↓	종단 안테나 방사 출력	47dBm (측정 결과)